

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 982**

51 Int. Cl.:

**A01N 37/16** (2006.01)

**A01N 59/00** (2006.01)

**C02F 1/72** (2006.01)

**C02F 1/32** (2006.01)

**C02F 103/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2011 PCT/IB2011/053054**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12004772**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2011 E 11760555 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2590509**

54 Título: **Procedimiento para la preparación y el uso de biocidas enriquecidos en radicales activos antes del uso**

30 Prioridad:

**08.07.2010 IT RM20100372**

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

**02.04.2019**

73 Titular/es:

**CHIMEC S.P.A. (100.0%)  
Via delle Ande 19  
00144 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**BUCCOLINI, MARCO;  
CESARI, MASSIMILIANO y  
SCHIAPARELLI, STEFANO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 706 982 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

Procedimiento para la preparación y el uso de biocidas enriquecidos en radicales activos antes del uso

5 La presente descripción se refiere a un procedimiento para preparar un biocida enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno mediante radiación UV, a un procedimiento para esterilizar aguas, a un procedimiento para controlar la colonización de microorganismos en aguas tratadas, así como a un procedimiento para controlar y/o prevenir la colonización sobre las superficies de estructuras sumergidas por organismos filtrantes acuáticos que usan dicho biocida enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno y a plantas adecuadas para implementar dichos procedimientos.

### TÉCNICA ANTERIOR

15 El proceso de esterilización de agua, y más en general el control y/o la prevención del crecimiento de organismos indeseados presentes en tales aguas, se lleva a cabo normalmente mediante el uso de desinfectantes químicos, tales como biocidas.

20 Los compuestos químicos con actividad biocida tienen a menudo el inconveniente de crear, con el uso extendido de los mismos, daños al ambiente al intoxicar, aparte de los microorganismos u organismos indeseados, también organismos pertenecientes a diversos reinos zoológicos que no deben eliminarse.

25 El uso de biocidas por lo tanto tiene un fuerte impacto que, durante las últimas décadas, se ha intentado reducir identificando biocidas que sean menos dañinos para el ambiente y procedimientos para esterilizar o tratar las aguas implicados que reduzcan drásticamente las cantidades de biocida usadas durante un periodo predeterminado en comparación con tratamientos tradicionales y que también contemplen un uso continuo del biocida en las aguas para tratar.

30 La patente EP1401771 a nombre de la solicitante por ejemplo describe un proceso y una planta en los que, al monitorizar la clorofila en las aguas cercanas a aquellas para tratar, y opcionalmente otros parámetros (por ejemplo, temperatura, concentración salina), se infieren los periodos para efectuar tratamientos con el biocida para prevenir la colonización de plantas con tubos sumergidos que comunican con el mar por organismos filtrantes acuáticos.

35 La colonización de tales organismos en los tubos sumergidos de plantas que toman agua de mar y la devuelven de nuevo al mar causa la obstrucción de los tubos y por lo tanto debe controlarse y limitarse (también preferiblemente prevenirse) por tratamientos con biocidas.

40 Por supuesto, el uso de biocidas en todas estas plantas y en otros tipos de aguas tratadas comúnmente con biocidas tiene un impacto ambiental considerable, especialmente cuando se usan biocidas contaminantes (que desgraciadamente están entre los más eficaces).

45 Durante los últimos años, se han identificado biocidas que tienen un bajo impacto sobre el ambiente, tales como ácido peracético, que se usa comúnmente ahora, considerando especialmente el bajo impacto ambiental del mismo.

El ácido peracético está también indicado en la patente EP1401771 como biocida adecuado para usarse en la invención descrita en la presente memoria, también conocido como ácido peroxiacético, y es un peróxido con fuertes propiedades oxidantes.

50 Tal ácido, según la bibliografía, se usa por ejemplo para esterilizar aguas residuales y se ha descrito una mayor eficacia del mismo cuando las aguas en las que se ha introducido tal ácido se irradian posteriormente con UV. Esta estrategia de esterilización, como se describe por Caretti C et al. (Caretti C., 2003 Water Research) es muy eficaz puesto que la irradiación UV de las aguas que contienen ácido peracético causa un aumento de las capacidades oxidativas de tal ácido debido a la formación aumentada de radicales libres centrados en oxígeno y al efecto esterilizante de las radiaciones UV que, como es conocido, pueden usarse también solas en tratamientos de esterilización.

55 Debería señalarse que los dos medios desinfectantes, ácido peracético e irradiación UV, se aplican al flujo de agua para esterilizar estrictamente en secuencia, es decir, el ácido se añade primero al agua a la dosis correcta y el agua pasa entonces a través de una cámara de irradiación consistente en un cuerpo que puede estar compuesto de metal o plástico y de una serie de lámparas UV con diversas longitudes de onda y energías.

60 El mecanismo se explica claramente en los trabajos científicos mencionados en la presente memoria (p. ej., Caretti C., 2003 Water Research) donde la irradiación es UV realizada en agua a la que se ha añadido ácido peracético en dosis de pocas ppm. El documento reseña que tale tratamiento genera radicales libres muy energéticos: el ácido peracético es realmente un peróxido que tiende a liberar espontáneamente radicales y por tanto tiene fuertes propiedades oxidantes (la actividad biocida del mismo depende principalmente de este mecanismo). Irradiado con una radiación de alta energía como rayos UV, las capacidades oxidantes del ácido peracético aumentan, la

formación de radicales libres centrados en oxígeno aumenta mucho y las propiedades microbicidas de la sustancia aumentan. Por supuesto, todo esto se suma al efecto esterilizante de las radiaciones UV que, como se ha dicho, se usan ya solas como procedimiento de esterilización.

5 El efecto final, como se describe por C. Lubello et al (C. Lubello et al. 2004 Water Research) es por lo tanto la sinergia de efectos individuales, es decir, de los efectos debidos a la adición de ácido peracético a las aguas, a la irradiación UV de tales aguas y a la mayor producción de radicales por dicho ácido. Los dos medios desinfectantes, ácido peracético e irradiación UV, se aplican entonces al flujo de agua para esterilizar estrictamente en secuencia, es decir, se añade primero ácido peracético a las aguas a la dosis correcta y se irradia entonces el flujo de agua completo con una lámpara UV.

10 La estricta secuencia operativa indicada anteriormente está ligada a la inestabilidad intrínseca de los radicales generados que se caracterizan por una semivida de pocos  $\mu$ s. Los radicales, de hecho, son especies altamente inestables debido a la presencia de un electrón desapareado en el orbital electrónico más externo y, como tales, tienden a reaccionar rápidamente con moléculas u organismos presentes en solución.

15 Los trabajos anteriores definen claramente también los radicales libres centrados en oxígeno resultantes, que se caracterizan mediante varios análisis estructurales (por ejemplo, ESR- resonancia de espín electrónico) y cuya vida útil se calcula con una cierta precisión. Como se indica anteriormente, la vida útil resultante de las aguas para tratar que contienen ácido peracético por los radicales generados por irradiación con UV según los procedimientos descritos en la bibliografía, es del orden de fracciones de segundo.

20 El documento: "An EPR study on wastewater disinfection by peracetic acid, hydrogen peroxide and UV irradiation" de Roberto Bianchini et al. (Annali di Chimica, 92, 2002, por la Società Chimica Italiana) define claramente las vidas útiles y la reactividad de estas especies generadas por irradiación UV del ácido peracético.

25 Como consecuencia, es fácil entender que la tecnología descrita hasta ahora puede aplicarse directamente solo al agua que contiene el biocida, es decir, cuando los radicales se producen *in situ*. A partir de lo reseñado en la bibliografía, se entiende que, debido a su muy corta vida útil, los radicales deben desarrollarse directamente en el medio para tratar actuando como microbicida antes de que se degrade la reactividad de los mismos. Además, la combinación de tratamiento con UV + el desencadenante de los radicales desarrollados tiene una acción esterilizante sinérgica dual como se reseña en la bibliografía.

30 Aunque la estrategia combinada de ácido peracético y UV para controlar y/o prevenir el crecimiento de organismos en aguas, como se describe en la técnica anterior, es eficaz, no es aplicable cuando las masas de agua para tratar son particularmente grandes. Por ejemplo, en el caso de plantas con flujo de entrada y flujo de salida continuos de agua de mar en los tubos de la misma para refrigerar (contaminada, entre otras cosas, de modo totalmente diferente en comparación con las aguas residuales, es decir, por la presencia de una vida marina abundante consistente tanto en microorganismos como macroorganismos), no sería posible la aplicación de tal tecnología. La imposibilidad reside en diseñar y tener estructuras proporcionadas con cámaras de irradiación UV suficientemente grandes para asegurar una irradiación eficaz del volumen completo de agua que contiene el biocida.

35 Para plantas de este tipo, serían necesarias cámaras de irradiación muy grandes para flujos de agua que fácilmente superan los 5.000 m<sup>3</sup>/h y que pueden alcanzar incluso 100.000 m<sup>3</sup>/h.

40 Existen también sistemas de irradiación UV para agua de mar, pero solo si el sistema de refrigeración no supera los 500-1000 m<sup>3</sup>/h: en estos casos, es posible usar la irradiación UV, asegurando suficientes tiempos de recorrido en las cámaras de irradiación y obteniendo por tanto una buena eficacia en la esterilización del agua.

45 La eficacia de la tecnología UV es evidentemente directamente proporcional a los tiempos de recorrido en la cámara de irradiación tanto como directamente a la energía de la irradiación que afecta al agua: siendo la potencia de lámpara igual, un tiempo de recorrido largo en la cámara de irradiación significará más energía suministrada y por tanto mayor eficacia.

50 Con la cantidad de agua de los sistemas de refrigeración industriales, es posible obtener tiempos de irradiación bastante largos, a menos que se use un gran número de lámparas en una cámara de irradiación muy larga, que por lo tanto se proporciona con una ruta interminable de flujo de agua.

55 Esto sería altamente antieconómico y en la práctica no es factible, puesto que no es posible limitar el flujo de agua requerido para las plantas y deberían construirse cientos si no miles de cámaras de irradiación.

60 Por lo dicho anteriormente, por lo tanto, actualmente no es posible aplicar la estrategia (biocida añadido a las aguas e irradiación) descrita anteriormente a grandes masas de agua debido al problema objetivo relativo al uso de un gran número de lámparas UV adecuadas para formar una cámara de irradiación adecuada para el volumen de agua para tratar.

65

Por lo tanto, se requieren procedimientos que tengan una eficacia comparable a la obtenida con la tecnología descrita anteriormente, pero aplicables también a grandes volúmenes de agua para los que, como se menciona anteriormente, la tecnología descrita anteriormente no es aplicable en la práctica.

## 5 SUMARIO DE LA INVENCION

En la presente invención, los inventores han descubierto que la irradiación directa con UV de ácido peracético a una concentración mayor que las usadas comúnmente en el tratamiento de aguas (que normalmente son de partes por millón), como concentraciones del 1 % y mayores, antes del tratamiento del agua, refuerza el biocida permitiendo obtener un efecto que es similar al descrito en la técnica anterior (biocida en las aguas para tratar + UV), permitiendo el tratamiento de las aguas con el ácido peracético activado por UV directamente, sin necesidad de irradiar las mismas aguas.

Sorprendentemente, los radicales libres del ácido peracético irradiado a las concentraciones mínimas indicadas anteriormente no se consumen en pocos milisegundos y por lo tanto permiten usar el ácido peracético con efecto enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno introduciéndolo en las aguas para tratar después de la irradiación, sin que el biocida pierda su eficacia.

Se entiende por radicales libres centrados en oxígeno aquellos radicales en los que el electrón desapareado está en el átomo de oxígeno.

Los resultados indicados en la sección experimental indican que el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno de la manera descrita a continuación en la presente memoria puede usarse eficazmente incluso a dosis considerablemente menores que las indicadas en la bibliografía en tratamientos de "peracético en agua para tratar + UV".

La ventaja ofrecida por el descubrimiento de los inventores es indudable puesto que, en primer lugar, permite la aplicabilidad de un procedimiento que tiene una eficacia comparable a la descrita en tratamientos de "peracético en agua para tratar + UV" también a volúmenes de agua para los que este procedimiento no habría sido aplicable como se muestra anteriormente, y permite también reducir considerablemente los costes de tratamiento en aquellos sistemas en que los tratamientos de "peracético en agua para tratar + UV" habrían sido no recomendables o prohibitivos, mientras que proporcionan un tratamiento más eficaz que con peracético no preirradiado solo.

La presente invención proporciona por lo tanto un procedimiento para preparar un biocida oxidante enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno como se describe en la reivindicación 1; un procedimiento para esterilizar las aguas en las que se usa dicho biocida, un procedimiento para controlar la colonización de microorganismos en aguas tratadas, así como un procedimiento para controlar y/o prevenir la colonización sobre las superficies de estructuras sumergidas por organismos filtrantes acuáticos que usan dicho biocida enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno y plantas adecuadas para implementar dichos procedimientos.

## 40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra un histograma resumen que muestra la media del número de mejillones que se han verticalizado durante todos los experimentos realizados, a partir del cual el efecto de la irradiación con UV sobre ácido peracético antes del tratamiento es muy evidente, en comparación con el tratamiento sin tal irradiación del ácido peracético;

- **histograma blanco**- irradiación UV en el producto diluido 1:10- dosificación continua multiplicada por 10 para obtener siempre 5 ppm al día
- **histograma negro**- producto al 15 % en peso no irradiado, dosificación continua de 5 ppm al día
- **histograma gris**- producto al 1,5 % en peso no irradiado, después de dilución 1:10, y dosis multiplicada por 10 para obtener siempre 5 ppm al día.

Considerando el número de observaciones correspondiente a 20 mejillones cada vez (20 mejillones más en el control de cada tratamiento) y que las medias se realizaban siempre de tres repeticiones, es posible concluir que el uso de ácido peracético preirradiado con UV es una implementación válida al uso de ácido peracético no tratado.

La Figura 2 [Exp. 2 (10 ppm x 24 horas - 30 minutos encendido-apagado)] muestra el efecto del tratamiento de 30 minutos encendido-apagado (es decir, 30 sí y 30' no) con ácido peracético al 15 % en peso a una concentración diaria final de 10 ppm (partes por millón), los controles no tratados se muestran en negro.

La Figura 3 [Exp. 3 (5 ppm x 24 horas - 30 minutos continuos)] muestra el efecto de un tratamiento continuo con ácido peracético al 15 % en peso a una concentración diaria final de 5 ppm (partes por millón), los controles no tratados se muestran en negro.

Las Figuras 4 y 5 [Exp. 13 repeticiones 2 y 3 (5 ppm x 24 horas continuamente, dilución 1:10 - SIN UV)] muestran el efecto de un tratamiento continuo con ácido peracético al 1,5 % en peso con dosis iguales a una concentración diaria final de 5 ppm de ácido peracético al 15 % en peso (por tanto, la solución al 1,5 % en peso se dosificó 10 veces más que las cantidades del experimento de la figura 3 para obtener la misma dosis final), los controles no

tratados se muestran en negro.

La Figura 6 [Exp. 4 repeticiones 3 (5 ppm x 24 horas continuamente, dilución 1:10 - UV 15 min/h)] muestra el efecto de un tratamiento continuo con ácido peracético al 1,5 % en peso irradiado durante 15 minutos/hora con UV con dosis iguales a una concentración diaria final de 5 ppm de ácido peracético al 1,5 % en peso (por tanto, la solución al 1,5 % en peso se dosificó 10 veces más que las cantidades del experimento de la figura 3 para obtener la misma dosis final), los controles no tratados se muestran en negro. El efecto más fuerte del ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno por preirradiación con UV es evidente a partir de la figura, en comparación con un tratamiento similar efectuado con ácido peracético no irradiado de antemano.

La Figura 7 muestra un diagrama de bloques de la planta según la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención describe por lo tanto un procedimiento, como se describe en la reivindicación 1, para enriquecer un ácido peracético con radicales libres centrados en oxígeno por irradiación con rayos UV, de modo que dicho ácido peracético así enriquecido pueda usarse para esterilizar aguas sin necesidad de irradiar las aguas para tratar que contienen el biocida que exhibe enlaces peróxido. Los compuestos que contienen enlaces peróxido son compuestos que contienen el grupo peróxido, -O-O-, y los radicales libres centrados en oxígeno son radicales que exhiben el ion  $O_2^{2-}$ .

Los biocidas que exhiben enlace peróxido enumerados a continuación en la presente descripción son oxidantes fuertes y como tales se degradan espontáneamente en solución acuosa, dando como resultado radicales libres centrados en oxígeno que tienen efecto biocida. El principio operativo de los biocidas oxidantes es exactamente este, es decir, la producción de radicales que, al ser altamente inestables, reaccionan rápidamente con las sustancias oxidables de los organismos causando daños irreparables. La eficacia biocida de un producto oxidante está por lo tanto ligada a la propiedad del mismo de formar espontáneamente los radicales oxidantes.

Sin embargo, es conocido que la vida del radical es muy corta, la estabilidad del mismo es muy baja y, por otro lado, la reactividad es máxima. Si los radicales se generan directamente *in situ*, en presencia de las especies bacterianas y organismos a los que deben oponerse (como se enseña por la técnica anterior), se obtiene un efecto biocida reforzado, pero sin la formación de radicales tiene lugar de antemano, no en presencia de las especies para eliminar, no se espera un efecto considerable, debido a la irradiación anterior, sobre la eficacia del producto.

Inesperadamente, se ha probado por los presentes inventores que, al irradiar ácido peracético concentrado, la cantidad de radicales formados es tal que permanecen presentes en la solución concentrada durante un tiempo bastante largo y, por tanto, perdura el aumento de la eficacia biocida.

Se entiende por biocida que exhibe radicales libres centrados en oxígeno "enriquecidos" en enlaces peróxido un biocida que exhibe enlaces peróxido en el que el porcentaje de radicales libres centrados en oxígeno es mayor que el porcentaje generado normalmente espontáneamente por el compuesto examinado que exhibe enlaces peróxido.

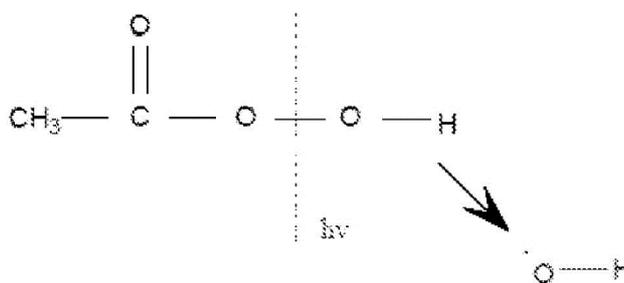
Normalmente, se entiende por enlaces peróxido aquellos enlaces oxígeno-oxígeno que son enlaces débiles y que por tanto pueden degradarse fácilmente formando radicales oxidantes. Según la presente descripción, por lo tanto, un ácido peracético está enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno cuando el porcentaje de radicales libres centrados en oxígeno es mayor que el presente normalmente en el mismo producto no irradiado. Se da una medida del enriquecimiento en radicales libres centrados en oxígeno, por ejemplo, por el aumento de la capacidad biocida de la misma sustancia que, en biocidas que contienen enlaces peróxido, es, como es conocido, directamente proporcional a la cantidad de radicales libres centrados en oxígeno liberados por el biocida. La comparación se realiza fácilmente comparando en protocolos idénticos el biocida que se juzga enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno y el mismo biocida no tratado. El enriquecimiento en radicales se probará si el primero exhibe una actividad biocida mayor que el segundo, como en el ejemplo de las figuras 4 y 5 en comparación con la figura 6.

Según la presente descripción, mediante la irradiación de un ácido peracético altamente concentrado, a una concentración a partir de 1 % en peso y mayor, que contiene un enlace peróxido, se crea un gran número de radicales libres centrados en oxígeno. Sin estar limitados por teorías, los inventores suponen que el efecto observado está relacionado con las cantidades muy grande de radicales generadas por la irradiación del producto concentrado, un número que les permite permanecer a altas concentraciones durante un largo tiempo y pueden ejercer una acción desinfectante reforzada en comparación con el biocida original. Probablemente, el ambiente creado después de la irradiación UV está en equilibrio dinámico, donde los radicales formados intercambian el electrón desapareado con la especie estable, estabilizando realmente la concentración de radical de la misma. Aun manteniendo las vidas útiles muy cortas típicas de estas especies químicas, los radicales permanecen presentes en gran número en la solución. Este equilibrio dinámico estabiliza probablemente el número de radicales formados que, hasta que permanecen por encima de un cierto umbral, son capaces de volver a crearse por reacción con el biocida que contiene enlace peróxido a una alta concentración: probablemente después de un cierto tiempo, disminuye el efecto de irradiación, la concentración de radicales cae por debajo del umbral crítico y la solución está formada cada vez más por el ácido de partida.

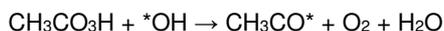
En resumen, la irradiación directa de la solución biocida que contiene el enlace peróxido concentrada creará un biocida reforzado en el que las especies radicales en comparación con las estables son mucho mayores que las presentes normalmente en el biocida antes del tratamiento UV, en el biocida "reforzado", por lo tanto, la relación de especie radical/estable se desplazará hacia una mayor presencia de especies radicales en comparación con la misma relación en el biocida antes de la irradiación.

Los radicales del biocida tratado con UV en su forma concentrada antes de la dilución en las aguas para tratar, mayores en número y de mayor duración, efectuarán un mejor control de las aguas tratadas, o serán capaces de asegurar el mismo control asegurado por el biocida no enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno a concentraciones aplicadas mucho menores.

A modo de ejemplo, pero aplicable en general a las sustancias que contienen enlace peróxido, se describe el equilibrio entre las especies estables (en el ejemplo ácido peracético) y el radical relativo \*OH en la bibliografía (véanse la página 2943 del artículo C. Lubello et al. 2004 Water Research y la página 2366 de Caretti C. et al. Water Research 2003, 2365-2371). En el ácido peracético, por ejemplo, el desplazamiento es de la especie estable (CH<sub>3</sub>COOOH) al radical \*OH + ion CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>.



La molécula peracética (o igualmente la molécula biocida que contiene el enlace peróxido) puede reaccionar entonces como radicales \*OH producidos según las siguientes reacciones de adición y sustracción:



La posibilidad de usar un ácido peracético que exhiba enlaces peróxido enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno como se describe en la presente descripción e introducirlo entonces en las aguas para tratar, es totalmente inesperada puesto que los datos bibliográficos indican que la irradiación debería realizarse en las aguas para tratar que contienen el biocida a la concentración de trabajo, puesto que los radicales generados por el tratamiento UV tienen una semivida igual a fracciones de segundo.

En el caso presentado en la presente memoria, resulta evidente que transcurren mucho más que fracciones de segundo entre la irradiación de ácido peracético y la introducción del mismo en las aguas para tratar, sin embargo, como se muestra en las figuras, que muestran gráficos obtenidos a partir de resultados repetidos cada uno por triplicado, la eficacia del ácido peracético pretratado es considerablemente mayor que la del ácido peracético no tratado, lo que prueba que el pretratamiento es capaz de reforzar la acción biocida. Los experimentos mostrados a continuación muestran que, al ejecutar el mismo protocolo de tratamiento usando el ácido peracético como tal y el ácido peracético preirradiado según la presente descripción, el efecto biocida es más fuerte en los protocolos que usan el ácido peracético preirradiado enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno, como se describe en la presente memoria.

Por consiguiente, el objeto de la invención es un procedimiento, como se describe en la reivindicación 1, para preparar un biocida oxidante enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno, en el que se irradia un ácido peracético a una concentración de al menos 1 % en peso que contiene un enlace peróxido con una lámpara UV para generar radicales activos.

En el que dicho biocida es ácido peracético, también utilizable en las aguas de cursos de agua, ríos, lagos, mar, etc. y/o en la industria alimentaria (donde puede aplicarse como limpiador y desinfectante) y/o para retirar bacterias y hongos y/o para desinfectar el agua reciclada del aclarado de comestibles y/o para desinfectar suministros médicos y/o para purificar agua como desinfectante y/o para desinfectar tubos y/o para desinfectar el agua de torres de refrigeración, etc. y/o para controlar la colonización de microorganismos en las aguas para tratar y/o en un procedimiento de control para controlar y/o prevenir la colonización por organismos filtrantes acuáticos sobre las superficie de estructuras sumergidas.

La concentración total de ácido peracético para tratar con UV puede oscilar de un mínimo de 1 % en peso a concentraciones mucho mayores que las disponibles más comúnmente en el mercado hasta las máximas disponibles en el mercado conocidas por el especialista en la técnica (p. ej., peracético al 5 % en peso y al 15 % en peso).

La irradiación del biocida para tratar puede tener una duración variable en el tiempo y puede ser continua o discontinua. Es esencial que la irradiación se realice de modo que genere radicales activos en el biocida tratado. La energía requerida variará según la cantidad de material para tratar y según el tamaño y tipo de la cámara de irradiación. El biocida, de hecho, puede cruzar la cámara como un flujo continuo o puede recogerse en la cámara antes de la irradiación. Resulta evidente que el paso a un flujo continuo requerirá una lámpara suficientemente fuerte para inducir la formación de los radicales activos deseados. El especialista en la técnica será capaz de ajustar los valores óptimos sin necesidad de muchos experimentos o de usar actividad inventiva a partir de algunos modos para enriquecer el biocida en radicales libres según la invención mostrados en la presente memoria. Según la presente descripción, la irradiación puede realizarse por ejemplo en una cámara de irradiación que tiene una capacidad mínima de 1 litro con una lámpara de al menos 6 W en la que puede fluir un flujo de biocida para irradiar, comprendido entre aproximadamente 10-500 litros/hora. Entonces, puede realizarse la irradiación, según esta realización, con una energía comprendida entre aproximadamente 40 y aproximadamente 2200 J/litro según la ecuación en la que la energía de irradiación expresada en julios se da por la potencia de la lámpara, expresada en W, entre el tiempo expresado en segundos.

Para irradiar flujos mayores de 500 l/h, será adecuado usar cámaras que tengan una capacidad mayor de 1 litro, también por un factor de 10 o más; en este caso la potencia de lámpara se adaptará por supuesto o pueden usarse múltiples lámparas para proporcionar la energía requerida. Según la presente invención, el biocida puede irradiarse con una energía no menor de 20 J/litro o 35 mJ/cm<sup>2</sup>, hasta valores como los mostrados en la bibliografía para las metodologías en la que se irradiaban las aguas para tratar que contienen el biocida (es decir, 100-300 mJ/cm<sup>2</sup>).

Para la presente invención, por lo tanto, los valores adecuados de irradiación partirán de 20 J/litro, entonces 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180 J/litro o más o, expresando la energía por cm<sup>2</sup>, valores a partir de 35 mJ/cm<sup>2</sup> a, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140, 145, 150, 155, 160, 165, 170, 175, 180, 185, 190, 195, 200, 205, 210, 215, 220, 225, 230, 235, 240, 245, 250, 255, 260, 265, 270, 275, 280, 285, 290, 295 o 300 mJ/cm<sup>2</sup>, aunque son preferibles tratamientos por debajo de 100 mJ/cm<sup>2</sup> por razones de costes.

Existen en el mercado varios productores de cámaras de irradiación, usadas actualmente como sistemas de esterilización para un gran número de aplicaciones. Son algunos ejemplos de aplicaciones: aguas primarias para alcanzar los estándares impuestos para aguas potables o para alcanzar estándares biológicos altos, suministros de agua potable para usos urbanos o privados, aguas de proceso para usos industriales, agua potable para viviendas residenciales, escuelas, industrias, hoteles, hospitales, aguas para las industrias de comestibles y bebidas, aguas para piscina, aguas de suministro para sistemas acondicionadores de aire y aguas de laboratorio de análisis.

Los productores más calificados son: Depurex88 srl (Italia, Padua), Montagna Ultraviolet System srl (Italia, Lachiarella - Milán); Trojan UV (Ontario - Canadá), Applied Membranes Inc. (Vista, California).

Las longitudes de agua usadas habitualmente para desinfectar por UV son de 254 nm y 185 nm. Para desinfectar y destruir residuos de ozono, la longitud de onda más usada es 254 nm. La longitud de onda de 185 nm se usa solo para destruir residuos de cloro y para reducir el valor de COT en agua. Con respecto a la capacidad de esterilización de la luz UV, penetra la membrana celular externa de los microorganismos, pasa a través del cuerpo celular y alcanza el ADN, alterando el sistema genético. Se destruyen entonces los microorganismos con un procedimiento no químico.

Puesto que la luz a 185 nm, usada en la reducción de COT, es más energética en comparación con la de 254 nm, descompone las moléculas orgánicas.

Las lámparas UV usadas normalmente son a baja presión con descarga de mercurio. Están compuestas por un cuarzo especial que parece vidrio estándar, pero que realmente es un filtro discriminante que deja pasar principalmente las dos longitudes de onda seleccionadas.

Está disponible en el mercado un amplio intervalo de cámaras de irradiación, compuestas por material plástico, pero también de acero inoxidable 304 y 316L; los tamaños pueden ser muy grandes, con un diámetro de más de 1 metro, conteniendo hasta 32 lámparas con absorción variable, de hasta 110 W cada lámpara.

Es un objeto de la presente descripción también el biocida enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno que puede obtenerse mediante el procedimiento descrito anteriormente, tal biocida estará por lo tanto a una concentración de al menos 1 % en peso que puede ser, por lo tanto, de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 o 15 % en peso.

El ácido peracético obtenido puede usarse para cualquier procedimiento en el que se use ácido peracético en la técnica anterior.

5 Por ejemplo, es un objeto de la invención un procedimiento para esterilizar aguas como se describe en la reivindicación 2.

10 El "ácido peracético reforzado" (otra definición usada en la presente descripción para "ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno") según la presente descripción puede usarse después de protocolos de esterilización de agua que usan normalmente ácido peracético, en los que el ácido peracético reforzado puede usarse a concentraciones finales iguales, o preferiblemente menores, que las usadas por el mismo ácido peracético no reforzado (por tanto, antes de la irradiación UV) en protocolos estándares.

15 El tratamiento puede efectuarse durante periodos que oscilan de 5 minutos a más de 72 horas, a concentraciones finales de ácido peracético enriquecido en radicales libre centrados en oxígeno a partir de 1 ppm hasta más de 100 ppm, incluso 200 o 300 ppm. El procedimiento de esterilización puede proporcionar uno o más tratamientos de las aguas para esterilizar con el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la presente descripción.

20 Para un mejor desempeño del ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno, será preferible usar dicho ácido peracético dentro de los 20 minutos desde la irradiación UV según el procedimiento de la presente descripción, más preferiblemente dentro de los 15 minutos e incluso más preferiblemente dentro de los 10 o 5 minutos desde dicha irradiación.

25 Es otro objeto de la presente descripción un procedimiento para controlar la colonización de microorganismos en aguas como se describe en la reivindicación 3.

30 El procedimiento puede aplicarse a aguas estancadas, a aguas de lastre y a aguas refrigerantes para plantas industriales para eliminar o reducir la colonización de microorganismos indeseados en dichas aguas.

35 El tratamiento puede efectuarse durante periodos que oscilan de 5 minutos a más de 72 horas, a concentraciones finales de ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno a partir de 1 ppm a más de 100 ppm, incluso 200 o 300 ppm, y el procedimiento de control puede proporcionar uno o más tratamientos de las aguas para esterilizar con el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la presente descripción.

40 En el caso de aguas aisladas, que deben reintroducirse en estanques abiertos, puede efectuarse el tratamiento anterior una vez, mientras que en otros casos puede repetirse opcionalmente con el tiempo a intervalos de minutos, horas, días, meses o incluso años.

45 La discontinuidad del tratamiento es particularmente indicada para todos aquellos sistemas en los que las aguas para tratar no fluyen libremente en aguas abiertas, sino que están temporalmente aisladas o en cualquier caso separadas (por ejemplo, aguas para irrigación o para uso doméstico de bebida o no bebida) de estanques, ríos y, en general, aguas libres.

50 La monitorización puede efectuarse mediante cualquier medio, técnica, kit y/o dispositivo adecuado para detectar y opcionalmente identificar microorganismos (por ejemplo, identificar microorganismos indeseados) y puede efectuarse antes y/o después del tratamiento. En general, una monitorización inicial puede ser útil para valorar si y cuándo se requiere tratamiento y la monitorización posterior puede ser útil para valorar la eficacia del mismo.

55 Para un mejor desempeño del ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno, será preferible usar dicho ácido peracético dentro de los 20 minutos desde la irradiación UV según el procedimiento de la presente descripción, más preferiblemente dentro de los 15 minutos e incluso más preferiblemente dentro de los 10 o 5 minutos desde dicha irradiación.

Es un objeto adicional de la presente invención un procedimiento para controlar y/o prevenir la colonización por organismos filtrantes acuáticos sobre las superficies de estructuras sumergidas como se describe en la reivindicación 4.

60 Este procedimiento se aplica en particular a plantas industriales que usan aguas libres (ríos, lagos, el mar) para refrigerar la misma planta y en las que el agua usada fluye a través de tubos de refrigeración, que contienen filtros, y se reintroduce entonces en el río, lago o el mar.

65 En este tipo de plantas, se desea eliminar especialmente aquellos organismos filtrantes acuáticos que colonizan los mismos tubos, taponándolos.

La etapa iii) de monitorización de dichos organismos puede efectuarse una vez o múltiples veces, antes y/o después y/o durante el tratamiento. En el caso de tratamiento continuo, de hecho, la monitorización puede servir para verificar la eficacia del mismo y opcionalmente para modificar la dosis durante los trabajos, mientras que, en el caso de tratamientos periódicos, la monitorización puede efectuarse también periódicamente.

La monitorización en la etapa iii) del procedimiento anterior (control de la colonización de organismos filtrantes acuáticos) puede llevarse a cabo en aguas en la proximidad de dichas estructuras, donde dicha definición indica también las aguas que fluyen a través de tubos, a nivel macroscópico y/o microscópico, identificando no solo los organismos adultos sino también larvas en diversos estadios de desarrollo y jóvenes.

La monitorización de tales organismos puede efectuarse mediante cualquier medio adecuado para su detección (muestreo de agua y comprobación manual, por ejemplo, con un microscopio y/o estetoscopio, muestreo manual y comprobación automatizada o viceversa, muestreo y comprobación automatizados o semiautomatizados tales como, por ejemplo, filtración de una buena cantidad de agua con una malla de 20 micrómetros, recogida del filtrado y recuento con microscopio de luz polarizada). Puesto que tales medios, que pueden usar también implementaciones informáticas, son comúnmente conocidos por el especialista en la técnica, no será necesario indicarlos con detalle para la ejecución del procedimiento descrito en la presente memoria.

También en este caso, el tratamiento puede efectuarse durante periodos que oscilan de 5 minutos a más de 72 horas, a concentraciones finales de ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno a partir de 1 ppm hasta más de 100 ppm, incluso 200 o 300 ppm, y dicho procedimiento de control y/o prevención puede proporcionar uno o más tratamientos de las aguas para esterilizar con el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la presente descripción.

Para un mejor desempeño del ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno, será preferible usar dicho biocida dentro de los 20 minutos desde la irradiación UV según el procedimiento de la presente invención, más preferiblemente dentro de los 15 minutos e incluso más preferiblemente dentro de los 10 o 5 minutos desde dicha irradiación.

Como se indica en el punto ii), el tratamiento puede efectuarse continuamente o de manera discontinua, es decir, el biocida enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la presente descripción puede introducirse con un flujo continuo en las aguas para tratar, o el biocida puede introducirse a intervalos temporales repetidos (por ejemplo, cada 20, 60, 90, 120, etc. minutos).

En una realización particular, se proporciona un procedimiento para controlar y/o prevenir la colonización por organismos filtrantes acuáticos descrita anteriormente, que comprende además todas las etapas del procedimiento descrito en la patente europea EP1401771 [0025-0032] [0040-0081] y en las reivindicaciones 1-9.

En la aplicación del procedimiento descrito en la patente EP1401771, el procedimiento se implementará notablemente mediante la adición de una etapa en la que se irradia un ácido peracético que tiene una concentración de al menos 1 % en peso con una lámpara UV, para generar un porcentaje de radicales libres centrados en oxígeno mayor que el presente en dicho ácido peracético no irradiado antes de su uso en aguas para tratar.

En todos los procedimientos indicados anteriormente, el tratamiento puede efectuarse continuamente o de manera discontinua, es decir, el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la presente descripción puede introducirse con un flujo continuo en las aguas para tratar, o el ácido peracético puede introducirse a intervalos temporales repetidos (por ejemplo, cada 30, 60, 90, 120 etc. minutos).

Resulta evidente que, en cada uno de los procedimientos en los que se usa el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la presente descripción, no se requerirá una etapa en la que se irradian con UV las aguas para tratar que comprenden dicho ácido peracético a la concentración de uso final (aproximadamente 1-300 ppm), puesto que la preirradiación del biocida que contiene al menos un enlace peróxido como se describe en la presente memoria refuerza la eficacia del biocida, permitiendo evitar la etapa de irradiación de las aguas para tratar.

Para las indicaciones sobre la energía requerida para la irradiación UV y sobre las concentraciones del biocida para irradiar, se hará referencia a las indicaciones dadas anteriormente.

Una planta de tratamiento de aguas, como se describe en la reivindicación 6, es también un objeto de la presente descripción.

Según la presente invención, tal planta permite en primer lugar la esterilización de agua.

Con este fin, la planta comprende en primer lugar medios para la captación de aguas para tratar.

Tales medios de captación, sin pérdida de generalidad, pueden comprender sistemas de tuberías, bombas, tanques

de recogida de agua o lo que pueda ser ventajoso para hacer fluir las aguas para tratar dentro de la misma planta.

Además, se proporciona a la planta al menos un estanque de almacenamiento que comprende ácido peracético a una concentración de al menos 1 % en peso.

5 Según la presente invención, se proporciona además a la planta una cámara de irradiación para dicho ácido peracético, siendo adecuada dicha irradiación para generar ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno. En particular, con este fin, se expone el ácido peracético a una lámpara UV y por tanto se irradia con rayos UV.

10 Se proporcionarán a la planta por lo tanto medios para introducir el ácido peracético enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno en las aguas para tratar. Una planta según la presente invención comprende medios para la emisión de aguas tratadas.

15 También con referencia a los medios para introducir los biocidas en las aguas y a los medios para emitir las aguas tratadas, debería entenderse que pueden comprender cualquier combinación de tubos, conductos, bombas, estanques u otras estructuras adecuadas para el fin, seleccionables por un especialista en la técnica basándose en cualquier realización de planta específica.

20 Una planta según la presente invención puede permitir ventajosa y adicionalmente efectuar una función de control sobre la colonización de microorganismos en aguas.

25 Con este fin, se proporcionará a una planta según la presente invención medios para monitorizar microorganismos en aguas para tratar y/o tratadas. Tales medios para monitorizar microorganismos deberían juzgarse dentro de las habilidades de un especialista en la técnica, y tales como para permitir efectuar una monitorización según lo descrito en la presente descripción, y por tanto no se describirán con detalle en la presente memoria.

30 Además, una planta según la presente invención puede permitir también una función de control y/o prevención de la colonización por organismos filtrantes acuáticos y/o larvas de los mismos sobre las superficies de estructuras sumergidas. Tal función se hace posible mediante la monitorización de organismos filtrantes acuáticos y/o larvas de los mismos en aguas cercanas a superficies de estructuras sumergidas.

35 Además, la planta anterior puede comprender ventajosamente medios para monitorizar la identificación de parámetros de biomasa de fitoplancton en aguas en la proximidad de superficies de estructuras sumergidas y medios relevantes para procesar dichos valores. En este caso, preferiblemente, los medios para monitorizar larvas de organismos filtrantes acuáticos se seleccionan por ser adecuados para efectuar una monitorización de la calidad y cantidad de zooplancton.

40 Tales medios para monitorizar organismos filtrantes acuáticos y/o larvas de los mismos deberían juzgarse dentro de las habilidades de un especialista en la técnica, y tales como para permitir efectuar una monitorización según lo descrito en la presente descripción, y por tanto no se describirán con detalle en la presente memoria.

45 Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar algunas de las pruebas efectuadas para verificar la eficacia del procedimiento para reforzar biocidas que tienen al menos un enlace peróxido sin limitar, por supuesto, la invención a los mismos.

## EJEMPLOS

### 1. Configuración de la planta piloto para los ensayos realizados

50 Se llevaron a cabo las pruebas de eficacia del ácido peracético irradiado con UV en una planta piloto consistente en un sistema hidráulico en el que se introduce agua con una bomba de inmersión, instalada directamente en el mar, modelo EBARA BEST 2M: la planta consiste en tubos compuestos de material plástico rígido, vallados hasta el acantilado, que llevan el agua a un edificio en el que se elaboran los acuarios en que se pretenden asentar las  
55 bateas de plástico para los mejillones. Se insertó la unión de la bomba aditiva (IWAKI Mod. EW-F10) a la entrada del estanque de tratamiento para añadir los aditivos en línea, minimizando la distancia entre la entrada del producto para probar y la batea que contiene los mejillones. Se encontró que la capacidad global de la bomba era de  $83 \pm 4,6$  litros por minuto; una vez se conectaba el tubo con los acuarios, se añadieron también dos grifos por delante de los estanques para calibrar el flujo y obtener el deseado de 30/minuto para los estanques individuales (tratamiento y control).  
60

65 Se dispusieron entonces 20 *Mytilus galloprovincialis* en cada uno de los dos estanques, uno para tratamiento y otro para control, de los cuales 10 medían aproximadamente 1 centímetro y 10 de tamaño mayor. Se observaron tanto la verticalización como la mortalidad durante las pruebas. La "verticalización", en particular, es un aspecto importante para evaluar en las pruebas relacionadas con la respuesta del mejillón al tipo (o concentración) de biocida. La incapacidad de anclarse al biso y por tanto alcanzar una posición óptima para filtrar el agua representa de hecho el

primer signo tangible del efecto biocida, que empieza a deteriorar las funciones vitales normales del mejillón.

## 2. Evaluación del efecto del ácido peracético no preirradiado (figura 2)

5 Durante el primer experimento, se hizo funcionar la bomba marina continuamente durante 3 días y se administró la solución de ácido peracético al 15 % a los mejillones a una cantidad de 20 ppm x 24 h con la bomba aditiva funcionando intermitentemente: 30 minutos encendida/apagada (concentración final: 10 ppm al día).

10 Esta primera prueba, mostrada a modo de ejemplo, ha mostrado un excelente efecto del biocida de modo que había una falta total de verticalización de los mejillones en el estanque de tratamiento, mientras que un 90 % de aquellos en el estanque de control estaban ya verticalizados después de las primeras 12 h de la prueba.

## 3. Cálculo de la concentración diaria ineficaz mínima de ácido peracético (figura 3)

15 Habiendo visto el excelente rendimiento del ácido peracético al 15 % en peso, las siguientes pruebas se dirigieron a encontrar la concentración diaria mínima tal que no asegurara una eficacia óptima. Esa concentración se ensayará entonces con la adición de irradiación UV y se observará cualquier diferencia y ventaja de esta técnica.

20 La prueba que preveía una concentración de 5 ppm durante 24 h continuas dio el siguiente resultado: el efecto de esta concentración de producto no dio resultados óptimos puesto que se observó verticalización de varios mejillones, a pesar de la adición continua del biocida.

## 4. Experimentos de irradiación directa del biocida concentrado con UV y posterior uso del mismo en las aguas para tratar (figuras 4-6)

25 Después de eso, se almacenó el producto concentrado (ácido peracético al 15 % en peso- nombre comercial Degaclean 150 de Evonik Degussa International AG) en un tanque para irradiación; se proporciona al tanque una lámina de cristal sobre el lado superior sobre la que se dispone la lámpara UV. La cantidad de producto requerida para añadir 5 ppm durante todo el día de prueba es muy pequeña, de modo que no es posible hacer la irradiación de tal pequeña cantidad. Por esta razón, se decidió usar una dilución 1:10 del producto, trabajando por tanto con una concentración final de 1,5 % en peso de ácido peracético en lugar del 15 % en peso inicial; por supuesto, las dosis se multiplicaron por 10, de modo que se obtuviera siempre la adición de 5 ppm al día de ácido peracético al 15 % en peso. Además, el experimento se comparará con pruebas ejecutadas tanto con la adición de ácido peracético al 15 % en peso no irradiado como con la misma dilución (1:10 entonces de ácido peracético al 1,5 % en peso no irradiado).

40 Un primer experimento, durante el cual se irradia la solución de 1,5 % en peso de ácido peracético durante 15 minutos/hora y se añade entonces a 5 ppm continuamente, mostró un efecto considerable sobre la verticalización de los mejillones, como se muestra en el gráfico de la figura 6.

Se realizaron pruebas adicionales para verificar el efecto del uso de una solución con dilución 1:10 de la dosis a 5 ppm sin UV (figura 4 y 5).

## 5. Histograma resumen de los resultados experimentales obtenidos (figura 1)

45 A partir de este gráfico final que muestra la media del número de mejillones que se verticalizaron durante todos los experimentos, es muy evidente el efecto de UV en comparación con el tratamiento sin el mismo:

- 50 - histograma blanco- irradiación UV en el producto diluido 1:10- dosificación continua multiplicada por 10 para obtener siempre 5 ppm al día
- histograma negro- producto al 15 % en peso no irradiado, dosificación continua de 5 ppm al día
- histograma gris- producto al 1,5 % en peso no irradiado, después de dilución 1:10, y dosis multiplicada por 10 para obtener siempre 5 ppm al día.

55 Considerando el número de observaciones correspondientes a 20 mejillones cada vez (20 mejillones más de control en cada tratamiento) y que las medias se realizaban siempre en tres repeticiones, es posible concluir que los rayos X son una implementación válida para el uso de ácido peracético.

## BIBLIOGRAFÍA

- 60 - Caretti C, Lubello C Wastewater disinfection with PAA and UV combined treatment: a pilot plant study. 2003 Water Research 37, 2365-2371
- C. Lubello et al. Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. 2004 Water Research 2939-2947
- 65 - Bianchini R. An EPR study on wastewater disinfection by peracetic acid, hydrogen peroxide and UV irradiation. Annali di Chimica, 92,2002, by Società Chimica Italiana
- Patente EP1401771.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento para preparar un biocida oxidante enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno, en el que se irradia ácido peracético que tiene una concentración de al menos un 1 % en peso con UV con una energía de 20 J/litro y entre 35 mJ/cm<sup>2</sup> y 300 mJ/cm<sup>2</sup> a longitudes de onda de 254 nm o 185 nm, para generar un porcentaje de radicales libres centrados en oxígeno mayor que el porcentaje presente en el ácido peracético no irradiado.
- 10 2. Un procedimiento para esterilizar agua que comprende las siguientes etapas:  
i) al menos una etapa de preparación de un biocida oxidante enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la reivindicación 1, y  
ii) al menos una etapa en la que el ácido peracético obtenido en la etapa i) se introduce en las aguas para tratar.
- 15 3. Un procedimiento para controlar la colonización de microorganismos en aguas que comprende las siguientes etapas:  
i) al menos una etapa de preparación de un biocida oxidante enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la reivindicación 1, y;  
20 ii) al menos una etapa en la que el biocida obtenido en la etapa i) se introduce en las aguas para tratar; y  
iii) al menos una etapa de monitorización de dichos microorganismos en las aguas para tratar y/o en las aguas tratadas.
- 25 4. Un procedimiento para controlar y/o prevenir la colonización por organismos filtrantes acuáticos sobre las superficies de estructuras sumergidas que comprende las siguientes etapas:  
i) preparación de un biocida oxidante enriquecido en radicales libres centrados en oxígeno según la reivindicación 1;  
30 ii) liberación continua o periódica del ácido peracético obtenido en la etapa i) en las aguas para tratar, y  
iii) al menos una etapa de monitorización de dichos organismos filtrantes acuáticos y/o larvas de los mismos en aguas cercanas a dichas estructuras.
- 35 5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que dicho ácido peracético obtenido en la etapa i) se usa en las aguas para tratar a una concentración final de entre 1 y 300 ppm.
- 40 6. Una planta para tratar aguas que comprende:  
a) medios para la captación de aguas para tratar;  
b) al menos un tanque de almacenamiento que contiene ácido peracético que tiene una concentración de al menos un 1 %;  
c) al menos una cámara de irradiación para irradiar dicho ácido peracético mediante rayos UV que comprende al menos una lámpara UV capaz de generar una energía que comprende 20 J/litro y entre 35 mJ/cm<sup>2</sup> y 300 mJ/cm<sup>2</sup> y longitudes de onda de 254 nm o 185 nm;  
45 d) medios para la captación de dicho ácido peracético irradiado con dicha lámpara UV;  
d') un tanque para dichas aguas para tratar, que recibe dichas aguas para tratar y dicho ácido peracético irradiado de diferentes captaciones, y  
e) medios para la emisión de aguas tratadas
- 50 en la que c) está por delante de d) y e),  
**caracterizada porque** dichas aguas para tratar no están irradiadas.
- 55 7. La planta según la reivindicación 6, que comprende además medios para monitorizar microorganismos en aguas para tratar y/o tratadas.
8. La planta según las reivindicaciones 6 o 7, que comprende además medios para monitorizar organismos filtrantes acuáticos y/o larvas de los mismos en aguas cercanas a las superficies de estructuras sumergidas.

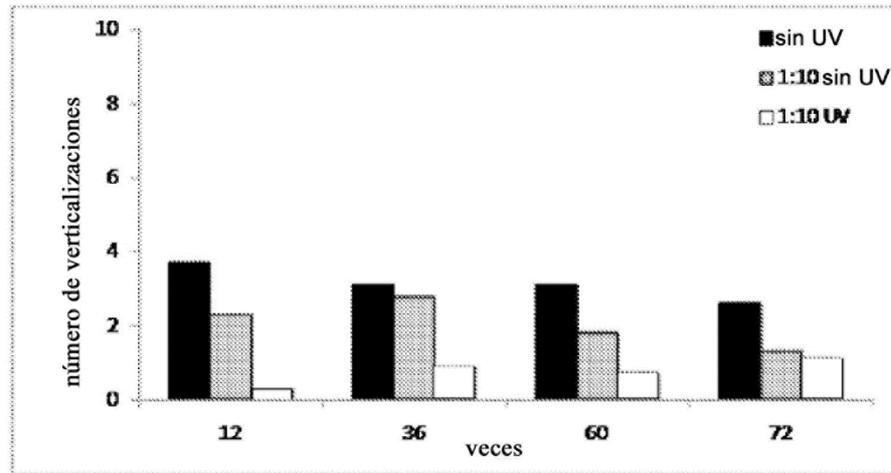


Fig. 1

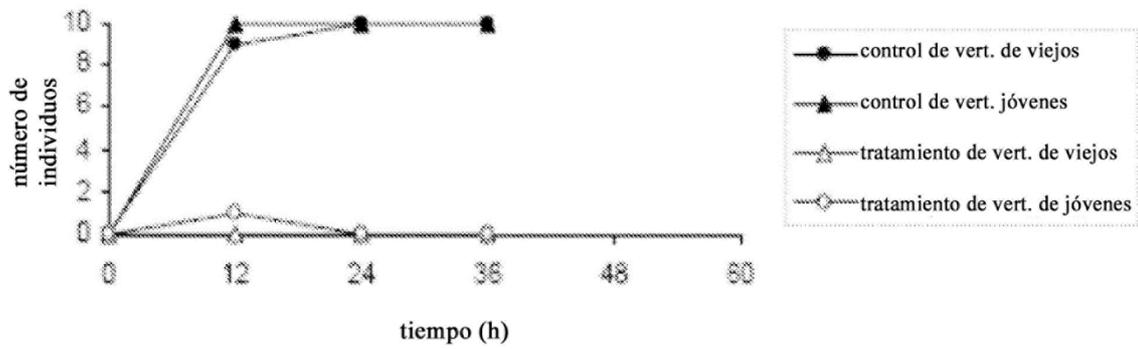


Fig. 2

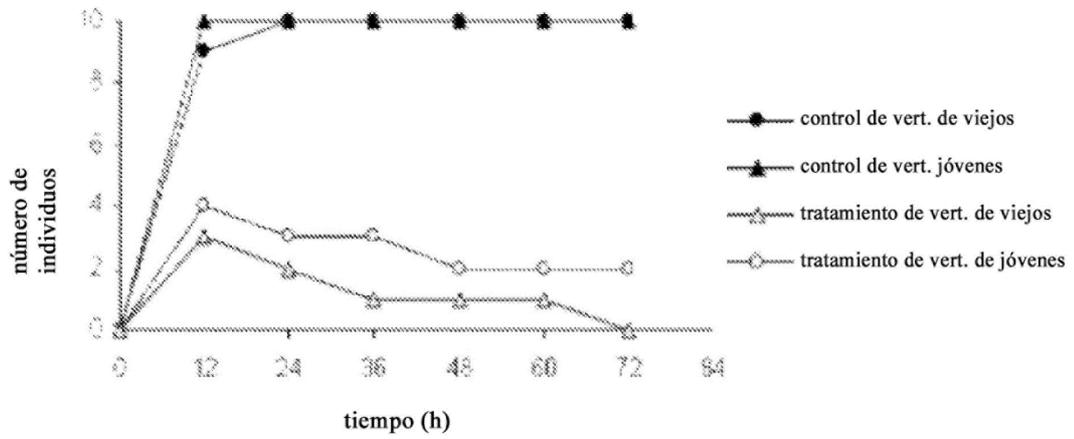


Fig. 3

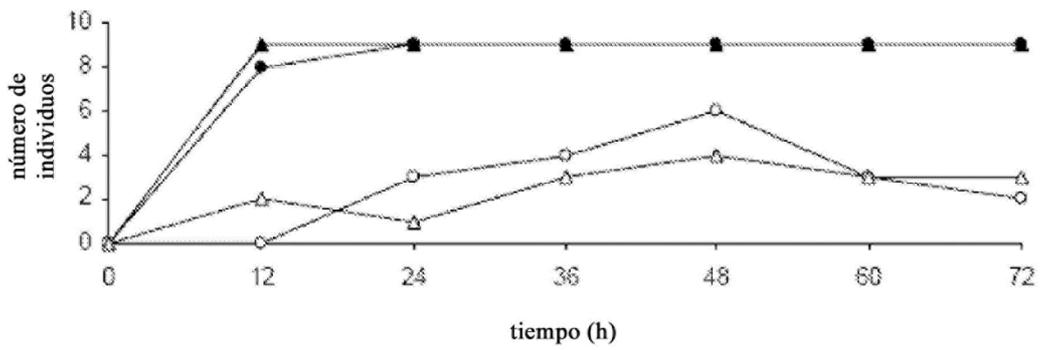


Fig. 4

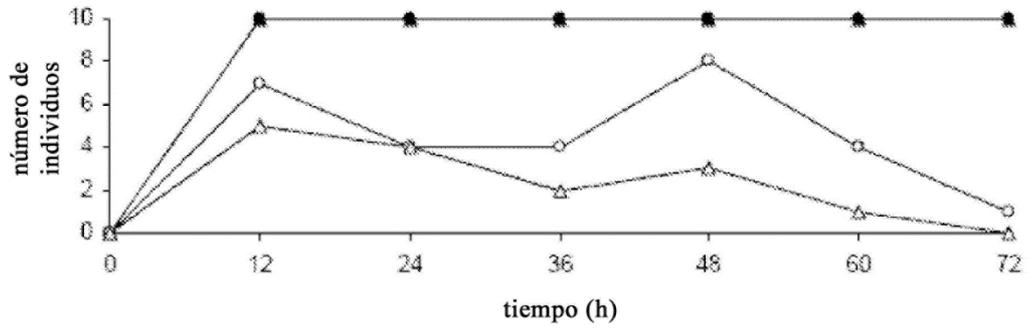


Fig. 5

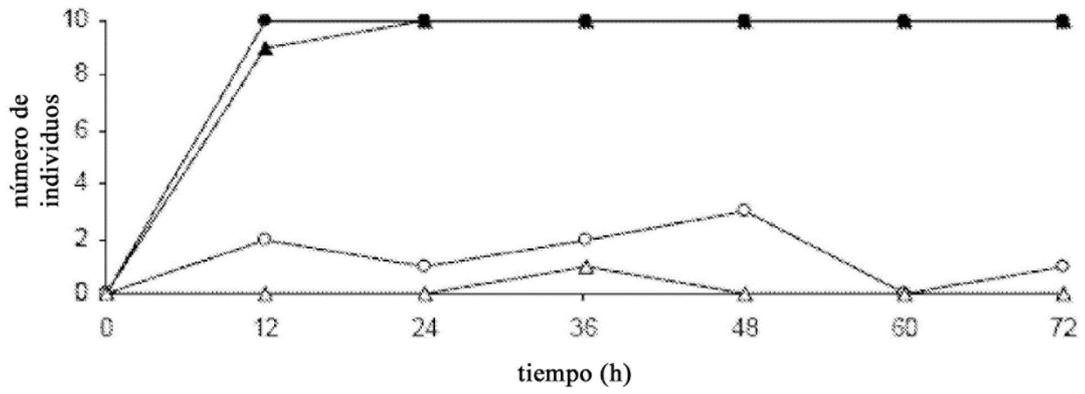


Fig. 6

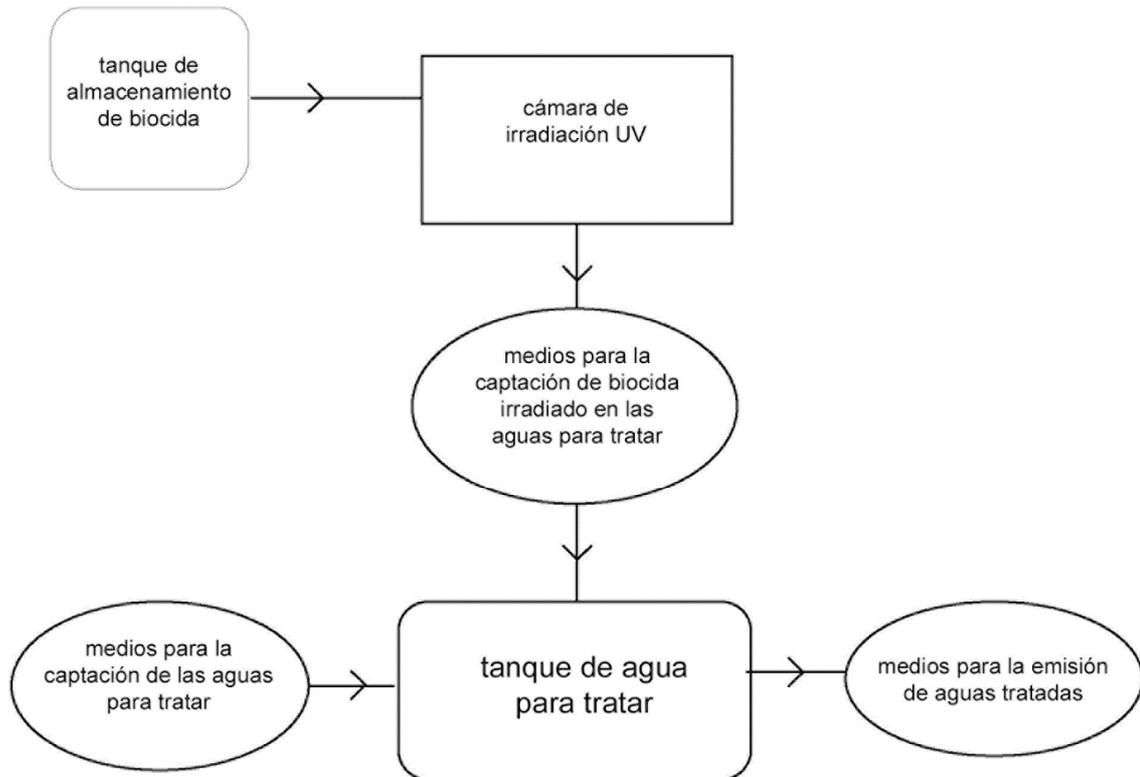


Fig. 7