

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 093**

51 Int. Cl.:

C02F 1/32 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

C02F 1/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012** **E 12164979 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018** **EP 2653448**

54 Título: **Tratamiento del agua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2018

73 Titular/es:

KEMIRA OYJ (100.0%)
Porkkalankatu 3
00180 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

ÖJSTEDT, ULRİK;
GRAMSTAD, ROBIN;
JANSSON, KAJ y
KOLARI, MARKO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 667 093 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

Tratamiento del agua

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la desinfección del agua para reducir la presencia de microorganismos, que incluyen bacterias, virus y hongos.

Antecedentes técnicos

10 En la actualidad, el uso, y por lo tanto la necesidad, de agua purificada está creciendo rápidamente en todo el mundo. Se están haciendo esfuerzos para producir agua pura a partir de agua menos pura que antes utilizando menos productos químicos sin, sin embargo, aumentar considerablemente el costo del procedimiento de purificación. Además, existe la necesidad de utilizar productos químicos biodegradables o, por lo demás, menos nocivos, y también productos químicos que no formen compuestos que tengan efectos perjudiciales para la salud. La purificación del agua bruta para producir agua potable normalmente incluye una filtración mecánica, generalmente un procesado biológico, y la adición de sustancias químicas purificadoras del agua en diferentes etapas del procedimiento de purificación para mejorar la purificación y/u oxidar la materia orgánica e inorgánica y los organismos.

15 Para desinfectar las aguas residuales tradicionalmente se usa la cloración. La cloración es bastante efectiva contra las bacterias, pero tiene una menor eficacia contra, por ejemplo, los virus. Además, la cloración da lugar a subproductos potencialmente tóxicos y mutágenos, lo que ha llevado a la disminución de la cloración como método de desinfección.

20 La radiación UV se ha convertido en un método cada vez más popular para la desinfección del agua debido a que es un método no químico y respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, el uso de radiación UV a niveles convencionales a menudo no es lo suficientemente efectivo para reducir el nivel de microorganismos a los valores aceptables requeridos por las autoridades. Para cumplir con estos requisitos, los usuarios deben invertir grandes sumas en más capacidad de radiación UV o en una mayor frecuencia de limpieza y/o intercambio de las lámparas UV.

25 Los virus entéricos son virus que se pueden multiplicar en el tracto gastrointestinal de seres humanos o animales. Se sabe que más que 140 virus entéricos infectan a los seres humanos, incluidos los virus que causan enfermedades gastrointestinales comunes, hepatitis, meningitis, poliomyelitis y enfermedades febriles no específicas. Además, algunos virus entéricos también han sido asociado con enfermedades crónicas, por ejemplo, diabetes mellitus y síndrome de fatiga crónica.

30 Los procedimientos actuales de desinfección del agua solo pueden reducir la cantidad de virus entéricos en el agua usando altas dosis de productos químicos.

35 Además de utilizar aditivos bastante costosos, grandes cantidades de aditivos y/o aditivos químicos no muy respetuosos con el medio ambiente, los métodos conocidos utilizados para la reducción de microorganismos en el agua no son tan efectivos para reducir la cantidad de virus entéricos.

40 La publicación "Inactivation of enteric microorganisms with chemical disinfectants, UV irradiation and combined chemical/UV treatments" de J. Koivunen y H. Heinonen-Tanski, Water Research 39 (2005) 1519-1526, describe las eficacias de desinfección entre ácido peracético (PAA), peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio. También se describe la evaluación de los efectos sinérgicos con el uso combinado de UV. Sin embargo, la desinfección combinada PAA/UV no logró ningún efecto sinérgico significativo en comparación con el uso solo de PAA. El ácido peracético (PAA) es un desinfectante eficaz contra las bacterias entéricas, pero no tan eficaz contra los virus y las bacterias, esporas y quistes de protozoos. Sólo mediante el uso de dosis altas, p. ej., 7-15 mg/L, de PAA puede MS2 ser inactivado (reducción logarítmica 1 – 1,5). El PAA en combinación con la irradiación UV ha demostrado ser eficaz contra las bacterias entéricas, pero no se observa un efecto sinérgico en la reducción de la cantidad de MS2, en comparación con el tratamiento sólo con PAA.

45 La publicación "Performic acid (PFA): test on an advanced primary effluent show promising disinfection performance" de R. Gehr et al., Water Science & Technology, vol 59, no 1, 2009, p. 89-96, describe el uso de ácido perfoómico como método de desinfección para aguas residuales.

50 El documento US2007/163966 describe un procedimiento para regenerar el agua efluente dentro de la industria de procesado de alimentos, en el que se usa ácido peroxifórmico como biocida.

Todavía existe la necesidad de mejorar la reducción de microorganismos como los virus entéricos, pero también reducir la cantidad de aditivos necesarios y utilizar alternativas más amigables con el medio ambiente.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para reducir en el agua la presencia de microorganismos, especialmente microorganismos entéricos tales como virus entéricos y bacterias.

5 Otro objeto de la presente invención es reducir las cantidades de aditivos químicos y/o proporcionar productos químicos más respetuosos con el medio ambiente en la desinfección del agua.

Un objeto adicional de la presente invención es reducir el ensuciamiento de las lámparas UV usadas en el procedimiento de acuerdo con la presente invención.

10 La presente invención se refiere a un procedimiento para la reducción de la presencia de microorganismos en el agua usando una fuente de energía y un aditivo. La fuente de energía es la radiación UV y el aditivo comprende ácido perfoómico (PFA). Los microorganismos influidos por el presente método pueden ser bacterias y/o virus. Entre los virus, puede ser de interés eliminar con el presente método los bacteriófagos, tales como MS2. De acuerdo con una realización, el presente método está dirigido a eliminar bacterias entéricas tales como *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium* y/o virus entéricos. Mediante la combinación de PFA y radiación UV se puede lograr una mayor reducción de bacterias y virus en comparación con los procedimientos actuales y 15 también en comparación con el uso sólo de PFA o sólo de radiación UV. Por lo tanto, la combinación logra un efecto que puede ser aditivo o sinérgico. Las plantas existentes para la desinfección del agua pueden adaptarse fácilmente para implantar la presente invención.

El agua a tratar se somete a radiación UV durante y/o después de la adición al agua del aditivo que contiene PFA.

20 El PFA se añade a las aguas a desinfectar en una cantidad de 0,1 a 5 mg/L, preferiblemente 0,2-4 mg/L, preferiblemente 0,3-2 mg/L, y preferiblemente 0,4-1 mg/L.

La adición de PFA se realiza intermitentemente como una dosificación instantánea de choque en una cantidad de 10 a 50 mg/L.

25 La presente invención también se refiere al uso de una fuente de energía y un aditivo para la reducción de la presencia de microorganismos en el agua, donde la fuente de energía es la radiación UV y el aditivo comprende ácido perfoómico.

Realizaciones específicas de la invención

En la presente solicitud, la expresión "microorganismos" incluye bacterias, virus, hongos, protestas, arqueas y priones.

30 Las *Escherichia*, especialmente *E. coli* y *Enterococos*, especialmente *E. faecalis* y *E. faecium*, son bacterias indicadoras comunes utilizadas en los ensayos de calidad del agua y el bacteriófago MS2 es un sustituto común de los virus entéricos que potencialmente podrían contaminar las muestras de agua del campo.

35 La bacteria *Escherichia coli* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* y es la principal bacteria indicadora utilizada en las pruebas de pureza del agua. La presencia de *E. coli* significa que el agua puede estar contaminada con desechos fecales humanos o animales y, por lo tanto, sirve como indicador de que otras bacterias o virus potencialmente dañinos pueden estar presentes. *E. coli* se usa con mayor frecuencia en la comprobación del agua porque su respuesta a la radiación ultravioleta ha sido bien caracterizada.

40 *Enterococcus* es un género de bacterias del ácido láctico del filo *Firmicutes*. Los *Enterococos* son cocos grampositivos que a menudo se presentan en pares (diplococos) o cadenas cortas. Dos especies son organismos comensales comunes en los intestinos de los seres humanos: *E. faecalis* y *E. faecium*. En el agua, el nivel aceptable de contaminación de estas bacterias es muy bajo. El nivel de *Enterococcus* spp. se usa en algunas áreas como estándar para el control de la calidad del agua.

45 El bacteriófago MS2 es de la familia *Leviviridae* y tiene ARN monocatenario positivo y tiene la misma forma y tamaño que los virus entéricos. Típicamente, infecta al *Bacillus subtilis*, pero comúnmente se propaga en *Escherichia Coli* en el laboratorio. MS2 es un sustituto muy común para los enterovirus que infectan los suministros de agua, ya que se ha demostrado que el fago responde de manera similar al tratamiento con luz UV. La similitud de MS2 en la inactivación UV, junto con su facilidad y seguridad de propagación en el laboratorio lo convierten en el organismo sustituto perfecto para las pruebas de UV. De hecho, la EPA realmente define MS2 como "un bacteriófago no patógeno usado comúnmente como un organismo de desafío en la prueba de validación de reactores de UV".

50 De acuerdo con la presente invención, se añade PFA a las aguas a tratar en una cantidad de 0,1 a 50 mg de PFA por litro de agua a tratar.

Para poder desinfectar las aguas, se debe añadir una cantidad de 0,1 a 5 mg de PFA por litro de agua, preferiblemente 0,2-4 mg/L, preferiblemente 0,3-2 mg/L, y preferiblemente 0,4-1 mg/L. Sin embargo, debido al material orgánico y/o a los microorganismos presentes en el procedimiento, la eficiencia de la lámpara UV puede

reducirse debido a la suciedad, específicamente en la posición del aparato donde la lámpara UV está irradiando las aguas. Al aumentar intermitentemente la dosificación de PFA, el procedimiento se lleva a cabo sin un efecto UV reducido debido al ensuciamiento. El procedimiento se ejecuta con una adición continua de PFA. La adición continua de PFA se mantiene principalmente en una cantidad de 0,1 a 5 mg de PFA por litro de agua, pero de forma intermitente se añade instantáneamente a las aguas una dosis incrementada, una dosis de choque, de PFA. Antes y después de cada adición de una dosis de choque de PFA, la adición de PFA se mantiene en una cantidad de 0,1-5 mg/L. La reducción del ensuciamiento del aparato en la lámpara UV se lleva a cabo mediante dosificación de choque utilizando cantidades de PFA en el extremo superior del intervalo descrito anteriormente, p. ej., 10-50 mg/L ó 15-40 mg/L. Dependiendo de la intensidad del ensuciamiento en las superficies de la lámpara UV, la suma semanal de períodos de dosificación de choque es entre 0,3-30 h. La dosificación de choque se puede aplicar usando secuencias diferentes, como dosis cortas aplicadas a menudo o dosis largas aplicadas con menos frecuencia. En una realización, la dosificación de choque se aplica 1-3 veces a la semana, en otra realización cada 6 horas. El aditivo que contiene PFA puede ser una disolución de equilibrio de PFA. Se añade PFA al agua y se deja reaccionar. El agua a desinfectar se somete a radiación UV durante y/o después de la adición de PFA al agua. El tiempo de reacción del PFA no está limitado, pero típicamente es de hasta 60 minutos, preferiblemente de 1 a 30 minutos, preferiblemente de 2 a 10 minutos. El PFA se degrada en pocas horas y los productos de degradación final después de entrar en el recipiente son agua y dióxido de carbono. Por lo tanto, el PFA tiene efectos negativos bajos sobre el medio ambiente.

La combinación del tratamiento de PFA con la radiación UV es más efectiva para reducir las cantidades de MS2 (el organismo de ensayo sustituto de los virus entéricos) que estos desinfectantes utilizados solos y por separado. Una explicación para esto puede ser radicales libres producidos por fotólisis de PFA.

Los coliformes fecales son un grupo de especies de bacterias (principalmente *Escherichia*) presentes en el tracto intestinal y las heces de animales de sangre caliente y seres humanos. La presencia de estas bacterias en el agua indica la presencia de desechos humanos o animales y la presencia de patógenos (organismos causantes de enfermedades) en el sistema de agua.

La combinación del tratamiento de PFA con la radiación UV también es más efectiva para reducir las cantidades de *E. coli* y *Enterococos* que estos desinfectantes solos y por separado.

La dosis de radiación UV es típicamente de 5-50, preferiblemente de 10-30 mJ/cm². La dosis está determinada por la intensidad de la radiación UV y por su duración.

La longitud de onda de la radiación UV es 180-320 nm, preferiblemente 200-290 nm.

El agua a tratar es, por ejemplo, agua residual, agua de refrigeración, agua de proceso o agua potable.

Ejemplos

Ejemplo 1

La fuente de ácido per fórmico utilizada en los ensayos fue DEX-135® (Kemira, disolución de equilibrio con 13,5 p/v-% de PFA (13,5 g PFA/100 mL)).

Se añadió DEX-135® recién preparado al efluente de aguas residuales (500 mL) que se enriqueció con colifagos de ARN (MS2) hasta contener 38534 PFU/mL de MS2 y se mezcló continuamente con un agitador magnético. El PFA se inactivó después de 10 minutos de tiempo de contacto al agregar 500 µL de Na₂S₂O₃ al 10% (Merck) y 5 µL de catalasa (Sigma Catalase) a estos efluentes tratados con 500 mL de PFA. Las concentraciones ensayadas de PFA en el efluente fueron de 0,5 hasta 7 ppm.

Desinfección UV con dispositivo colimador: el ensayo se realizó con 50 mL de efluente de aguas residuales. Las aguas se recogieron en los cilindros y se enriquecieron con colifagos de ARN (MS2) hasta contener 38534 PFU/mL de MS2 y se mezclaron. Se tomaron 10 mL de esta agua en placas Petri (diámetro 6 cm) y se expusieron a UV usando un haz colimado (intensidad I₀ en la superficie del agua 0,22 mW/cm²) con mezcla continua con agitador magnético. El tiempo de exposición a UV fue de 0,5, 1 y 2 minutos correspondientes a las dosis de UV de 6,6, 13,2 y 26,4 mW/cm². La longitud de onda fue de 253,7 nm.

Experimento de desinfección con PFA + UV: efluente de aguas residuales, que se enriqueció con colifagos de ARN (MS2) hasta contener 38534 UFP/mL de MS2 y se mezcló, se trató en primer lugar con PFA con una dosis de 0,75 mg/L de muestra de agua residual. Después de 4 minutos de tiempo de contacto, esta agua residual tratada con PFA se hizo fluir a través del dispositivo colimador de radiación UV con un caudal específico, por lo que la dosis de UV fue de 21,5 mWs/cm². La muestra de aguas residuales para análisis microbiano se tomó a los 9 minutos después del tratamiento con PFA (es decir, antes del tratamiento con UV) y justo después del tratamiento con UV a un tiempo total de contacto de 10 minutos con el tratamiento con PFA. El PFA residual se inactivó como se hizo en los ensayos experimentales de ácido per fórmico.

Determinación de microorganismos: los análisis microbiológicos se iniciaron pocos minutos después del segmento de desinfección del experimento. Los colifagos MS2 se determinaron en agar TYG de fago basándose en el método ya descrito de doble capa de agar (Adams, 1959), con *Escherichia coli* ATCC 15597 y 13706, respectivamente como bacterias hospedadoras y una incubación durante toda la noche a 37°C. Después de la incubación, se contaron las placas de virus y se calcularon los resultados como PFU/mL (PFU = unidad formadora de placas) y también se determinó el porcentaje de reducción. Los métodos de determinación para los colifagos utilizados están de acuerdo con la norma ISO 10705-2 (para colifagos somáticos).

La combinación de UV y PFA, así como el efecto de los dos tratamientos solos se probaron contra los colifagos MS2. Se calculó la dosis requerida para la eliminación del 90%/(1 log) y se presenta en la Tabla 1. El índice sinérgico se calculó mediante el método presentado por F. C. Kull et al., Applied Microbiology, vol. 9 (1961), p. 538. Aquí, el índice sinérgico se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice sinérgico SI} = Qa/QA + Qb/QB.$$

Al aplicar esta fórmula al sistema biocida probado en el presente contexto, los parámetros en la fórmula tienen los siguientes significados:

Por ejemplo, en la reducción 1 log:

Qa = Concentración del biocida A en la mezcla de biocida

QA = concentración de A como el único biocida

Qb = Concentración de biocida B en la mezcla de biocidas

QB = concentración de B como el único biocida.

El índice sinérgico se calculó para una reducción de 1 log. En todos los cálculos, tanto Qa (dosis de PFA) como Qb (dosis de UV) se eligen entre los utilizados en el estudio y el otro se calcula a partir del ajuste lineal de los puntos de datos.

El índice de sinergia (SI) calculado usando estos resultados es 1 (= efecto aditivo). Esto indica que el efecto de combinación de UV y PFA es al menos aditivo y cercano a la sinergia.

Tabla 1. Comparación de los resultados de PFA y UV en el agua residual efluente para una reducción de 1 log de MS2.

Microbios	PFA (mg/L)	UV (mWs/cm ²)	PFA mg/L + UV mWs/cm ²
MS2	3,5	27,2	0,75 + 21,5

Ejemplo 2

Dado que el efluente de aguas residuales podría contener menos que 100 cfu/mL (10⁴ cfu/100 mL) de *E. coli* y Enterococos, se añadieron a las aguas residuales estos microorganismos para que el número de estos microorganismos se mantuviera en un nivel de 10⁴-10⁵ cfu/mL, permitiendo estudiar mejor la reducción. *E. coli* ATCC 15597 y *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 se produjeron en caldo de extracto de levadura y triptona como cultivos agitados por sacudidas durante toda la noche a 37°C y se mantuvieron a 4°C durante el experimento. Los números de *E. coli* y Enterococos (que contienen tanto los naturales como los enriquecidos) se recomptaron a partir de efluentes y efluentes después de desinfecciones utilizando agar Chromocult (Merck) y se confirmaron mediante producción de indol por *E. coli* y agar Slanetz-Bartley (Labema) para Enterococos incubados a 37°C durante 1 y 2 días, respectivamente.

El efluente de aguas residuales recién preparado enriquecido se trató con DEX-135® nuevo con concentraciones de PFA 0,25 mg/L, 0,5 mg/L y 1,0 mg/L en aguas residuales, de modo que el tiempo de contacto bajo mezcla fue de 10 minutos y la reacción se interrumpió con 1 mL de Na₂S₂O₃ al 10% y 10 µL de catalasa (Sigma) para una mezcla de reacción de 1 L. Los recuentos de *E. coli* y Enterococos se realizaron como para las aguas residuales recientes manteniendo la mezcla a 4°C durante menos que 5 horas antes de comenzar el análisis.

Sólo irradiación UV: el efluente de aguas residuales enriquecido se mezcló y se trató en un dispositivo colimador (intensidad UV de 0,22 mW/cm² en la superficie de la disolución) para tratar las irradiaciones UV usando UV 15 mWs/cm² solo, UV 25 mWs/cm² solo y UV 50 mWs/cm² solo. Los recuentos de *E. coli* y Enterococos se determinaron como anteriormente.

Ensayos combinados con PFA y UV: el efluente de aguas residuales enriquecido se trató con PFA de modo que sus concentraciones fueron 0,25 y 0,5 y 1,0 mg/L y las irradiaciones UV fueron 15, 25 y 50 mWs/cm² como todos tres veces tres combinaciones de PFA y UV. El efecto de solo PFA fue primero durante 60 segundos y luego se inició la

irradiación UV encendiendo la lámpara y después de las dosis de irradiación deseadas la lámpara se apagó y el tiempo de tratamiento total con PFA continuó hasta 10 minutos y luego se inactivó como tratamiento de PFA.

Se analizaron *E. coli* y Enterococos mediante la técnica de extensión en placa. *E. coli* se cultivó en agar Chromocult (Merck, KGaA, Alemania) y se incubó a 37°C durante 21+3 h (prefiriéndose 2 días) y los Enterococos en agar Slanetz & Bartley (Lab M, IDG plc, Bury, Lancashire, UK) y se incubaron a 37°C durante 48 + 3 h. *E. coli* fue confirmado por oxidasa. Los números bacterianos se calcularon como CFU/mL (CFU = Unidad formadora de colonias) y también se determinaron las reducciones. Estos métodos de determinación bacteriana se describen en ISO-9308-1 (*E. coli*) y SFS-EN ISO 7899-2 (Enterococos).

El efecto sobre *E. coli* con el tratamiento combinado de UV y PFA se puede ver en la Tabla 2 y el efecto sobre Enterococos en la tabla 3.

Una combinación de PFA y UV da una mayor reducción de *E. coli* y Enterococos que los tratamientos individuales solos. También es obvio que se pueden lograr ahorros sustanciales de energía UV.

Tabla 2. El efecto de los tratamientos sobre *E. coli*

Tratamiento	Reducción log
UV 25 mWs/cm ²	1,72
PFA 0,25 mg/L	1,72
PFA 0,25 mg/L + UV 25 mWs/cm ²	3,52

Tabla 3. El efecto de los tratamientos sobre Enterococos

Tratamiento	Reducción log
UV 15 mWs/cm ²	1,12
PFA 0,25 mg/L	3,08
PFA 0,25 mg/L + UV 15 mWs/cm ²	4,53

Ejemplo 3

Los efectos aditivos y sinérgicos se calcularon a partir de los resultados de los tratamientos del ejemplo 2. Se realizaron los gráficos de reducción log frente a dosis y los valores dados más adelante se interpolaron a partir de la función lineal de los puntos de datos. Mediante la combinación de dosis interpoladas de UV y PFA se pueden observar efectos aditivos y sinérgicos. Como ejemplo, una combinación de 0,06 mg/L de PFA y una dosis UV de 15 mWs/cm² muestra un efecto sinérgico. Para obtener la misma reducción de *E. coli* mediante los tratamientos individuales solos, se necesitan respectivamente 0,33 mg/L de PFA y 21,5 mWs/cm² de UV. El índice de sinergia (SI) es 0,88, lo que indica una sinergia. La combinación de 0,22 mg/L de PFA y 15 mWs/cm² de UV da un SI de 1, lo que significa un efecto aditivo. Los resultados se pueden ver en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores SI en experimentos con *E. coli*

Reducción Log	1,5	2
PFA solo mg/L (Q _A)	0,33	0,44
UV solo (Q _B)	21,46	28,61
PFA mg/L en combinación con UV (Q _a)	0,06	0,22
UV en combinación con PFA (Q _b)	15	15
SI	0,88	1,02

Otro ejemplo muestra resultados para Enterococos. Las combinaciones de PFA 0,03 mg/L y UV 15 mWs/cm², PFA 0,19 mg/L y UV 15 mWs/cm², y PFA 0,35 mg/L y UV 15 mWs/cm² muestran todos efectos sinérgicos, mientras que la combinación PFA 0,52 mg/L y UV 15 mWs/cm² muestra un efecto aditivo. Los resultados se pueden ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Valores SI en experimentos con Enterococos

Reducción Log estudiada	2,5	3	3,5	4
PFA solo mg/L (Q_A)	0,47	0,56	0,66	0,75
UV solo (Q_B)	28,84	34,60	40,37	46,14
PFA mg/L en combinación con UV (Q_a)	0,03	0,19	0,35	0,52
UV en combinación con PFA (Q_b)	15	15	15	15
SI	0,57	0,77	0,93	1,01

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para reducir la presencia de microorganismos en el agua que utiliza una fuente de energía y un aditivo, caracterizado porque la fuente de energía es radiación UV y el aditivo comprende ácido per fórmico, donde el agua a ser tratada es sometida a radiación UV durante y/o después de la adición al agua del aditivo que contiene ácido per fórmico, y el ácido per fórmico se añade continuamente a las aguas a desinfectar en una cantidad de 0,1 a 5 mg/L y se realiza una dosificación intermitente instantánea de choque usando ácido per fórmico en una cantidad de 10 a 50 mg/L, y la suma semanal de los períodos de dosificación de choque realizados es 0,3-30 h.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los microorganismos son bacterias y/o virus.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que las bacterias y/o virus son bacterias y/o virus entéricos.
4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que las bacterias se seleccionan de *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*.
5. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que los virus son bacteriófagos.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que el bacteriófago es MS2.
7. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el ácido per fórmico se añade continuamente a las aguas a desinfectar en una cantidad de 0,2-4 mg/L, preferiblemente 0,3-2 mg/L, y preferiblemente 0,4-1 mg/L.
8. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 7, en el que la adición de ácido per fórmico de forma intermitente se realiza como una dosificación instantánea de choque en una cantidad de 15 a 40 mg/L.
9. Uso de una fuente de energía y un aditivo para la reducción de la presencia de microorganismos en el agua, caracterizado porque la fuente de energía es la radiación UV y el aditivo comprende ácido per fórmico, en el que el agua a tratar se somete a radiación UV durante y/o después de la adición al agua del aditivo que contiene ácido per fórmico, y el ácido per fórmico se añade continuamente a las aguas a desinfectar en una cantidad de 0,1 a 5 mg/L y se realiza una dosificación intermitente instantánea de choque usando ácido per fórmico en una cantidad de 10 a 50 mg/L y la suma semanal de los períodos de dosificación de choque realizados es 0,3-30 h.