(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 613 960**

(51) Int. CI.:

B01D 53/86	(2006.01)	***A01N 59/06***	(2006.01)
B01J 23/38	(2006.01)	***A01N 59/08***	(2006.01)
B01J 23/54	(2006.01)	***A01N 59/16***	(2006.01)
B01J 23/70	(2006.01)		
B01J 23/76	(2006.01)		
B01J 35/06	(2006.01)		
B01J 37/02	(2006.01)		
C02F 1/72	(2006.01)		
C02F 1/74	(2006.01)		
D06M 11/83	(2006.01)		

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2008 PCT/GB2008/002864**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2009 WO09027649**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2008 E 08788424 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2185271**

(54) Título: **Agente antimicrobiano y/o catalizador para reacciones químicas**

(30) Prioridad:

25.08.2007 GB 0716621
25.08.2007 GB 0716622

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2017

(73) Titular/es:

DE MONTFORT UNIVERSITY (100.0%)
THE GATEWAY
LEICESTER LE1 9BH, GB

(72) Inventor/es:

HUDDERSMAN, KATHERINE y
WALSH, SUSANNAH, ELIZABETH

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Agente antimicrobiano y/o catalizador para reacciones químicas

La presente invención se refiere a un método para la destrucción y/o la inactivación de microbios (tales como esporas, bacterias, virus, parásitos, hongos y levaduras) mediante el uso de un catalizador que comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte, a un método para la desinfección de un sustrato mediante el uso del catalizador, al uso del catalizador para la destrucción y/o la inactivación de microbios y para la desinfección de un sustrato, y a una composición y un aparato para la destrucción y/o la inactivación de microbios que comprende el catalizador.

Los procesos antimicrobianos son deseables tanto en situaciones domésticas como industriales, y son necesarios en muchos ámbitos tales como en las industrias médica, veterinaria, dental, química, farmacéutica, agrícola, textil y del agua.

El documento WO01/8167A2 desvela un método para combatir y prevenir las infecciones nosocomiales, que comprende proporcionar a las instalaciones sanitarias telas textiles que incorporan fibras recubiertas con un oxidante, una forma catiónica del cobre, para su uso en el contacto y el cuidado del paciente, en el que se dice que la tela textil es eficaz para la inactivación de cepas bacterianas resistentes a antibióticos.

Se conocen algunos agentes antimicrobianos. Por ejemplo, se ha demostrado que los compuestos de peroxígeno (es decir, los compuestos que contienen un grupo -O-O-) tales como peróxido de hidrógeno y ácido peracético, tienen actividad antimicrobiana frente a muchos tipos diferentes de microorganismos, incluyendo bacterias grampositivas y gramnegativas, protozoos, esporas bacterianas, micobacterias, levaduras, hongos y virus (véase, por ejemplo, Block S. S. (2001) Peroxigen compounds in Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5ª edición, ed Block, S. S., 185-204, Philadelphia: Lippincott, Williams y Wilkins; Bradley C. R., Babb J. R. y Ayliffe G. A. J. (1995) Evaluation of the Steris System 1 Peracetic Acid Endoscope Processor, Journal of Hospital Infection, 29, 143-151; Harakeh M. S. (1984) Inactivation of enteroviruses, rotaviruses and bacteriophages by peracetic acid in a municipal sewage effluent, FEMS Microbiology Letters, 23, 27-30; Holton J., Shetty N. y McDonald V. (1995) Efficacy of 'Nu-Cidex' (0,35 % peracetic acid) against mycobacteria and cryptosporidia, Journal of Hospital Infection, 31, 235-244; Lauzardo M. y Rubin J. (2001) Mycobacterial disinfection in Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5ª edición, ed Block S. S., 513-528, Philadelphia: Lippincott, Williams y Wilkins; Maillard J. Y. y Russell A. D. (1997) Viricidal activity and mechanisms of action of biocides, Science Progress, 80 (4), 287-315; Moore S. L. y Payne D. N. (2004) Types of antimicrobial agent in Principles and Practice of Disinfection Preservation and Sterilization, 4ª edición, eds Fraise A. P. Lambert P. A. y Maillard J. Y., 8-97, Oxford: Blackwell Publishing Ltd; y Russell A. D. (1998) Microbial susceptibility and resistance to chemical and physical agents in Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections, Volumen 2: Systematic Bacteriology, eds Balows A. y Duerden B. I., 149-184, Londres: Arnold). El peróxido de hidrógeno y el ácido peracético tienen muchas aplicaciones, incluyendo la desinfección de aguas residuales, y se usan ampliamente en las industrias de procesado de alimentos y de bebidas (véase, por ejemplo, Russell A. D. y Russell N. J. (1995) Biocides: activity, action and resistance in 50 Years of Antimicrobials, eds Hunter P. A., Darby G. K. y Russell N. J., Society for General Microbiology, Simposio 53. Cambridge University Press). Se cree que el (los) mecanismo(s) de acción de los peroxígenos frente a los microorganismos incluye(n) la oxidación, incluyendo la oxidación de radicales libres, de objetivos tales como enzimas, grupos tiol de proteínas y ADN (véase, por ejemplo, Block (2001) Peroxigen compounds in Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5ª edición, ed Block, S. S., páginas 185-204, Philadelphia: Lippincott, Williams y Wilkins; Denyer y Stewart, (1998): Mechanisms of action of disinfectants, International Biodeterioration and Biodegradation. 41, 261-268; y Moore y Payne (2004) Types of antimicrobial agent in Principles and Practice of Disinfection Preservation y Sterilization, 4ª edición, eds Fraise A. P. Lambert P. A. y Maillard J. Y., páginas 8-97, Oxford: Blackwell Publishing Ltd).

El documento US-7.049.020 describe un compuesto de un material conductor de iones que comprende un polímero, un componente ácido-base, un filosilicato y/o un tectosilicato, en el que el polímero y el componente ácido-base pueden estar combinados. El documento US-7.049.020 enseña que los compuestos de materiales están destinados para su uso en células de combustible de membrana, y que muestran un reducido ataque microbiano por parte de hongos y bacterias. No hay ninguna divulgación en el documento US-7.049.020 de un catalizador que comprenda un soporte sólido fibroso.

Se sabe que el uso de formulaciones líquidas de hierro y de otros metales de transición junto con peróxido de hidrógeno da como resultado un aumento en la actividad antimicrobiana. Se ha demostrado que los iones férricos o los iones cúpricos junto con peróxido de hidrógeno presentan actividad frente a microorganismos que incluyen *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* y virus (véase, por ejemplo, Block S. S. (2001) Peroxigen compounds in Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5ª edición, ed Block S. S., 185-204, Philadelphia: Lippincott, Williams y Wilkins; y Sagripanti J. L. (1992) Metal-based formulations with high microbicidal activity, Applied and Environmental Microbiology, 58 (9), 3157-3162).

Sin embargo, sigue habiendo una necesidad de medios y métodos alternativos, y preferentemente más eficaces, para la destrucción y/o la inactivación de microbios y para la desinfección de sustratos.

Según la presente invención se proporciona un método para la destrucción y/o la inactivación de microbios, método que comprende la etapa de poner en contacto los microbios con un catalizador mediante un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte, caracterizado por poner en contacto el catalizador con los microbios en presencia de un compuesto oxidante de peroxígeno. El método/uso de la presente invención puede usarse para la destrucción y/o la inactivación de cualquier microbio, en el que por microbios queremos dar a entender cualquier organismo microscópico. Por ejemplo, por el término "microbios", incluimos priones y microorganismos tales como esporas, bacterias, virus, hongos, arqueas y/o protistas. Las esporas que pueden ser destruidas y/o inactivadas mediante el método/uso de la presente invención incluyen *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii, Bacillus cereus* y C*lostridium difficile.* Las bacterias que pueden ser destruidas y/o inactivadas mediante el método/uso de la presente invención incluyen bacterias grampositivas y gramnegativas, tales como *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis (esporas y células vegetativas)* y micobacterias. Los hongos que pueden ser destruidos y/o inactivados mediante el método/uso de la presente invención incluyen *Chytridiomycetes, Zygomycota*, *Ascomycota, Basidiomycota, Urediniomycetes, Ustilaginomycetes, Glomeromycota* y *Microsporidia* tales como *Aspergillus flavus, Blastomyces dermatitidis* y C*andida albicans.* Las arqueas que pueden ser destruidas y/o inactivadas mediante el método/uso de la presente invención incluyen euryarchaeota y crenarchaeota, tales como *Thermococcus, Thermoplasma* y *Metanobacterium.* Los protistas que pueden ser destruidos y/o inactivados mediante el método/uso de la presente invención incluyen *Amoebozoa, Chromalveolata* y *Excavata,* tales como *Entamoeba, Acanthameoba, Giardia* y C*ryptosporidia.* Los virus que pueden ser destruidos y/o inactivados mediante el método/uso de la presente invención incluyen virus de ADN, virus de ARN, virus con cubierta, virus desnudos y bacteriófagos, tales como el virus herpes, el virus de la gripe, el virus de la inmunodeficiencia humana y el virus de la polio.

Por las referencias del presente documento de poner en contacto los microbios con el catalizador mediante un medio fluido, queremos dar a entender que los microbios están en contacto con el medio fluido, y el medio fluido está en contacto con el catalizador, por lo que cualquier especie activa generada por el catalizador (por ejemplo, en presencia de un oxidante) es eficaz en la destrucción y/o la inactivación de los microbios. Esto incluye poner conjuntamente el catalizador y los microbios en un medio fluido (es decir, de forma que el catalizador, incluyendo cualquier especie activa generada por el catalizador, y los microbios, se pongan en contacto con el medio fluido esencialmente simultáneamente), así como poner en contacto el catalizador con un medio fluido (y, opcionalmente, un oxidante) de forma que cualquier especie activa generada por el catalizador esté presente en el medio fluido, y retirando después el catalizador del medio fluido antes de poner en contacto los microbios con el medio fluido (es decir, medio fluido que comprende cualquier especie activa generada por el catalizador). En las referencias a poner en contacto los microbios con el catalizador mediante un medio fluido se incluye por lo tanto cualquier contacto que permita que cualquier especie activa generada por el catalizador destruya y/o inactive los microbios. Sin desear estar ligados a ninguna teoría, se cree que cuando el catalizador está en contacto con el medio fluido y opcionalmente un oxidante, genera especies catalíticas activas que destruyen y/o inactivan los microbios que están ubicados a una distancia apropiada del mismo.

Como apreciará la persona experta en la materia, los microbios que van a ser destruidos y/o inactivados mediante el método/uso de la presente invención pueden estar presentes en o sobre cualquier superficie y en cualquier entorno. Por ejemplo, los microbios pueden estar presentes en o sobre cualquier superficie de una parte del cuerpo, de ropa y/o de un instrumento. En un aspecto, los microbios pueden estar presentes en la superficie de vestimenta médico o quirúrgico, tal como un endoscopio. En otro aspecto, los microbios pueden estar presentes en la superficie de colocación de un aparato aislador, por ejemplo, aparato con el que puede llevarse a cabo el método/uso de la presente invención.

Como apreciará la persona experta en la materia, las referencias a la destrucción y/o a la inactivación no significan necesariamente que todos los microbios presentes inicialmente sean destruidos y/o inactivados. Preferiblemente, según el método/uso de la presente invención, la población de microbios se reduce por debajo de unas cantidades detectables (es decir, mediante el uso de las técnicas de detección estándar bien conocidas por las personas expertas en la materia). Por ejemplo, según el método/uso de la presente invención, la población de microbios puede reducirse en al menos aproximadamente dos logaritmos, particularmente en al menos aproximadamente tres logaritmos, más particularmente en al menos aproximadamente cuatro logaritmos, incluso más particularmente en aproximadamente cinco logaritmos durante un periodo de tiempo adecuado, tal como de entre 10 y 60 minutos.

Preferiblemente, el catalizador se pone en contacto con los microbios en presencia de un oxidante. Puede usarse cualquier oxidante adecuado en el método/uso de la presente invención. Algunos oxidantes adecuados incluyen compuestos de peroxígeno, de oxígeno (tal como el oxígeno atmosférico) y de ozono, y mezclas de los mismos.

Por ejemplo, el oxidante puede ser un compuesto de peroxígeno. Algunos ejemplos de compuestos de peroxígeno adecuados para su uso en el método/uso de la presente invención incluyen peróxido de hidrógeno, compuestos que liberan peróxido de hidrógeno, compuestos que generan peróxido de hidrógeno, peroxiácidos orgánicos e inorgánicos y sales de los mismos, y mezclas de los mismos. Por ejemplo, algunos compuestos que liberan peróxido de hidrógeno incluyen peróxidos de metales alcalinos, compuestos blanqueantes de peróxido orgánico tales como peróxido de urea, y compuestos blanqueantes de una persal inorgánica tales como perboratos, percarbonatos, perfosfatos y persulfatos de metales alcalinos. Algunos peroxiácidos orgánicos incluyen compuestos que contienen

uno o más grupos peroxicarboxilo (es decir, -C(O)-O-OH), tales como ácido peracético, ácido perfórmico y ácido perpropiónico. Algunos oxidantes adicionales adecuados incluyen ácido peroxiheptanoico, ácido peroxinonanoico, ácido perláurico, ácido monoperglutárico, ácido diperglutárico, peróxido de succinilo, derivados del ácido perbenzoico, sales de magnesio de peroxiftalato, polvos de perácido (por ejemplo, elaborados *in situ* mediante la adición de agua a mezclas de depósitos de ácidos orgánicos con depósitos de peróxido de hidrógeno tales como peróxido de sodio, peróxido de benzoilo, hidroperóxido de t-butilo), permanganatos tales como permanganato de potasio, peróxido de calcio y ácido monoperoxisulfúrico, y mezclas de los mismos. Se cree que el catalizador puede proporcionar un efecto sinérgico con un compuesto de peroxígeno (tal como peróxido de hidrógeno) en la destrucción y/o la inactivación de los microbios y dar como resultado una mayor actividad frente a los microbios (incluyendo *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus)* que el uso de un compuesto de peroxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, solo. En un aspecto, el compuesto de peroxígeno puede seleccionarse entre peróxido de hidrógeno, ácido peracético y mezclas de los mismos, especialmente peróxido de hidrógeno.

El oxidante puede ser el oxígeno atmosférico. Por ejemplo, puede disolverse el oxígeno atmosférico en un medio líquido. El oxígeno atmosférico puede usarse en el método/uso como el único oxidante, o puede usarse junto con uno o más compuestos de peroxígeno adecuados, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente. Se cree que cuando el oxidante es proporcionado por un compuesto de peroxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, en combinación con el oxígeno atmosférico, entonces puede conseguirse una mayor actividad contra los microbios, incluyendo *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus,* así como *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii,* en comparación con el uso de un compuesto de peroxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, solo.

El catalizador puede ponerse en contacto con los microbios en presencia de una fuente de radiación ultravioleta. El catalizador puede ponerse en contacto con los microbios y opcionalmente un oxidante en presencia de un campo electromagnético, de forma que se produzca un gas de plasma.

Los microbios se ponen en contacto con el catalizador mediante un medio fluido. El medio fluido puede ser líquido o gaseoso. Las referencias del presente documento a líquidos incluyen geles, suspensiones y pastas. Las referencias del presente documento a gases incluyen vapores.

Como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier medio fluido adecuado. Cuando el medio fluido es un medio líquido, puede usarse cualquier medio líquido adecuado. Por ejemplo, el medio líquido puede ser polar. Preferiblemente, el medio líquido es acuoso, por ejemplo, que comprende al menos un 40 %, particularmente al menos un 50 %, en volumen de agua. Por ejemplo, el medio líquido puede comprender agua, tal como agua destilada. Dicho medio líquido puede comprender un oxidante (cuando esté presente) dispersado o disuelto en el mismo. Cuando el medio fluido es un medio gaseoso, puede usarse cualquier medio gaseoso adecuado. Por ejemplo, el medio gaseoso puede comprender oxígeno atmosférico. El medio gaseoso puede comprender, por ejemplo, un vapor de un oxidante, tal como un vapor de peróxido de hidrógeno y/o de ácido peracético.

Sin desear estar ligados a ninguna teoría, se cree que tras el contacto con un medio fluido, tal como un medio líquido, (y opcionalmente un oxidante) puede formarse una especie activa en el catalizador, especie activa que después puede entrar en contacto con los microbios y actuar para destruirlos y/o para inactivarlos. El catalizador puede activar un oxidante (tal como peróxido de hidrógeno) de forma que se genere una especie activa que actúa para destruir y/o para inactivar los microbios. Las referencias del presente documento a poner en contacto los microbios con un catalizador mediante un medio fluido, tal como un medio líquido, incluyen cualquier método adecuado mediante el cual esto pueda conseguirse. Por ejemplo, el catalizador puede ser suspendido en un medio líquido (por ejemplo, en forma de una suspensión particulada), en el que el medio líquido incluye los microbios que se van a destruir y/o a inactivar. Esto puede ser apropiado, por ejemplo, cuando los microbios están presentes en un medio líquido, tal como en una muestra líquida (incluyendo una suspensión, un gel o una pasta) que va a ser tratada. Alternativamente, puede aplicarse un medio líquido sobre una superficie en la que residen los microbios y ponerse en contacto el catalizador con la superficie (y por lo tanto con los microbios en un medio líquido), por ejemplo, pasando el catalizador por la superficie. Alternativamente, puede aplicarse un medio líquido al catalizador, catalizador que incluye el medio líquido que puede ponerse en contacto después con los microbios, por ejemplo, pasando el catalizador que incluye el medio líquido por una superficie sobre la que residen los microbios. Como apreciará la persona experta en la materia, los microbios pueden estar presentes en cualquier superficie, por ejemplo, tal como sobre una superficie de un instrumento médico o quirúrgico, tal como un endoscopio, o la superficie interna de un aislador, o sobre una superficie colocada en un aislador.

Puede hacerse pasar un medio gaseoso a través de y/o sobre el catalizador en un entorno en el que están contenidos los microbios, de forma que el catalizador entre en contacto con los microbios mediante el medio gaseoso.

En el método/uso de la presente invención, los catalizadores pueden usarse en varios ciclos para la destrucción y/o la inactivación de los microbios. Por lo tanto, el método/uso es ventajoso porque el catalizador mantiene su actividad durante más de un ciclo.

Normalmente, el método/uso de la presente invención puede llevarse a cabo a cualquier pH adecuado, por ejemplo,

a un pH en el intervalo de entre 1 y 12, particularmente de entre 2 y 12, más particularmente de entre 3 y 8. El pH deseado puede conseguirse mediante la adición de un ácido adecuado (tal como ácido clorhídrico o sulfúrico), un álcali (tal como hidróxido de sodio) o un tampón (tal como un tampón de fosfato) al medio líquido en el que se lleva a cabo el método. Normalmente, un medio líquido tiene un pH en el intervalo de entre 1 y 12, particularmente de entre 2 y 12, más particularmente de entre 3 y 8. Normalmente, el método/uso de la presente invención puede llevarse a cabo a cualquier temperatura adecuada. Por ejemplo, en un aspecto, el método/uso puede llevarse a cabo a una temperatura en el intervalo de desde 20 hasta 35 ºC. Puede conseguirse una actividad antimicrobiana mejorada a unas temperaturas de aproximadamente 35 ºC, por ejemplo, con un pH en el intervalo de entre 3 y 8 (especialmente a un pH de aproximadamente 7).

El método/uso de la presente invención usa un catalizador que comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte. Puede usarse cualquier soporte sólido adecuado, con la condición de que sea susceptible de tener cationes metálicos fijados al mismo. Por ejemplo, el soporte sólido puede ser modificado de una forma apropiada con objeto de permitir la fijación de los cationes metálicos al mismo. Según se analiza a continuación, la fijación de los cationes metálicos al soporte sólido normalmente se produce mediante la complejación de los cationes metálicos con los grupos apropiados del soporte

El soporte sólido comprende una o más fibras. Por ejemplo, el soporte sólido puede comprender una o más fibras, fibras que están modificadas con objeto de permitir la fijación o la complejación de un catión metálico en las mismas. El soporte sólido puede comprender, por ejemplo, una o más fibras de poliacrilonitrilo (denominadas en lo sucesivo en el presente documento "PAN"), tales como fibras de PAN modificadas de una forma apropiada con objeto de permitir la fijación de los cationes metálicos a las mismas. Dicho catalizador que comprende un soporte sólido que comprende una o más fibras, tales como una o más fibras de PAN, se conoce como catalizador fibroso. Por lo tanto, el catalizador usado en el método/uso de la presente invención puede ser un catalizador fibroso. Para evitar dudas, por el término "catalizador fibroso" queremos dar a entender un catalizador que comprende fibras poliméricas a las que están unidos sitios o centros catalíticamente activos. Por el término "fibras" incluimos tanto un monofilamento individual como un filamento complejo que está formado por más de un monofilamento. Las fibras de PAN pueden proporcionarse sobre un portador adecuado, tal como un portador formado por una o más monofibras inertes además de las fibras de PAN.

En un aspecto, el soporte sólido puede ser un soporte queratinoso, es decir, que comprende una o más fibras queratinosas. Por ejemplo, el soporte queratinoso puede comprender uno o más fibras de lana. Por ejemplo, el catalizador puede comprender un soporte queratinoso sólido (tal como una fibra de lana) y un catión metálico fijado al soporte. Algunos soportes queratinosos incluyen soportes derivados de vellón/pelo de animal, tal como lana, angora, pelo de camello y así sucesivamente.

El soporte queratinoso puede comprender lana (por ejemplo, una fibra de lana). Como apreciará la persona experta, la lana es un material fibroso derivado del vellón o del pelo de animales, principalmente de la oveja. Las fibras de lana están en forma de monofilamentos. Una fibra de lana puede estar unida, fieltrada o hilada en una hebra o en un filamento, hebra o filamento que después pueden formarse en un tejido o en una tela, por ejemplo, mediante tricotado, tejido, cosido y/o perforación con agujas. Por lo tanto, una fibra de lana del soporte sólido del catalizador puede tomar cualquier forma adecuada, por ejemplo, una fibra de lana puede estar en forma de una hebra o de un filamento y/o de un tejido o una tela. Como apreciará la persona experta, puede formarse una pluralidad de fibras de lana en una hebra o en un filamento, y puede formarse una pluralidad de dichas hebras o filamentos en cualquiera de dichos tejido o tela. Cualquiera de dichos tejido o tela puede comprender adicionalmente una fibra que no es de lana, una hebra y/o un filamento (tal como polipropileno) adicional, que puede estar incluido, por ejemplo, mediante tricotado, tejido, cosido y/o perforación con agujas de la fibra que no es de lana junto con la hebra o el filamento de lana. Un soporte queratinoso puede proporcionarse sobre un portador adecuado, tal como un portador formado por una malla inerte (por ejemplo, formado por un material de un metal inerte y/o de un plástico inerte tal como nailon, polipropileno y/o poliéster).

Pueden usarse fibras de lana de cualquier fuente en los soportes sólidos de los catalizadores. Por ejemplo, algunas lanas adecuadas incluyen lanas disponibles comercialmente, tales como las lanas de la empresa Woolmark y de la empresa Thomas Chadwick and Sons. Algunos ejemplos específicos de lanas que pueden usarse incluyen lanas superiores procesadas (tales como WOOLMARK, lana con un diámetro de fibra medio de 2 µm), lana superior (tal como la suministrada por DEFRA) y las lanas proporcionadas por Thomas Chadwick and Sons, tales como Dark Grey Herdwick, Swaledale, Crosses y Blackface. La fibra de lana puede ser una fibra de lana desgastada.

Los catalizadores que comprenden un soporte queratinoso (tales como una fibra de lana) ofrecen ventajas en su uso debido a que son económicos y convenientes de preparar y de usar, por ejemplo, debido a que el soporte queratinoso comprende materiales (tales como fibras de lana) que son fácilmente disponibles, son baratos y seguros de usar. Los materiales tales como las fibras de lana están disponibles de forma natural, sin ninguna elaboración ni/o procesado sustancial antes de su uso en el soporte del catalizador.

El catalizador puede comprender cualquier catión metálico adecuado fijado al soporte sólido. Algunos cationes metálicos adecuados pueden seleccionarse entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de

manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino, de oro, de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos.

En un aspecto, los cationes metálicos adecuados pueden seleccionarse entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos. Como apreciará la persona experta, dichos cationes metálicos son cationes de metales de transición, por ejemplo, de aquellos elementos que tienen las capas *d* parcialmente completas en forma de elementos y/o en compuestos.

En un aspecto de la invención, el catión metálico pueden seleccionarse entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos. En otro aspecto, el catión metálico puede seleccionarse entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre, y mezclas de los mismos. En otro aspecto, el primer catión metálico puede seleccionarse entre un catión de titanio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre (particularmente un catión de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre), y mezclas de los mismos.

En otro aspecto, el catión metálico puede seleccionarse entre un catión de hierro (por ejemplo, de Fe^{2+} o de Fe^{3+}) y de cobre (por ejemplo, de Cu^{2+}), y mezclas de los mismos. En otro aspecto, el catión metálico puede seleccionarse entre un catión de hierro (por ejemplo, de Fe^{2+} o de Fe^{3+}, especialmente de Fe^{3+}) y un catión de níquel (por ejemplo, de Ni^{2+}), y mezclas de los mismos. En otro aspecto más, el catión metálico puede ser un catión de hierro (por ejemplo, de Fe^{2+} o de Fe^{3+}, especialmente de Fe^{3+}). Los cationes de hierro son ventajosos porque el hierro no es tóxico y se desecha fácilmente después de su uso.

En un aspecto, el catalizador puede comprender uno o más cationes metálicos adicionales fijados al soporte sólido, además de los cationes metálicos de transición indicados anteriormente. Dicho catión metálico adicional puede seleccionarse entre un catión de cinc o de aluminio, y mezclas de los mismos.

El catalizador puede comprender, por ejemplo, un soporte queratinoso y un catión metálico fijado al soporte queratinoso, catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino, de oro, de cinc o de aluminio, y mezclas de los mismos, y en el que el catión metálico está presente preferentemente en una cantidad de 0,03 mmol o más por gramo de soporte queratinoso. Por ejemplo, el catión metálico puede estar presente en una cantidad de desde 0,03 hasta 1,0 mmol por gramo de soporte queratinoso, tal como en una cantidad de desde 0,03 hasta 0,5 mmol por gramo de soporte queratinoso, más particularmente de desde 0,03 hasta 0,1 mmol por gramo de soporte queratinoso, incluso más particularmente de desde 0,07 hasta 0,1 mmol por gramo de soporte queratinoso.

El catalizador puede comprender, por ejemplo, un soporte queratinoso y un catión metálico fijado al soporte queratinoso, catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos, y en el que el catión metálico preferentemente está presente en una cantidad de 0,03 mmol o más por gramo de soporte queratinoso. Por ejemplo, el catión metálico puede estar presente en una cantidad de desde 0,03 hasta 1,0 mmol por gramo de soporte queratinoso, tal como en una cantidad de desde 0,03 hasta 0,5 mmol por gramo de soporte queratinoso, más particularmente de desde 0,03 hasta 0,1 mmol por gramo de soporte queratinoso, incluso más particularmente de desde 0,07 hasta 0,1 mmol por gramo de soporte queratinoso.

El catalizador puede comprender, por ejemplo, una fibra de lana y un catión metálico fijado a la fibra de lana, catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino, de oro, de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos, y en el que el catión metálico preferentemente está presente en una cantidad de 0,03 mmol o más por gramo de fibra de lana. Por ejemplo, el primer catión metálico puede estar presente en una cantidad de desde 0,03 hasta 1,0 mmol por gramo de fibra de lana, tal como en una cantidad de desde 0,03 hasta 0,5 mmol por gramo de fibra de lana, más particularmente de desde 0,03 hasta 0,1 mmol por gramo de fibra de lana, incluso más particularmente de desde 0,07 hasta 0,1 mmol por gramo de fibra de lana.

El catalizador puede comprender, por ejemplo, una fibra de lana y un catión metálico fijado a la fibra de lana, catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de

los mismos, y en el que el catión metálico está presente preferentemente en una cantidad de 0,03 mmol o más por gramo de fibra de lana. Por ejemplo, el primer catión metálico puede estar presente en una cantidad de desde 0,03 hasta 1,0 mmol por gramo de fibra de lana, tal como en una cantidad de desde 0,03 hasta 0,5 mmol por gramo de fibra de lana, más particularmente de desde 0,03 hasta 0,1 mmol por gramo de fibra de lana, incluso más particularmente de desde 0,07 hasta 0,1 mmol por gramo de fibra de lana.

El método de la presente invención puede comprender la etapa de colocar el catalizador en un medio fluido adecuado, en el que el medio fluido comprende los microbios dispersados en el mismo y opcionalmente comprende un oxidante, de forma que se pongan en contacto los microbios con el catalizador (y con cualquier especie activa generada por el catalizador).

El método de la presente invención puede comprender las etapas de:

(a) la dispersión de los microbios en un medio fluido adecuado (medio fluido que opcionalmente comprende un oxidante);
(b) la colocación del catalizador en un medio fluido adecuado (medio fluido que opcionalmente comprende un oxidante); y
(c) la combinación del medio fluido de las etapas (a) y (b) de forma que se pongan en contacto los microbios con el catalizador (y con cualquier especie activa generada por el catalizador).

El método de la presente invención puede comprender las etapas de:

(a) la dispersión de los microbios en un medio fluido adecuado;
(b) opcionalmente la adición de un oxidante al medio fluido; y
(c) la colocación del catalizador en el medio fluido de forma que se pongan en contacto los microbios con el catalizador (y con cualquier especie activa generada por el catalizador).

El método de la presente invención puede comprender las etapas de:

(a) la colocación del catalizador en un medio fluido adecuado (medio fluido que opcionalmente comprende un oxidante), de forma que se generen especies activas por parte del catalizador y se dispersen en el medio fluido;
(b) la retirada del catalizador del medio fluido (es decir, de forma que se proporcione un medio fluido que comprenda las especies activas generadas por el catalizador y opcionalmente un oxidante); y después
(c) poner en contacto el medio fluido (es decir, que comprende las especies activas) con los microbios, de forma que se destruyan y/o que se inactiven los microbios.

El método de la presente invención puede comprender adicionalmente la etapa de fabricar el catalizador antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador. El catalizador puede fabricarse mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, el catalizador puede prepararse según se describe en el documento WO-2007/099293, en el documento GB-A-2.346.569, en el documento GB-A-1.436.245, en el documento RU-A-2118908, en el documento RU-2266304, en V. V. Ishtchenko et al., Applied Catalysis A: General 242 (2003), 123-137, o en R. F. Vitkovskaya et al., Fibre Chemistry, 35 (3) (2003), 202-207.

Por ejemplo, un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de una o más fibras de PAN con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar fibras de PAN modificadas;
(ii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una base; y
(iii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico y una sal de un segundo catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos, y segundo catión metálico que se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de rubidio, de cesio, de berilio, de magnesio, de calcio, de estroncio, de bario, de cinc, de cadmio, de mercurio, de aluminio, de galio, de indio, de talio, de estaño, de plomo, de antimonio y de bismuto, y mezclas de los mismos.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de una o más fibras de PAN con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar fibras de PAN modificadas;
(ii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una base; y
(iii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una solución acuosa que comprende un sal de sulfato de un primer catión metálico y una sal de un segundo catión metálico, en el que el primer catión metálico se

selecciona entre un catión de hierro y de níquel, y mezclas de los mismos, y en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de rubidio, de cesio, de berilio, de magnesio, de calcio, de estroncio, de bario, de cinc, de cadmio, de mercurio, de aluminio, de galio, de indio, de talio, de estaño, de plomo, de antimonio y de bismuto, y mezclas de los mismos.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de una o más fibras de PAN con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar fibras de PAN modificadas;
(ii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una base; y
(iii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de hierro (tal como $Fe_2(SO_4)_3$ o $FeSO_4 \cdot x\ H_2O$, en la que x es 1, 4, 5 o 7) y una sal de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de rubidio, de cesio, de berilio, de magnesio, de calcio, de estroncio, de bario, de cinc, de cadmio, de mercurio, de aluminio, de galio, de indio, de talio, de estaño, de plomo, de antimonio y de bismuto, y mezclas de los mismos.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de una o más fibras de PAN con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar fibras de PAN modificadas;
(ii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una base; y
(iii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de níquel (tal como $NiSO_4$) y una sal de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de rubidio, de cesio, de berilio, de magnesio, de calcio, de estroncio, de bario, de cinc, de cadmio, de mercurio, de aluminio, de galio, de indio, de talio, de estaño, de plomo, de antimonio y de bismuto, y mezclas de los mismos.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de una o más fibras de PAN con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar fibras de PAN modificadas;
(ii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una base; y
(iii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de cobre (tal como $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ y/o $CuSO_4 \cdot H_2O$) y una sal de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de rubidio, de cesio, de berilio, de magnesio, de calcio, de estroncio, de bario, de cinc, de cadmio, de mercurio, de aluminio, de galio, de indio, de talio, de estaño, de plomo, de antimonio y de bismuto, y mezclas de los mismos.

Como apreciará la persona experta, los segundos cationes metálicos indicados en los métodos de fabricación de un catalizador fibroso son, todos, cationes de los metales pertenecientes a los Grupos 1, 2, 12, 13, 14 y 15 según se establece en la Tabla Periódica de los Elementos (según se ha establecido mediante la nomenclatura de la IUPAC).

En la etapa (i) de la fabricación del catalizador fibroso, la fibra de PAN está "modificada". Se cree que esta modificación es el resultado de varias reacciones que se producen entre los grupos nitrilo de las fibras de PAN y los reactivos usados en la etapa (i). Por ejemplo, se cree que los grupos nitrilo de las fibras de PAN son convertidos en grupos funcionales que son capaces de formar complejos con al menos los primeros cationes metálicos (es decir, el metal de transición). Por ejemplo, se cree que algunos de los grupos nitrilo de las fibras de PAN reaccionan con la sal de hidrazina, de forma que se producen grupos amino y amido, y que algunos de los grupos nitrilo son hidrolizados, de forma que se producen grupos carboxilo. Por lo tanto, se forma un material de intercambio iónico reticulado de amino-amido-carboxilo que es capaz de absorber los primeros cationes metálicos (es decir, el metal de transición) para formar complejos con al menos los primeros cationes metálicos (es decir, el metal de transición), complejos que actúan como sitios activos catalíticos. Adicionalmente, se cree que algunos de los grupos nitrilo de las fibras de PAN reaccionan con la sal de hidroxilamina para producir grupos amidoxima, grupos amidoxima que después son hidrolizados para formar productos que tienen una estructura compleja que incluye grupos ácidos de carboxilo y de hidroxilamina, así como grupos de glutarimina y otros grupos cíclicos.

Como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier sal de hidrazina adecuada en la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso. Por ejemplo, en un aspecto, algunas sales de hidrazina particularmente adecuadas incluyen diclorhidrato de hidrazina, monoclorhidrato de hidrazina, hidrato de hidrazina, monobromhidrato de hidrazina, acetato de hidrazina, sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina, y mezclas de los mismos, especialmente sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina, y mezclas de los mismos, incluso más especialmente sulfato de hidrazina. En otro aspecto, algunas sales de hidrazina adecuadas incluyen diclorhidrato de

hidrazina, monoclorhidrato de hidrazina, monobromhidrato de hidrazina, acetato de hidrazina y sulfato de hidrazina, y mezclas de los mismos (particularmente diclorhidrato de hidrazina). Como apreciará la persona experta, pueden usarse una o más sales de hidrazina en la etapa (i), según sea apropiado.

Como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier sal de hidroxilamina adecuada en la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso. Por ejemplo, algunas sales de hidroxilamina adecuadas incluyen monoclorhidrato de hidroxilamina, sulfato de hidroxilamina y fosfato de hidroxilamina, y mezclas de los mismos. En particular, la sal de hidroxilamina puede ser sulfato de hidroxilamina. Como apreciará la persona experta, pueden usarse una o más sales de hidroxilamina en la etapa a (i), según sea apropiado.

En particular, en la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la sal de hidrazina puede seleccionarse entre sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina, y mezclas de los mismos, y la sal de hidroxilamina puede ser sulfato de hidroxilamina. Por ejemplo, en un aspecto, la sal de hidrazina puede ser sulfato de dihidrazina y la sal de hidroxilamina puede ser sulfato de hidroxilamina.

En la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, pueden usarse sales de hidrazinas que contengan entre uno y cuatro sustituyentes, sustituyentes que pueden ser iguales o diferentes y seleccionarse entre alquilo (1-4 C), arilo (tal como fenilo) y alcanoílo (1-4 C) y sustituyentes que pueden estar adicionalmente sustituidos, por ejemplo, por uno o más sustituyentes adicionales que pueden ser iguales o diferentes seleccionados entre halógeno, nitro y hidroxilo. Pueden usarse sales de hidroxilaminas que contengan uno o dos sustituyentes, sustituyentes que pueden ser iguales o diferentes y seleccionarse entre alquilo (1-4 C), arilo (tal como fenilo) y alcanoílo (1-4 C) y sustituyentes que pueden estar adicionalmente sustituidos, por ejemplo, por uno o más sustituyentes adicionales que pueden ser iguales o diferentes seleccionados entre halógeno, nitro y hidroxilo. Por lo tanto, las referencias del presente documento a las sales de hidrazina incluyen las referencias a las propias sales de hidrazina (es decir, N_2H_4) así como a las sales de los derivados de la hidrazina, es decir, derivados que incluyen los sustituyentes según se ha analizado anteriormente en el (los) átomo(s) de nitrógeno de la hidrazina (es decir, en lugar del (los) átomo(s) de hidrógeno). De forma análoga, las referencias del presente documento a las sales de hidroxilamina incluyen las referencias a las propias sales de hidroxilamina (es decir, NH_2OH) así como a las sales de los derivados de la hidroxilamina, es decir, derivados que incluyen los sustituyentes según se ha analizado anteriormente en el (los) átomo(s) de nitrógeno y/o de oxígeno de la hidroxilamina (es decir, en lugar del (los) átomo(s) de hidrógeno). Preferiblemente, sin embargo, las sales de hidrazina y de hidroxilamina no incluyen dichos sustituyentes.

En la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, las fibras de PAN pueden tratarse con una solución de una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente) en un disolvente adecuado y en presencia de una base adecuada. Normalmente, se usa una solución acuosa de la sal de hidrazina y la sal de hidroxilamina. La concentración de la sal de hidrazina usada en la etapa (i) puede estar en el intervalo de desde 10 hasta 50 g/l, particularmente en el intervalo de desde 20 hasta 40 g/l, más particularmente de aproximadamente 30 g/l. La concentración de la sal de hidroxilamina usada en la etapa (i) puede estar en el intervalo de desde 14 hasta 70 g/l, particularmente en el intervalo de desde 30 hasta 55 g/l, más particularmente de aproximadamente 42 g/l. Normalmente, la sal de hidrazina y la sal de hidroxilamina pueden estar presentes en la solución en una proporción molar en el intervalo de desde aproximadamente 1:1 hasta aproximadamente 1:3, preferentemente de aproximadamente 1:2.

Normalmente, en la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la proporción ponderal entre las fibras de PAN y la sal de hidroxilamina total puede estar en el intervalo de desde 1:8 hasta 1:0,5, preferentemente en el intervalo de desde aproximadamente 1:6 hasta aproximadamente 1:2, más preferentemente en el intervalo de desde 1:4 hasta 1:2, incluso más preferentemente de aproximadamente 1:2,7. La proporción ponderal entre las fibras de PAN y la sal de hidrazina total puede estar en el intervalo de desde 1:7 hasta 1:0,15, preferentemente en el intervalo de desde aproximadamente 1:4 hasta aproximadamente 1:1, más preferentemente en el intervalo de desde 1:3 hasta 1:1,5, incluso más preferentemente de aproximadamente 1:1,9.

Puede usarse cualquier base adecuada en la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso. Por ejemplo, una base adecuada puede seleccionarse entre hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y carbonato de sodio (particularmente hidróxido de sodio). La base se usa en la etapa (i) para mantener un pH adecuado, es decir, al que puede producirse la modificación de la(s) fibra(s) de PAN. Un pH adecuado es, por ejemplo, un pH en el intervalo de desde 6,5 hasta 12, particularmente un pH en el intervalo de desde 8,5 hasta 11 y más particularmente un pH de aproximadamente 9,5.

La etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede llevarse a cabo convenientemente a una temperatura de más de 60 ºC, particularmente a una temperatura de más de 80 ºC, más particularmente a una temperatura en el intervalo de desde 95 hasta 180 ºC, incluso más particularmente a una temperatura en el intervalo de desde 95 hasta 105 ºC, por ejemplo, a una temperatura de desde 98 hasta 102 ºC.

La reacción de la etapa (i) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede ser monitorizada mediante cualquier medio adecuado, tal como una espectroscopía infrarroja. Por ejemplo, la reducción en la intensidad, o la

desaparición, del pico de nitrilo, puede ser monitorizada mediante una espectroscopía infrarroja. Un tiempo de tratamiento típico es de entre 30 minutos y 3 horas, adecuadamente de aproximadamente 2 horas. Normalmente, al menos el 60 % de las fibras de PAN están modificadas después de una reacción durante aproximadamente dos horas en las condiciones de reacción analizadas anteriormente para la etapa (i).

En la etapa (ii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la fibra de PAN modificada producida en la etapa (i) se trata con una base adicional antes de llevar a cabo la etapa (iii). Se cree que la etapa (ii) convierte esos grupos nitrilo que quedan después de la etapa (i) en grupos carboxilo, grupos carboxilo que son capaces de absorber los primeros cationes metálicos (es decir, del metal de transición) para formar complejos con los primeros cationes metálicos (es decir, el metal de transición). En otras palabras, la fibra de PAN es adicionalmente modificada en la etapa (ii). Por lo tanto, las referencias en el presente documento a "fibra de PAN modificada" pretenden referirse a una fibra de PAN modificada, es decir, en la que la fibra de PAN ha sido sometida a las etapas (i) y/o (ii) (adecuadamente a las etapas (i) y (ii)) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso.

Como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier base adecuada en la etapa (ii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso. Por ejemplo, una base adecuada puede seleccionarse entre hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y carbonato de sodio (tal como una solución de hidróxido de sodio con una concentración en el intervalo de desde 10 hasta 100 g/l, particularmente de desde 50 hasta 100 g/l, más particularmente de desde 20 hasta 40 g/l). Puede usarse la misma base o bases diferentes en las etapas (i) y (ii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso. La base puede usarse en forma de una solución, por ejemplo, una solución acuosa.

La base se usa en la etapa (ii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso para mantener un pH adecuado, es decir, al cual puede producirse la modificación adicional de la fibra de PAN. Un pH adecuado es, por ejemplo, un pH en el intervalo de desde 6,5 hasta 14, particularmente un pH de desde 8 hasta 14. Los tiempos de tratamiento adecuados para la etapa (ii) pueden estar en el intervalo de desde 30 segundos hasta 60 minutos, particularmente en el intervalo de desde 30 segundos hasta 30 minutos, tal como en el intervalo de desde 30 segundos hasta 15 minutos, por ejemplo, en el intervalo de desde 5 minutos hasta 15 minutos. La etapa (ii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede llevarse a cabo convenientemente a una temperatura mayor que la temperatura ambiente, particularmente a una temperatura en el intervalo de desde 25 hasta 130 ºC, más particularmente a una temperatura en el intervalo de desde 50 hasta 110 ºC, por ejemplo, a una temperatura de aproximadamente 60 ºC.

En la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la fibra de PAN modificada producida en la etapa (ii) se trata con una solución acuosa de forma que se proporcione el catalizador fibroso. La solución acuosa normalmente es una solución acuosa de una sal metálica. La solución acuosa comprende una sal de un primer catión metálico (es decir, el metal de transición) y una sal de un segundo catión metálico, como se ha definido anteriormente. Como apreciará la persona experta, la solución acuosa puede comprender, en un aspecto, únicamente una sal de un primer catión metálico (es decir, el metal de transición). Sin embargo, en otro aspecto, la solución acuosa puede comprender más de una sal de un primer catión metálico (es decir, el metal de transición). En otras palabras, la solución acuosa de la sal metálica puede comprender una mezcla de unas primeras sales metálicas (es decir, el metal de transición). De forma análoga, la solución acuosa puede comprender únicamente una sal de un segundo catión metálico o puede comprender una mezcla de unas segundas sales metálicas.

Sin desear estar ligados a ninguna teoría, se cree que el primer catión metálico (es decir, el metal de transición) forma un complejo con los grupos funcionales adecuados de la fibra de PAN modificada según se ha analizado anteriormente. El método de fabricación de un catalizador fibroso proporciona, por lo tanto, un catalizador fibroso que comprende al menos un primer catión metálico (es decir, el metal de transición) fijado a las fibras de PAN (es decir, en el que las fibras de PAN proporcionan el soporte sólido del catalizador).

Como apreciará la persona experta, las sales del (los) primer(os) catión(es) metálico(s) (es decir, el metal de transición) (cuando no se definan específicamente) usadas en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso pueden comprender cualquier anión adecuado. Algunos aniones adecuados incluyen, por ejemplo, cloruros, yoduros, bromuros, fluoruros, sulfatos, carboxilatos, tiosulfatos, tiocianatos, percloratos, nitratos y nitritos, particularmente cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos, más particularmente cloruros y sulfatos. Por lo tanto, algunos ejemplos de sales de metales de transición adecuadas incluyen $FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$, $FeSO_4 \cdot H_2O$, $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7\ H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2\ H_2O$ y $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$, especialmente $FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$, $FeSO_4 \cdot H_2O$ y $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7\ H_2O$.

En un aspecto, el segundo catión metálico usado en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso se selecciona entre un catión de litio (Li^+), de magnesio (Mg^{2+}), de calcio (Ca^{2+}) y de cinc (Zn^{2+}), y mezclas de los mismos. En otro aspecto, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de rubidio, de cesio, de berilio, de magnesio, de calcio, de estroncio, de bario, de cinc, de cadmio, de mercurio, de aluminio, de galio, de indio, de talio, de estaño, de plomo, de antimonio y de bismuto, y mezclas de los mismos. En otro aspecto, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de sodio, de litio, de potasio, de calcio, de magnesio y de cinc, y mezclas de los mismos, especialmente se selecciona entre un catión de sodio, de potasio y de calcio, y mezclas de los mismos, incluso más especialmente se selecciona entre

un catión de sodio y de potasio, y mezclas de los mismos. En un aspecto, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, el segundo catión metálico es un catión de calcio. En otro aspecto, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, el segundo catión metálico es un catión de sodio. Como apreciará la persona experta, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la solución acuosa puede comprender únicamente una sal de un segundo catión metálico o puede comprender una mezcla de sales de segundos cationes metálicos.

Sin desear estar ligados a ninguna teoría, se cree que los segundos cationes metálicos actúan como facilitadores para fijarse a, o complejar, los primeros cationes metálicos (es decir, el metal de transición) las fibras de PAN modificadas. Normalmente, no se cree que los segundos cationes metálicos se fijen a las fibras de PAN modificadas. Sin embargo, en algunos casos, el (los) segundo(s) catión(es) metálico(s) puede(n) fijarse a, o complejar, las fibras de PAN modificadas. Por ejemplo, se cree que cuando el segundo catión metálico es un catión de cinc y/o de aluminio, el catión de cinc y/o de aluminio puede fijarse a, o complejar, las fibras de PAN modificadas.

Como apreciará la persona experta, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, las sales del (los) segundo(s) catión(es) metálico(s) puede(n) comprender cualquier anión adecuado. Algunos aniones adecuados incluyen, por ejemplo, cloruros, yoduros, bromuros, fluoruros, sulfatos, hidrogenosulfatos, carboxilatos, tiosulfatos, tiocianatos, percloratos, nitratos y nitritos, particularmente cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos, más particularmente nitratos y sulfatos. Algunos ejemplos adicionales de aniones adecuados incluyen cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos, particularmente cloruros, sulfatos y nitratos, incluso más particularmente cloruros y sulfatos. Algunos ejemplos de segundas sales metálicas adecuadas para su uso en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso incluyen $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$, $CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$, $CaCl_2$, $CaCl_2 \cdot 2\ H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6\ H_2O$, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$, $Li_2SO_4 \cdot H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$, NaCl, Na_2SO_4, $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ KCl, K_2SO_4, LiCl, $NaNO_3$, $LiNO_3$, KNO_3 y/o Li_2SO_4, particularmente $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$, $CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$, $CaCl_2$, $CaCl_2 \cdot 2\ H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6\ H_2O$, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$, $Li_2SO_4 \cdot H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$, NaCl, Na_2SO_4, $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ $NaNO_3$, KCl, K_2SO_4 y KNO_3, más particularmente particularmente $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$.

En un aspecto particular, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal de sulfato. Por ejemplo, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal de sulfato de sodio, de potasio y/o de calcio (especialmente de sodio), tal como $CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$, Na_2SO_4, $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ y/o K_2SO_4. En otro aspecto particular, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal de cloruro. Por ejemplo, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal de cloruro de sodio, de potasio y/o de calcio (especialmente de sodio), tal como $CaCl_2 \cdot 2\ H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6\ H_2O$, NaCl y/o KCl. En otro aspecto particular, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal de nitrato. Por ejemplo, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal de nitrato de sodio, de litio, de potasio y/o de calcio (especialmente de sodio), tal como $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$, $NaNO_3$, $LiNO_3$ y/o KNO_3. En particular, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal seleccionada entre cloruro de sodio (NaCl), nitrato de calcio tetrahidratado ($Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$) y sulfato de sodio (Na_2SO_4) y/o $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$, y mezclas de los mismos. Más particularmente, en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, la sal del segundo catión metálico puede ser una sal seleccionada entre cloruro de sodio (NaCl) y sulfato de sodio (Na_2SO_4) y/o $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$, y mezclas de los mismos.

La concentración total del catión metálico en la solución acuosa en la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede estar en el intervalo de desde 0,05 g/l hasta 500 g/l, tal como en el intervalo de desde 5 g/l hasta 100 g/l. En la solución acuosa, la proporción molar entre la sal del primer catión metálico (tal como una sal de sulfato de hierro y/o de níquel) y la segunda sal metálica puede estar en el intervalo de desde 1:1 hasta 1:12, particularmente en el intervalo de desde 1:1 hasta 1:9, más particularmente en el intervalo de desde 1:2 hasta 1:6, incluso más particularmente en el intervalo de desde 1:3 hasta 1:6.

La etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede llevarse a cabo convenientemente a una temperatura en el intervalo de desde 5 hasta 80 ºC, preferentemente a la temperatura ambiente, es decir, a una temperatura en el intervalo de desde 10 hasta 30 ºC, particularmente en el intervalo de desde 20 hasta 30 ºC, por ejemplo, de aproximadamente 25 ºC. La etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede llevarse a cabo convenientemente a un pH en el intervalo de desde 1 hasta 7, particularmente a un pH en el intervalo de desde 2 hasta 4, más particularmente a un pH en el intervalo de desde 2 hasta 3.

La reacción de la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso puede ser monitorizada mediante cualquier medio adecuado, por ejemplo, mediante una espectroscopía de absorción atómica. Por ejemplo, puede monitorizarse la captación del primer catión metálico (es decir, el metal de transición) por parte de las fibras de PAN modificadas mediante una espectroscopía de absorción atómica. Normalmente, la reacción de la etapa (iii) se completa después de entre 2 y 4 horas en las condiciones de reacción analizadas anteriormente para la etapa (iii). Un tiempo de tratamiento típico para la etapa (iii) es de entre 30 minutos y 18 horas, particularmente desde aproximadamente 1 hora hasta 6 horas, más particularmente desde 2 horas hasta 3 horas, incluso más particularmente de aproximadamente 2 horas.

Normalmente, la fibra de PAN se lava entre cada una de las etapas (i) hasta (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso. Por ejemplo, la tela puede lavarse con agua, por ejemplo, con agua destilada. La etapa de lavado elimina sustancialmente los reactivos residuales presentes procedentes de la(s) etapa(s) de reacción previa(s). Normalmente, después de la etapa (iii) de los métodos de fabricación de un catalizador fibroso, el catalizador fibroso se seca antes de su uso. El catalizador puede secarse mediante el uso de cualquier medio convencional, por ejemplo, a unas temperaturas de hasta 105 ºC.

La una o más fibras de PAN usadas en los métodos de fabricación de un catalizador fibroso pueden usarse en forma de un tejido, por ejemplo, en forma de un tejido tricotado, tal como una malla fibrosa tricotada. En este aspecto, las fibras de PAN deben ser susceptibles de ser tricotadas. Dicho tejido tricotado puede prepararse mediante cualquier método adecuado conocido en la materia. Por ejemplo, el tejido puede ser tricotado mediante el uso de un equipo convencional mediante el uso del método de tricotado de "polufang" (estructura de semi-cardigan), método que es identificable mediante el British Standard 5441:1998 y que será bien conocido por una persona experta en la materia. Las fibras de PAN pueden ser fibras de PAN complejas y pueden prepararse mediante cualquier método adecuado conocido por una persona experta en la materia. Por ejemplo, las fibras de PAN pueden prepararse según el Estándar Ruso 6-0602-80.

Cuando está en forma de un tejido, el tejido puede comprender una o más monofibras inertes además de las fibras de PAN. Las monofibras inertes preferentemente deben ser susceptibles de ser tricotadas y de actuar como un portador o un soporte para las fibras de PAN, de forma que se proporcione un catalizador fibroso que sea autosoportado. Las monofibras inertes pueden ser cualquier fibra conocida por una persona experta en la materia. Por ejemplo, algunas monofibras inertes adecuadas incluyen fibras de polipropileno (tales como las fibras de polipropileno elaboradas según el Estándar Ruso 6-06-537-87).

Cuando un tejido tricotado comprende una o más monofibras inertes, puede usarse cualquier proporción ponderal adecuada entre las fibras de PAN y las monofibras inertes. Se prefiere que un tejido tricotado comprenda una mayor proporción de fibras de PAN que de monofibras inertes. Por ejemplo, un tejido tricotado puede comprender fibras de PAN y monofibras inertes en una proporción ponderal en el intervalo de desde 90:10 hasta 10:90, particularmente desde 75:25 hasta 25:75 y más particularmente desde 60:40 hasta 40:60.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de un tejido que comprende fibras de PAN con una sal de hidrazina seleccionada entre sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina (especialmente sulfato de dihidrazina) y sulfato de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un tejido modificado;
(ii) el tratamiento del tejido modificado con una base; y
(iii) el tratamiento del tejido modificado con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de hierro y una sal (especialmente una sal de sulfato y/o de cloruro) de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de magnesio, de calcio y de cinc, y mezclas de los mismos.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de un tejido que comprende fibras de PAN con una sal de hidrazina seleccionada entre sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina (especialmente sulfato de dihidrazina) y sulfato de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un tejido modificado;
(ii) el tratamiento del tejido modificado con una base; y
(iii) el tratamiento del tejido modificado con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de níquel y una sal (especialmente una sal de sulfato y/o de cloruro) de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de magnesio, de calcio y de cinc, y mezclas de los mismos.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de un tejido que comprende fibras de PAN con una sal de hidrazina seleccionada entre sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina (especialmente sulfato de dihidrazina) y sulfato de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un tejido modificado;
(ii) el tratamiento del tejido modificado con una base; y
(iii) el tratamiento del tejido modificado con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de hierro y una sal de sulfato y/o de cloruro de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio y de calcio, y mezclas de los mismos (especialmente el segundo catión metálico puede ser sodio).

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de un tejido que comprende fibras de PAN con una sal de hidrazina seleccionada entre sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina (especialmente sulfato de dihidrazina) y sulfato de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un tejido modificado;
(ii) el tratamiento del tejido modificado con una base; y
(iii) el tratamiento del tejido modificado con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato de un catión de níquel y una sal de sulfato y/o de cloruro de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio y de calcio, y mezclas de los mismos (especialmente el segundo catión metálico puede ser sodio).

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de la una o más fibras de PAN con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar fibras de PAN modificadas;
(ii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una base; y
(iii) el tratamiento de las fibras de PAN modificadas con una solución acuosa que comprende una sal de un segundo catión metálico, segundo catión metálico que se selecciona entre un catión de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos. En este método, las condiciones de reacción, las cantidades de reactivos y lo demás pueden ser como se ha descrito anteriormente con respecto a la fabricación de un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN, excepto porque únicamente está incluido un segundo catión metálico seleccionado entre un catión de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos, en la solución acuosa de la sal metálica.

Un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(i) el tratamiento de un tejido que comprende fibras de PAN con una sal de hidrazina (por ejemplo, seleccionada entre sulfato de hidrazina, sulfato de dihidrazina, monocloruro de hidrazina y diclorhidrato de hidrazina, especialmente seleccionada entre diclorhidrato de hidrazina y sulfato de dihidrazina) y una sal de hidroxilamina (por ejemplo, seleccionada entre monoclorhidrato de hidroxilamina y sulfato de hidroxilamina) en presencia de una base para proporcionar un tejido modificado;
(ii) el tratamiento del tejido modificado con una base; y
(iii) el tratamiento del tejido modificado con una solución acuosa que comprende una sal de sulfato o de cloruro de un catión de hierro y una sal (especialmente una sal de nitrato) de un segundo catión metálico, en el que el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de magnesio, de calcio y de cinc (especialmente de calcio), y mezclas de los mismos.

La fabricación, según se ha analizado anteriormente, de un catalizador fibroso en el que el soporte sólido comprende una o más fibras de PAN puede llevarse a cabo en cualquier reactor adecuado. En particular, la fabricación puede llevarse a cabo en un reactor de baño colorante adecuado (es decir, un reactor que normalmente se usa para colorear tejidos). En particular, puede usarse un baño colorante comercial con rodillos dispuestos para que pase el tejido a través del baño colorante en el que se realiza(n) el (los) tratamiento(s). Un ejemplo de un reactor de baño colorante adecuado es el reactor URGNANO-BERGAMO MCS, WRT 3 (fabricado en Italia).

Las referencias del presente documento a soluciones acuosas pretenden referirse a soluciones en un disolvente o diluyente adecuado que comprenden al menos un 40 %, particularmente al menos un 50 %, en volumen, de agua. En particular, el disolvente o diluyente es agua. Adicionalmente, la persona experta apreciará que dichas soluciones incluyen el (los) componente(s) de las mismas (por ejemplo, sal(es) metálica(s)) sustancialmente disuelto(s) en las mismas, pero que puede haber presentes cantidades menores del (los) componente(s) en forma de una suspensión en el disolvente o diluyente. Adicionalmente, una proporción del (los) componente(s) puede quedar suspendida en el disolvente o diluyente según se lleva(n) a cabo la(s) etapa(s) del método de la presente invención.

Por ejemplo, puede fabricarse un catalizador en el que el soporte sólido comprenda un soporte queratinoso (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según la etapa de fijar el catión metálico sobre un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana), soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) que puede haber sido opcionalmente modificado de forma que se ayude a la fijación (o complejación) del catión metálico sobre el soporte.

Un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidrazina y/o una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra

de lana modificada); y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

Un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

Un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

Un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidrazina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

Un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una solución acuosa de una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada), en el que la concentración de la sal de hidroxilamina en la solución acuosa está en el intervalo de desde 14 hasta 70 g/l; y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

En las anteriores etapas (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, la solución acuosa puede comprender adicionalmente una sal de un segundo catión metálico, catión metálico que se selecciona entre litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario, cinc, cadmio, mercurio, aluminio, galio, indio, talio, estaño, plomo, antimonio y bismuto, y mezclas de los mismos.

Un catalizador en el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico y una sal de un segundo catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos, y segundo catión metálico que se selecciona entre litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario, cinc, cadmio, mercurio, aluminio, galio, indio, talio, estaño, plomo, antimonio y bismuto, y mezclas de los mismos.

En las etapas (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, el soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) está "modificado". Se cree que en esta etapa los grupos reactivos del soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) reaccionan con las sales de hidroxilamina y/o con las sales de hidrazina para formar grupos (tales como grupos hidroxámicos) que pueden complejarse con los primeros cationes metálicos (y posiblemente con los segundos cationes metálicos) según se define en el presente documento.

Cuando se usa una sal de hidrazina en la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier sal de hidrazina adecuada. Por ejemplo, algunas sales de hidrazina adecuadas incluyen diclorhidrato de hidrazina, monoclorhidrato de hidrazina, hidrato de hidrazina, monobromhidrato de hidrazina, acetato de hidrazina, sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina, y mezclas de las mismas (particularmente diclorhidrato de hidrazina, sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina). Las sales de hidrazina que contienen entre uno y cuatro sustituyentes pueden usarse según se ha analizado anteriormente, es decir, sustituyentes que pueden ser iguales o diferentes y seleccionarse entre alquilo (1-4 C), arilo (tal como fenilo) y alcanoílo (1-4 C), y sustituyentes que pueden estar adicionalmente sustituidos, por ejemplo, por uno o más sustituyentes adicionales que pueden ser iguales o diferentes seleccionados entre halógeno, nitro e hidroxilo. Como apreciará la persona experta, pueden usarse una o más sales de hidrazina en esta etapa, según sea apropiado.

Cuando se usa una sal de hidroxilamina en la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier sal de hidroxilamina adecuada. Por ejemplo, algunas sales de hidroxilamina adecuadas incluyen monoclorhidrato de hidroxilamina, sulfato de hidroxilamina y fosfato de hidroxilamina, y mezclas de las mismas (particularmente monoclorhidrato de hidroxilamina o sulfato de hidroxilamina). Las sales de hidroxilamina que contienen uno o dos sustituyentes pueden usarse según se ha analizado anteriormente, es decir, sustituyentes que pueden ser iguales o diferentes y seleccionarse entre alquilo (1-4 C), arilo (tal como fenilo) y alcanoílo (1-4 C) y sustituyentes que pueden estar adicionalmente sustituidos, por ejemplo, por uno o más sustituyentes adicionales que pueden ser iguales o diferentes seleccionados entre halógeno, nitro e hidroxilo. Como apreciará la persona experta, pueden usarse una o más sales de hidroxilamina en esta etapa, según sea apropiado.

En la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, el soporte queratinoso normalmente se trata con una sal de hidrazina y/o con una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado (por ejemplo, en forma de una solución de una sal de hidrazina y/o de una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado) y en presencia de una base adecuada. El soporte queratinoso puede tratarse con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado (por ejemplo, con forma de una solución de una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado) y en presencia de una base adecuada. Normalmente, un disolvente adecuado es un disolvente acuoso, tal como agua. Por lo tanto, normalmente se usa una solución acuosa de una sal de hidrazina y/o de una sal de hidroxilamina. La concentración de la sal de hidrazina (cuando está presente) usada en la etapa (iv) puede estar en el intervalo de desde 10 hasta 50 g/l, particularmente en el intervalo de desde 20 hasta 40 g/l, más particularmente de aproximadamente 30 g/l. La concentración de la sal de hidroxilamina (cuando está presente) usada en la etapa (iv) puede estar en el intervalo de desde 14 hasta 70 g/l, particularmente en el intervalo de desde 30 hasta 55 g/l, más particularmente de aproximadamente 42 g/l.

Cuando el soporte queratinoso se trata con una solución de una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, la sal de hidrazina y la sal de hidroxilamina pueden estar presentes en una proporción molar en el intervalo de desde 1:1 hasta 1:3, preferentemente de aproximadamente 1:2. Normalmente, en la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, la proporción ponderal entre la lana y el total de sal de hidrazina y/o de sal de hidroxilamina puede estar en el intervalo de desde 1:8 hasta 1:0,5, preferentemente en el intervalo de desde 1:6 hasta 1:2, más preferentemente en el intervalo de desde 1:4 hasta 1:2, incluso más preferentemente de aproximadamente 1:2,7.

Puede usarse cualquier base adecuada en la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso. Por ejemplo, una base adecuada puede seleccionarse entre hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y carbonato de sodio (particularmente hidróxido de sodio). La base se usa en la etapa (iv) para mantener un pH adecuado, es decir, en el que puede producirse la modificación del soporte queratinoso. Un pH adecuado es, por ejemplo, un pH en el intervalo de desde 4 hasta 9,5, particularmente un pH en el intervalo de desde 6 hasta 8, y más particularmente un pH de aproximadamente 7. La etapa (iv) de los métodos de fabricación

de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso puede llevarse a cabo convenientemente a una temperatura mayor que la temperatura ambiente (por ejemplo, a una temperatura de más de aproximadamente 25 ºC), particularmente a una temperatura en el intervalo de desde 60 hasta 180 ºC, más particularmente a una temperatura en el intervalo de desde 100 hasta 105 ºC, por ejemplo, a una temperatura de desde 100 hasta 101 ºC. Como apreciará la persona experta, el tiempo requerido para la etapa (iv) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso depende del soporte queratinoso y/o de los reactivos usados en particular. Sin embargo, un tiempo de tratamiento típico es de desde 30 minutos hasta 3 horas, adecuadamente de aproximadamente 2 horas.

En la etapa (v) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, el soporte queratinoso modificado (es decir, según se ha preparado en la etapa (iv)) se trata con una solución acuosa de forma que se proporcione el catalizador. La solución acuosa normalmente es una solución acuosa de una sal metálica, es decir, que comprende un primer catión metálico (es decir, el metal de transición) según se ha definido en el presente documento. Como apreciará la persona experta, la solución acuosa puede comprender, en un aspecto, únicamente una sal de un primer catión metálico (es decir, el metal de transición). Sin embargo, en otro aspecto, la solución acuosa puede comprender más de una sal de un primer catión metálico (es decir, el metal de transición). En otras palabras, la solución acuosa de la sal metálica puede comprender una mezcla de primeras sales metálicas (es decir, el metal de transición).

En la etapa (v), la solución acuosa puede comprender una sal de un primer catión metálico (es decir, el metal de transición) y una sal de un segundo catión metálico, primer y segundo cationes metálicos que son según se han definido en el presente documento. Como apreciará la persona experta, los segundos cationes metálicos son cationes de los metales pertenecientes a los Grupos 1, 2, 12, 13, 14 y 15 según se establece en la Tabla Periódica de los Elementos (según establece la nomenclatura de la IUPAC). La solución acuosa puede comprender únicamente una sal de un segundo catión metálico o puede comprender una mezcla de segundas sales metálicas. Se cree que el segundo catión metálico actúa como facilitador para aumentar la fijación del primer catión metálico (es decir, el metal de transición) al soporte queratinoso.

En un aspecto de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, el segundo catión metálico se selecciona entre litio, sodio, potasio, magnesio, calcio, cinc y aluminio, y mezclas de los mismos. En otro aspecto, el segundo catión metálico se selecciona entre litio, sodio, potasio, magnesio, calcio y cinc, y mezclas de los mismos. En otro aspecto, el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio, de magnesio, de calcio y de cinc, y mezclas de los mismos. En otro aspecto más, el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de litio y de calcio, y mezclas de los mismos. En otro aspecto más, el segundo catión metálico se selecciona entre un catión de sodio, de potasio y de calcio, y mezclas de los mismos. En otro aspecto más, el segundo catión metálico es un catión de calcio. En otro aspecto más, el segundo catión metálico es un catión de sodio.

Como apreciará la persona experta, las sales del (los) segundo(s) catión(es) metálico(s) usadas en la etapa (v) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso pueden comprender cualquier anión adecuado. Algunos aniones adecuados incluyen, por ejemplo, cloruros, yoduros, bromuros, fluoruros, sulfatos, carboxilatos, tiosulfatos, tiocianatos, percloratos, nitratos y nitritos, particularmente cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos, más particularmente cloruros, nitratos y sulfatos, incluso más particularmente nitratos y sulfatos. Los segundos cationes metálicos adecuados son según se ha analizado anteriormente. Algunos ejemplos de segundas sales metálicas adecuadas incluyen $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$, $Li_2SO_4 \cdot H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$, NaCl, Na_2SO_4 y $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ (especialmente $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$ y $Li_2SO_4 \cdot H_2O$).

La concentración total del catión metálico en la solución acuosa usada en la etapa (v) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso puede estar en el intervalo de desde 0,05 g/l hasta 500 g/l, tal como en el intervalo de desde 5 g/l hasta 100 g/l. En la solución acuosa, la proporción molar entre la primera sal metálica (es decir, el metal de transición) y la segunda sal metálica (cuando está presente) puede estar en el intervalo de desde 1:1 hasta 1:12, particularmente en el intervalo de desde 1:2 hasta 1:6, más particularmente en el intervalo de desde 1:3 hasta 1:6.

La etapa (v) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso pueden llevarse a cabo convenientemente a una temperatura en el intervalo de desde 5 hasta 80 ºC, preferentemente a la temperatura ambiente, es decir, a una temperatura en el intervalo de desde 10 hasta 30 ºC, particularmente en el intervalo de desde 20 hasta 30 ºC, por ejemplo, aproximadamente a 25 ºC. La etapa (v) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso puede llevarse a cabo convenientemente a cualquier pH adecuado, por ejemplo, a un pH en el intervalo de desde 1 hasta 7, particularmente a un pH en el intervalo de desde 2 hasta 3.

Normalmente, el soporte queratinoso puede lavarse entre cada una de la etapas (iv) y (v) de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso. Por ejemplo, el soporte queratinoso puede lavarse con agua, por ejemplo, con agua destilada. La etapa de lavado elimina sustancialmente los reactivos residuales presentes de la(s) etapa(s) de reacción previa(s). Normalmente, después de la etapa (v) de los métodos

de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso, el catalizador se seca antes de su uso. El catalizador puede secarse mediante el uso de cualquier medio convencional, por ejemplo, a unas temperaturas de hasta 125 ºC.

El soporte queratinoso usado en los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso puede estar en cualquier forma adecuada, por ejemplo, según se ha analizado anteriormente. Una fibra de lana usada en los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso puede estar disponible comercialmente y puede ser adquirida en forma de una fibra de lana predesgastada.

Los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso pueden comprender adicionalmente una etapa de pretratamiento, por ejemplo, en la que el soporte queratinoso es pretratado antes de la etapa (iv). La etapa de pretratamiento puede comprender la etapa de desgastar el material queratinoso (tal como una fibra de lana), por ejemplo, para reducir o eliminar los contaminantes del material queratinoso (tal como una fibra de lana), especialmente los contaminantes hidrófobos tales como lípidos, aceites, grasa y/o cera. El uso de un material queratinoso desgastado (tal como una fibra de lana desgastada) en los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso puede proporcionar materiales (tales como fibras de lana) que tienen menos contaminantes (especialmente contaminantes hidrófobos) en los mismos, y por lo tanto se cree que el uso de una fibra de lana desgastada puede favorecer la eficaz modificación y agregación de la fibra.

La etapa de pretratamiento de los métodos de fabricación de un catalizador que comprende un soporte sólido queratinoso (cuando se lleva a cabo) puede comprender poner en contacto una fibra de lana con agua (tal como agua destilada) y/o poner en contacto una fibra de lana con agua (tal como agua destilada) en presencia de un tensioactivo adecuado, tal como un tensioactivo no iónico. Algunos tensioactivos no iónicos adecuados incluyen etoxilatos de alquil fenol y etoxilatos de alcoholes grasos. En cualquier etapa de pretratamiento, la fibra de lana puede ponerse en contacto adicionalmente o alternativamente con un aditivo tal como ceniza de sosa (carbonato de sodio), cloruro de sodio y/o sulfato de sodio. Se cree que el contacto con dichos aditivos puede acortar los tiempos de contacto para conseguir la reducción o la eliminación de los contaminantes de la fibra de lana. La fibra de lana puede secarse mediante cualquier medio convencional antes de la etapa de modificación. La etapa de pretratamiento puede llevarse a cabo cualquier temperatura adecuada, por ejemplo, a una temperatura en el intervalo de desde 40 hasta 80 ºC, especialmente en el intervalo de desde 50 hasta 70 ºC, más especialmente aproximadamente a 60 ºC.

Un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede fabricarse, por ejemplo (antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador) según las etapas de:

(iv) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidrazina y/o con una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y

(v) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un segundo catión metálico, segundo catión metálico que se selecciona entre un catión de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos. En este método, las condiciones de reacción, las cantidades de los reactivos y lo demás pueden ser como se ha descrito anteriormente con respecto a la fabricación de un catalizador en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso, excepto porque únicamente se incluye un segundo catión metálico seleccionado entre un catión de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos, en la solución acuosa de la sal metálica.

La fabricación, según se ha analizado anteriormente, de un catalizador fibroso en el que el que el soporte sólido comprende un soporte queratinoso puede llevarse a cabo en cualquier reactor adecuado, incluyendo, por ejemplo, un reactor de baño colorante adecuado, según se ha analizado anteriormente. Cuando se usa dicho reactor de baño colorante, el soporte queratinoso (por ejemplo, que comprende fibras de lana) normalmente está en forma de un tejido (por ejemplo, fieltrado, tricotado, tejido o perforado con agujas).

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un método para la desinfección de un sustrato, método que comprende la etapa de poner en contacto el sustrato con un catalizador mediante un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte. También se proporciona el uso de un catalizador para la desinfección de un sustrato en contacto con el catalizador mediante un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte. Preferiblemente, el medio fluido es un medio líquido. En el método de uso para la desinfección de un sustrato, el catalizador y el medio fluido pueden ser como se ha descrito anteriormente. El método puede comprender adicionalmente la etapa de fabricación del catalizador previa al método de desinfección, por ejemplo, mediante el uso de un método de fabricación como se ha descrito anteriormente.

Se proporciona el uso de un catalizador para la destrucción y/o la inactivación de microbios en un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte. Preferiblemente, el medio fluido es un medio líquido. En este uso, el catalizador y el medio

fluido pueden ser como se ha descrito anteriormente. El catalizador para este uso puede fabricarse antes de su uso en la destrucción y/o la inactivación de microbios, por ejemplo, mediante el uso de un método de fabricación como se ha descrito anteriormente.

Una composición para la destrucción y/o la inactivación de microbios comprende un catalizador, un compuesto de peroxígeno y un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte. Preferiblemente, el medio fluido es un medio líquido. En la composición, el catalizador, el compuesto de peroxígeno y el medio fluido pueden ser como se ha descrito anteriormente. El catalizador puede ser fabricado mediante cualquier método adecuado, por ejemplo, mediante el uso de un método de fabricación como se ha descrito anteriormente. La composición puede comprender el catalizador y el compuesto de peroxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, en una proporción ponderal de desde 1:20 hasta 20:1.

Un aparato para la destrucción y/o la inactivación de microbios comprende un catalizador, un compuesto de peroxígeno y un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte. Preferiblemente, el medio fluido es un medio líquido. Preferiblemente, el catalizador y el compuesto de peroxígeno están separados espacialmente en el aparato. En el aparato, el catalizador, el compuesto de peroxígeno y el medio fluido pueden ser como se ha descrito anteriormente. El catalizador puede ser fabricado mediante cualquier método adecuado, por ejemplo, mediante el uso de un método de fabricación como se ha descrito anteriormente. El aparato puede comprender el catalizador y el compuesto de peroxígeno en una proporción ponderal de desde 1:20 hasta 20:1.

Un método para la preparación de un catalizador que comprende un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) y un catión metálico fijado al soporte queratinoso comprende las etapas de:

(iv-a) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y
(v-a) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

Un método adicional para la preparación de un catalizador comprende las etapas de:

(iv-b) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidrazina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada); y
(v-b) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

Otro método para la preparación de un catalizador comprende las etapas de:

(iv-c) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una solución acuosa de una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada), en el que la concentración de la sal de hidroxilamina en la solución acuosa está en el intervalo de desde 14 hasta 70 g/l ; y
(v-c) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos.

En las etapas (v-a), (v-b) y/o (v-c) de los anteriores métodos, la solución acuosa puede comprender adicionalmente una sal de un segundo catión metálico, segundo catión metálico que se selecciona entre litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario, cinc, cadmio, mercurio, aluminio, galio, indio, talio, estaño, plomo, antimonio y bismuto, y mezclas de los mismos.

La presente invención también proporciona un método para la preparación de un catalizador, método que comprende las etapas de:

(iv-d) el tratamiento de un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) con una sal de hidroxilamina en presencia de una base para proporcionar un soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana

modificada); y
(v-d) el tratamiento del soporte queratinoso modificado (tal como una fibra de lana modificada) con una solución acuosa que comprende una sal de un primer catión metálico y una sal de un segundo catión metálico, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro, y mezclas de los mismos, y segundo catión metálico que se selecciona entre litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario, cinc, cadmio, mercurio, aluminio, galio, indio, talio, estaño, plomo, antimonio y bismuto, y mezclas de los mismos.

En las etapas (iv-a), (iv-b), (iv-c) y (iv-d) de los métodos para la preparación de un catalizador, el soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) está "modificado", según se ha analizado anteriormente. Las etapas (iv-a), (iv-b), (iv-c) y (iv-d) se denominan en lo sucesivo en el presente documento "etapa(s) de modificación" y los aspectos preferidos de estas etapas se corresponden con los aspectos preferidos de las etapas (iv) analizadas anteriormente.

Cuando se usa una sal de hidrazina en la etapa de modificación, como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier sal de hidrazina adecuada. Por ejemplo, algunas sales de hidrazina adecuadas incluyen diclorhidrato de hidrazina, monoclorhidrato de hidrazina, hidrato de hidrazina, monobromhidrato de hidrazina, acetato de hidrazina, sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina, y mezclas de las mismas (particularmente diclorhidrato de hidrazina, sulfato de hidrazina y sulfato de dihidrazina). Pueden usarse sales de hidrazina que contienen entre uno y cuatro sustituyentes según se ha analizado anteriormente. Como apreciará la persona experta, pueden usarse una o más sales de hidrazina en la etapa de modificación, según sea apropiado.

Cuando se usa una sal de hidroxilamina en la etapa de modificación, como apreciará la persona experta, puede usarse cualquier sal de hidroxilamina adecuada. Por ejemplo, algunas sales de hidroxilamina adecuadas incluyen monoclorhidrato de hidroxilamina, sulfato de hidroxilamina y fosfato de hidroxilamina, y mezclas de las mismas (particularmente monoclorhidrato de hidroxilamina o sulfato de hidroxilamina). Pueden usarse sales de hidroxilamina que contienen uno o dos sustituyentes según se ha analizado anteriormente. Como apreciará la persona experta, pueden usarse una o más sales de hidroxilamina en la etapa de modificación, según sea apropiado.

En la etapa de modificación, el soporte queratinoso normalmente se trata con una sal de hidrazina y/o con una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado (por ejemplo, en forma de una solución de una sal de hidrazina y/o de una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado) y en presencia de una base adecuada. El soporte queratinoso puede tratarse con una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado (por ejemplo, en forma de una solución de una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en un disolvente adecuado) y en presencia de una base adecuada. Normalmente, un disolvente adecuado es un disolvente acuoso, tal como agua. Por lo tanto, normalmente se usa una solución acuosa de una sal de hidrazina y/o de una sal de hidroxilamina. La concentración de la sal de hidrazina (cuando está presente) usada en la etapa de modificación puede estar en el intervalo de desde 10 hasta 50 g/l, particularmente en el intervalo de desde 20 hasta 40 g/l, más particularmente de aproximadamente 30 g/l. La concentración de la sal de hidroxilamina (cuando está presente) usada en la etapa de modificación puede estar en el intervalo de desde 14 hasta 70 g/l, particularmente en el intervalo de desde 30 hasta 55 g/l, más particularmente de aproximadamente 42 g/l.

Cuando el soporte queratinoso se trata con una solución de una sal de hidrazina y una sal de hidroxilamina en la etapa de modificación, la sal de hidrazina y la sal de hidroxilamina pueden estar presentes en una proporción molar en el intervalo de desde 1:1 hasta 1:3, preferentemente de aproximadamente 1:2. Normalmente en la etapa de modificación, la proporción ponderal entre la lana y el total de la sal de hidrazina y/o de la sal de hidroxilamina puede estar en el intervalo de desde 1:8 hasta 1:0,5, preferentemente en el intervalo de desde 1:6 hasta 1:2, más preferentemente en el intervalo de desde 1:4 hasta 1:2, incluso más preferentemente de aproximadamente 1:2,7.

Puede usarse cualquier base adecuada en la etapa de modificación de los métodos para la preparación de un catalizador de la presente invención. Por ejemplo, según se ha analizado anteriormente, una base adecuada puede seleccionarse entre hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y carbonato de sodio (particularmente hidróxido de sodio). La base se usa en la etapa de modificación para mantener un pH adecuado, es decir, en el que puede producirse la modificación del soporte queratinoso. Un pH adecuado es, por ejemplo, un pH en el intervalo de desde 4 hasta 9,5, particularmente un pH en el intervalo de desde 6 hasta 8, y más particularmente un pH de aproximadamente 7. Las temperaturas y los tiempos de tratamiento típicos para la etapa de modificación son según se ha analizado anteriormente.

Como se ha analizado anteriormente, en la etapas (v-a), (v-b), (v-c) y (v-d) de los métodos para la preparación de un catalizador de la presente invención, el soporte queratinoso modificado (es decir, según se ha preparado en las correspondientes etapas de modificación) se trata con una solución acuosa de forma que se proporcione el catalizador. La solución acuosa normalmente es una solución acuosa de una sal metálica, es decir, que comprende un primer catión metálico según se ha definido en el presente documento. Las etapas (v-a), (v-b), (v-c) y (v-d) se denominan en lo sucesivo en el presente documento "etapa(s) de impregnación" y los aspectos preferidos de estas etapas se corresponden con los aspectos preferidos de las etapas (v) analizadas anteriormente. La solución acuosa

comprende una sal de un primer catión metálico según se ha definido en el presente documento. Como se ha analizado anteriormente, la solución acuosa puede comprender únicamente una sal de un primer catión metálico, o puede comprender más de una sal de un primer catión metálico. La solución acuosa de la sal metálica puede comprender una mezcla de primeras sales metálicas.

Los primeros cationes metálicos preferidos se seleccionan según se ha analizado anteriormente. Por ejemplo, el primer catión metálico puede seleccionarse entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre, particularmente entre un catión de titanio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre, más particularmente entre un catión de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre, y mezclas de los mismos. En un aspecto, el primer catión metálico se selecciona entre un catión de hierro (por ejemplo, de Fe^{2+} o de Fe^{3+}) y uno de cobre (por ejemplo, de Cu^{2+}), y mezclas de los mismos. En otro aspecto, el primer catión metálico es un catión de hierro (por ejemplo, de Fe^{2+} o de Fe^{3+}, especialmente de Fe^{3+}).

Las sales del (los) primer(os) catión(es) metálico(s) puede(n) comprender cualquier anión adecuado, tal como los analizados anteriormente. En particular, algunos aniones adecuados incluyen cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos, más particularmente cloruros y sulfatos, incluso más particularmente cloruros. Algunos ejemplos de primeras sales metálicas adecuadas incluyen $FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$, $FeSO_4 \cdot x\ H_2O$ (en la que x es 1, 4, 5 o 7), $Fe_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2\ H_2O$ y $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ (especialmente $FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$ y $Fe_2(SO_4)_3 \cdot H_2O$).

En la etapa de impregnación, la solución acuosa puede comprender una sal de un primer catión metálico y una sal de un segundo catión metálico, primer y segundo catión metálico que son según se han definido en el presente documento. La solución acuosa puede comprender únicamente una sal de un segundo catión metálico o puede comprender una mezcla de segundas sales metálicas. Los segundos cationes metálicos preferidos se seleccionan según se ha analizado anteriormente. Por ejemplo, el segundo catión metálico puede seleccionarse entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de magnesio, de calcio, de cinc y de aluminio, más particularmente entre un catión de litio, de sodio, de potasio, de magnesio, de calcio y de cinc, incluso más particularmente entre un catión de litio, de magnesio, de calcio y de cinc, incluso más particularmente aún entre un catión de sodio, de potasio y de calcio, y mezclas de los mismos. En un aspecto, el segundo catión metálico es un catión de calcio. En otro aspecto, el segundo catión metálico es un catión de sodio.

Las sales del (los) segundo(s) catión(es) metálico(s) pueden comprender cualquier anión adecuado, tal como los analizados anteriormente. En particular, algunos aniones adecuados incluyen cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos, más particularmente cloruros, nitratos y sulfatos, incluso más particularmente nitratos y sulfatos. Algunos ejemplos de segundas sales metálicas adecuadas incluyen $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6\ H_2O$, $Li_2SO_4 \cdot H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$, NaCl y Na_2SO_4 (especialmente $Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$ y $Li_2SO_4 \cdot H_2O$).

La concentración total del catión metálico en la solución acuosa puede estar en el intervalo de desde 0,05 g/l hasta 500 g/l, tal como en el intervalo de desde 5 g/l hasta 100 g/l. En la solución acuosa, la proporción molar entre la primera sal metálica y la segunda sal metálica (cuando está presente) puede estar en el intervalo de desde 1:1 hasta 1:12, particularmente en el intervalo de desde 1:2 hasta 1:6, más particularmente en el intervalo de desde 1:3 hasta 1:6. Las temperaturas y los tiempos de tratamiento típicos para la etapa de impregnación son según se ha analizado anteriormente. La etapa de impregnación puede llevarse a cabo convenientemente a cualquier pH adecuado, por ejemplo, a un pH en el intervalo de desde 1 hasta 7, particularmente a un pH en el intervalo de desde 2 hasta 3.

Normalmente, el soporte queratinoso se lava (por ejemplo, con agua) entre cada una de las etapas de modificación y de impregnación, y se seca antes de su uso según se ha analizado anteriormente. El método puede comprender adicionalmente una etapa de pretratamiento, por ejemplo, en la que el soporte queratinoso se pretrata antes de la etapa de modificación, según se ha analizado anteriormente.

El soporte queratinoso usado puede estar en cualquier forma adecuada y el método para la preparación del catalizador puede comprender adicionalmente la etapa de la formación de un tejido o de una tela a partir de un material queratinoso (tal como una fibra de lana) según se ha analizado anteriormente. Adicionalmente, las fibras de lana para su uso en el método son según se ha analizado anteriormente.

Se proporciona un catalizador que se obtiene mediante los métodos para la preparación del catalizador que comprende un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) y un catión metálico fijado al soporte queratinoso. Se proporciona un catalizador que se obtiene mediante los métodos para la preparación del catalizador que comprende un soporte queratinoso (tal como una fibra de lana) y un catión metálico fijado al soporte queratinoso.

Se proporciona un catalizador que comprende un soporte queratinoso y un primer catión metálico fijado al soporte queratinoso, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino, de oro, de cinc y de aluminio (particularmente se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio,

de platino y de oro), y mezclas de los mismos, y en el que el primer catión metálico está presente en una cantidad de 0,03 mmol o más por gramo de soporte queratinoso. Se proporciona un catalizador que comprende una fibra de lana y un primer catión metálico fijado a la fibra de lana, primer catión metálico que se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino, de oro, de cinc y de aluminio (particularmente seleccionado entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino y de oro), y mezclas de los mismos, y en el que el primer catión metálico está presente en una cantidad de 0,03 mmol o más por gramo de fibra de lana. Por ejemplo, en los catalizadores proporcionados en esta divulgación, el primer catión metálico puede estar presente en una cantidad de desde 0,03 hasta 1,0 mmol por gramo de fibra de lana, tal como en una cantidad de desde 0,03 hasta 0,5 mmol por gramo de fibra de lana, más particularmente de desde 0,03 hasta 0,1 mmol por gramo de fibra de lana, incluso más particularmente de desde 0,07 hasta 0,1 mmol por gramo de fibra de lana. La fibra de lana y el primer catión metálico son como se han definido anteriormente.

La invención se ilustrará ahora mediante los siguientes ejemplos no limitantes, en los cuales, salvo que se indique de otro modo:

(a) las temperaturas se proporcionan en grados Celsius (ºC);
(b) las operaciones se llevaron a cabo a la temperatura ambiente, esto es, a una temperatura en el intervalo de desde 18 hasta 25 ºC (salvo que se indique de otro modo);
(c) los símbolos químicos tienen sus significados habituales;
(d) se usan símbolos y unidades del SI; y
(e) los espectros de ultravioleta / visible se registraron con un espectrofotómetro UNICAM UV2-100.

Actividad antimicrobiana - Ejemplos 1 a 96

Se analizó la actividad antimicrobiana de un catalizador que comprende fibras de PAN.

Preparación del catalizador

Los catalizadores se prepararon como sigue:

Catalizadores de PAN1 y de PAN2

Etapa (i) - Modificación

Para el catalizador de PAN1, la modificación de la solución usada en la etapa (i) comprendía $N_2H_4 \cdot 2$ HCl en agua destilada a una concentración de 30 g/l y $NH_2OH \cdot HCl$ en agua destilada a una concentración de 42 g/l. El volumen total de la solución de modificación era de 800 ml (que contenía 24 g/l de $N_2H_4 \cdot 2$ HCl y 33,6 g/l de $NH_2OH \cdot HCl$). El pH de la solución de modificación era de 9,5, ajustado mediante la adición de NaOH. Se trató una malla tricotada (que consiste en un 40 % (p/p) de hilo de PAN y un 60 % (p/p) de un soporte de polipropileno inerte (PP)) en una cantidad de 31 g (que contiene 12,4 g de hilo de PAN y 18,6 g de hilo de PP inerte) con la solución de modificación. Por lo tanto, la proporción del líquido era de 800 ml:31 g de malla tricotada o de 800 ml:12,4 g de hilo de PAN. La solución de modificación, que contiene la mezcla de hidrazina / hidroxilamina a un pH de 9,5, se calentó en primer lugar hasta entre 100 y 101 ºC, y después se introdujo la malla tricotada en la solución de modificación. La duración del tratamiento fue de 2 horas (desde que se introdujo la malla en la solución) a la temperatura de ebullición de la solución de modificación (entre 100 y 102 ºC).

Para el catalizador de PAN2, la etapa (i) se lleva a cabo de la misma forma que para el de PAN1 según se ha analizado anteriormente, pero la malla tricotada de PAN2 contenía un 70 % (p/p) de hilo de PAN y un 30 % (p/p) de soporte de PP inerte. Por lo tanto, la cantidad de malla tricotada en 800 ml de la solución de modificación (mezcla de hidrazina / hidroxilamina a un pH de 9,5) era diferente, tal como de 800 ml:17,7 g de malla tricotada (que contiene 12,4 g de hilo de PAN), pero la proporción en el líquido era la misma para la cantidad de hilo de PAN2, tal como de 800 ml:12,4 g de hilo de PAN.

Etapa (ii) - Modificación adicional

Después de la etapa (i), cada malla modificada (tanto de PAN 1 como de PAN2 como se ha descrito anteriormente) se lavó con agua destilada (aproximadamente 2 l) y se secó hasta que tuvo un peso constante a la temperatura ambiente. Cada malla modificada (tanto de PAN 1 como de PAN 2 como se ha descrito anteriormente) se trató después de la misma forma, a saber, mediante el tratamiento con una solución en ebullición de NaOH al 5 % (p/v) durante 30 segundos. En primer lugar, la solución de NaOH (acuosa) se calentó hasta la temperatura de ebullición, y después se introdujo la malla en la solución durante 30 segundos. La proporción del líquido era de 800 ml de la solución de NaOH al 5 % (p/v):31 g de malla tricotada (para el PAN1) o 17,7 g de malla tricotada para el PAN2, u

800 ml de la solución de NaOH al 5 % (p/v):12,4 g de hilo de PAN (para ambos PAN1 y PAN2). Después de la etapa (ii), cada malla modificada (tanto de PAN1 como de PAN2) se lavó concienzudamente con agua destilada (aproximadamente 7 l) y se secó hasta peso constante a la temperatura ambiente. Las mallas de PAN1 y de PAN2 formadas en esta fase están indicadas a continuación como PAN1 de control y PAN2 de control.

Etapa (iii) - Impregnación

Después de la etapa (ii), cada malla modificada (tanto de PAN 1 como de PAN2 como se ha descrito anteriormente), se impregnó de la misma forma con sales de hierro y de calcio, a saber [$FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$] = 0,75 g/l y [$Ca(NO_3)_2 \cdot 4\ H_2O$] = 2,25 g/l en 100 ml de agua. La proporción en el líquido era de 1 l de la solución de Fe/Ca por 30 g de malla tricotada (catalizador de PAN1) o de 1 l de la solución de Fe/Ca por 17,2 g de malla tricotada (catalizador de PAN2) (o 1 l de la solución de Fe/Ca por 12 g de PAN (tanto de catalizador de PAN1 como de catalizador de PAN2)). La duración de la impregnación fue de 19 horas y esto se llevó a cabo a la temperatura ambiente. Después de la impregnación (etapa (iii)), tanto la malla tricotada de PAN1 como la de PAN2 se lavó muy concienzudamente con agua destilada (aproximadamente 10 l) y se secó hasta peso constante a la temperatura ambiente.

Catalizador de PAN3

El catalizador de PAN3 se preparó en un reactor URGNANO-BERGAMO MCS, WRT 3 (fabricado en Italia; un modelo de reactor de baño de colorante)

Etapa (i) - Modificación

Para el catalizador de PAN3, los reactivos y las cantidades usadas en la etapa (i) eran como sigue:

Producto químico	Cantidad
Agua	600 l
Disulfato de hidrazina	15,666 kg
Sulfato de hidroxilamina	32,478 kg
Hidróxido de sodio	22,2695 kg
Malla de PAN (normal)	16,75 kg, 25 m de largo x 2,2 m de ancho

El reactor se llenó con aproximadamente 600 l de agua. Después se añadieron 13,9 kg de sulfato de dihidrazina y 29,76 kg de sulfato de hidroxilamina, seguido de una mezcla. El pH de la solución se ajustó después a 9,4 mediante el uso de la unidad de dosificación lateral. Esto se llevó a cabo introduciendo inicialmente 19 Kg de NaOH (perlas sólidas) en la solución, seguido de una adición por etapas de NaOH (perlas sólidas) acompañada por la verificación del pH hasta que se alcanzó el pH deseado. Después se recogió una muestra de la solución de modificación inicial con objeto de determinar la concentración inicial real de los reactivos (sulfato de dihidrazina y sulfato de hidroxilamina).

La malla (que se había tricotado en forma de un bucle cerrado con un radio de aproximadamente 0,35 m) se cortó en primer lugar para obtener una lámina de 2,2 m de ancho. Después se cargaron aproximadamente 16,75 kg de la malla en el reactor. El reactor se cerró y la temperatura se elevó desde 26 ºC hasta 100 ºC en 33 minutos. La velocidad de rotación de la malla en el reactor se estableció a 150 metros/minuto. La temperatura de la solución en el reactor se mantuvo manualmente a entre 97 y 102 ºC durante dos horas. Después el reactor se enfrió durante 15 minutos hasta una temperatura de 60 ºC. Se recogieron muestras de la solución usada para su análisis, y después se vació el reactor. La presión máxima durante la modificación fue de 6 Psi (0,4 bar).

La malla se lavó en un proceso por lotes, cuatro veces cada vez con 600 l de agua (5 minutos por lote) y se recogieron muestras líquidas después de cada lavado. La rotación de la malla en el reactor durante el proceso de lavado por lotes era de 145 metros/minuto. Se usó una prueba cualitativa para monitorizar la cantidad de hidrazina en solución con objeto de determinar el punto final de lavado. La determinación de la hidrazina se basó en la reacción de la hidrazina con 4-dimetilamino benzaldehído (DAB) para formar un colorante de color amarillo (la longitud de onda de la absorción máxima en la región UV/VIS para la hidrazina/DAB es de 425 nm). La prueba consistía en soluciones de 4-dimetil amino benzaldehído, preparadas y embotelladas en el laboratorio. Previamente se prepararon soluciones de DAB que contenían concentraciones conocidas de hidrazina para ayudar en la comparación visual de las intensidades de color. Después de cuatro lavados por lotes, se recogió una muestra de malla mediante un corte longitudinal a través de la totalidad de su anchura. Los procesos de modificación dieron como resultado un cambio observable en el color de la malla desde blanco hasta entre naranja y amarillo. El color de la malla al final de la etapa de modificación (i) era muy uniforme, lo que sugiere una modificación homogénea del sitio, así como una buena mezcla.

Etapa (ii) - Modificación adicional

Para el catalizador de PAN3, los reactivos y las cantidades usadas en la etapa (ii) eran como sigue:

Producto químico	Cantidad
Agua	600 l
Hidróxido de sodio	15 kg

La malla se dejó en posición en el reactor después de la etapa de modificación (i). Al reactor, que contenía la malla, se le suministraron 600 l de agua y la temperatura se elevó hasta 50 ºC. Esto estuvo seguido por la adición gradual de 15 kg de NaOH (perlas sólidas) mediante la unidad de dosificación lateral. Este proceso se llevó a cabo muy lentamente y con cuidado, ya que se produjeron emanaciones de NaOH durante la reacción exotérmica entre el NaOH y el agua. Después, el reactor se calentó hasta 60 ºC y se mantuvo en unas condiciones isotérmicas (temperatura de 60 ± ºC) durante 15 minutos. El lavado de la malla se llevó a cabo mediante un lavado de flujo superior durante 20 minutos (es decir, mediante el cual se lavó un flujo continuo de agua sobre la malla del reactor mientras la malla estaba en rotación constante en el reactor) y se recogió una muestra de malla para su análisis. La observación visual de la malla modificada en la etapa (ii) mostró un color muy homogéneo, lo que sugiere una modificación homogénea del sitio, así como una buena mezcla.

Etapa (iii) - impregnación

Para el catalizador de PAN3, los reactivos y las cantidades usadas en la etapa (iii) eran como sigue:

Producto químico	Cantidad
Agua	600 l
Sulfato férrico monohidratado	3,47 kg
Nitrato de calcio tetrahidratado	13,5 kg

Al reactor se le suministraron 600 l de agua, seguido de la adición de 3,47 kg de sulfato férrico monohidratado y de 13,5 kg de nitrato de calcio tetrahidratado. El reactor se cerró y la rotación de la malla se estableció a 140 metros por minuto. Después de un tiempo de reacción de una hora a la temperatura ambiente, se recogió una muestra de malla para su análisis. La duración de la impregnación global fue de 2 horas. Después del proceso de impregnación, se recogió una muestra de líquido para analizar el hierro residual en solución. La malla se lavó con flujo durante 20 minutos, seguido de cuatro lavados por lotes de 5 minutos cada uno con un volumen de lavado de 600 l. Las soluciones de lavado se recogieron para su análisis. La malla se secó mediante la inyección de aire caliente a una temperatura de aproximadamente 50 ºC. La malla impregnada tenía un color homogéneo.

Ensayo de actividad antimicrobiana

Se requiere una neutralización (anulación de la actividad) de los agentes antimicrobianos para impedir que se transfieran unas concentraciones inhibidoras al medio de recuperación (según se analiza, por ejemplo, en Russell A. D. (2004) Factors influencing the efficacy of antimicrobial agents in Principles and Practice of Disinfection Preservation and Sterilization, 4ª edición, eds Fraise A. P. Lambert P. A. y Maillard J. Y., páginas 98-127, Oxford: Blackwell Publishing Ltd. y Russell A. D., Ahonkhai I. y Rogers, D. T. (1979) A review: microbiological applications of the inactivation of antibiotics and other antimicrobial agents. Journal of Applied Bacteriology, 46, 207-245). Por lo tanto, se retiraron muestras en los puntos temporales deseados y después se neutralizó cualquier peróxido de hidrógeno presente en las muestras (es decir, se desactivó) mediante el uso de catalasa.

En los ejemplos, se usó catalasa de hígado bovino para neutralizar la actividad de cualquier resto de peróxido de hidrógeno (según se describe en Russell A. D., Ahonkhai I. y Rogers, D. T. (1979), A review: microbiological applications of the inactivation of antibiotics and other antimicrobial agents, Journal of Applied Bacteriology, 46, 207-245) después del apropiado tiempo de contacto durante los experimentos. Se llevaron a cabo experimentos de control para establecer si el neutralizante anulaba la actividad del peróxido de hidrógeno y si el neutralizante era tóxico para los microorganismos ensayados.

Se encontró que el catalizador usado reducía el pH de una solución tras su adición a la solución de ensayo. Por lo tanto, se llevaron a cabo experimentos de control (Ejemplos de Control 35 a 46) para investigar el efecto del pH sobre la supervivencia de los microorganismos. Se investigó el efecto de las condiciones de pH ácido (de un pH de entre 3,47 y 3,54) con y sin peróxido de hidrógeno y aire.

Se usó un ensayo de suspensión cuantitativa (según se describe en Reybrouck G. (1998), The testing of disinfectants, International Biodeterioration and Biodegradation, 41, 269-272) basado en los principios generales de los ensayos europeos de suspensión cuantitativa (BS EN 1040:2005: Chemical disinfectants and antiseptics,

Quantitative suspension test for the evaluation of basic bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics, Test method and requirements (phase 1), Londres: British Standards Institute; BS EN 1276:1997: Chemical disinfectants and antiseptics, Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in food, industrial, domestic, and institutional areas, Test method and requirements (phase 2, step 1). Londres: British Standards Institute) para establecer el nivel básico de actividad del catalizador en ausencia de materia orgánica. Todos los ensayos se llevaron a cabo independientemente al menos tres veces salvo que se indique de otro modo. Se usaron unas concentraciones bajas (del 0,2-1 % p/v) de peróxido de hidrógeno, de forma que se pudieran detectar los aumentos en la actividad microbiana si estuvieran presentes.

Se inocularon las bacterias en volúmenes de 10 ml de caldo nutriente y se incubaron a 37 ºC durante entre 18 y 24 horas a una velocidad de agitación de 100 revoluciones/minuto. Después de la incubación, las bacterias se lavaron mediante una centrifugación para retirar el caldo nutriente; los sobrenadantes se desecharon y los sedimentos bacterianos se resuspendieron en agua esterilizada destilada. Se añadieron 7,5 ml de la suspensión bacteriana lavada a 67,5 ml de peróxido de hidrógeno y/o de agua destilada para dar una concentración final específica (que variaba entre un 0 y un 1 % p/v - véanse las siguientes Tablas) de peróxido de hidrógeno y aproximadamente 8 log_{10} unidades formadoras de colonias (UFC)/ml de bacterias. La mezcla resultante se agitó magnéticamente a lo largo de todo el experimento. Cuando era aplicable, se añadió 1 g (+/- 0,1 g) de fibra de PAN modificada (denominada PAN1 (control) o PAN2 (control)) o de catalizador (denominado catalizador de PAN1 o catalizador de PAN2 o catalizador de PAN3) que comprende fibras de catalizador de PAN a la mezcla resultante. Los experimentos se llevaron a cabo con o sin aire. Si se usó aire, se suministraron 2,5 l/min a través de una bomba de aire fieltrada y un tubo de distribución de gas esterilizado de Pirex.

Después de un tiempo de contacto específico (véanse las siguientes Tablas), se retiraron alícuotas de 1 ml del matraz experimental y se transfirieron a 9 ml de neutralizador (catalasa) durante 5 minutos para inactivar cualquier resto de peróxido de hidrógeno. Después de la neutralización se contó el número de microorganismos presentes mediante el uso de un método de recuento por goteo modificado de Miles & Misra (Miles, A. A., & Misra, S. S. (1938). The estimation of the bactericidal power of blood. Journal of Hygiene, 38, 732-749). En resumen, se realizaron diluciones de 1 en 10 y se colocaron en placas de Petri con agar nutriente. Las placas de Petri se incubaron a 37 ºC durante entre 18 y 24 horas.

Después de la incubación se contó el número de unidades formadoras de colonias presentes en el agar y se usó para calcular la reducción log_{10} en las cifras bacterianas causada por las condiciones experimentales. Se calculó el número de log_{10} de UFC/ml presentes en la alícuota resultante y se restó del número de log_{10} de UFC/ml presentes inicialmente al comienzo del experimento en cuestión. Por ejemplo:

$$\text{reducción } log_{10} \text{ en las UFC/ml} = Log_{10a} - Log_{10b}$$

en la que Log_{10a} es el log_{10} del número de UFC/ml presentes en la mezcla en el momento cero (calculado a partir del número de UFC añadidas a un matraz y el factor de dilución implicado), y Log_{10b} es el log_{10} de las UFC presentes en un punto temporal específico durante el experimento. Este es un método típico para la evaluación de la actividad de un antimicrobiano; cada reducción log representa una reducción del 90 % en el número de microorganismos viables presentes, por lo que una reducción de cinco log representa una reducción del 99,999 % en el número de bacterias.

Ensayo de la actividad antimicrobiana frente a esporas

Se prepararon suspensiones de esporas basadas en los principios generales de la los ensayos europeos de suspensión cuantitativa para la evaluación de la actividad esporicida (BS EN14347:2005: chemical disinfectants and antiseptics, basic sporicidal activity, test method and requirements (phase 1, step 1), Londres: British Standards Institute). Se pipeteó caldo de Tryptone soja con esporas procedentes de un lote previo y se incubó a 37 ºC para obtener un cultivo en fase de crecimiento exponencial. Se transfirieron 10 ml de este cultivo a un matraz de Roux que contenía agar de esporulación de manganeso-sulfato, de forma que el inóculo entrara en contacto con toda la superficie del agar. Los matraces de Roux se incubaron a 37 ºC durante 2 días, y durante 21 días a 30 ºC, se recuperaron los cultivos, se comprobó la esporulación y se almacenaron en agua a 5 ºC. Después se evaluó la actividad esporicida mediante el uso del método detallado previamente (pero con la mitad del volumen/peso de peróxido de hidrógeno, de agua, de organismo y de catalizador) mediante el uso de entre un 5 y un 7,5 % p/v de peróxido de hidrógeno (véase la sección de ensayo de actividad antimicrobiana). Después de la neutralización, se añadió una muestra de 1 ml a entre 12 y 15 ml de agar de tryptone soja fundido enfriado a 45 ºC. Las placas de Petri se incubaron durante un mínimo de 4 días y un máximo de 7 días a 37 ºC, y se calculó la reducción log_{10} en el número de esporas bacterianas.

Actividad antimicrobiana del peróxido de hidrógeno preactivado con un catalizador de PAN

Se añadió 1 gramo de catalizador de PAN o de catalizador de PAN de control a 67,5 ml de peróxido de hidrógeno, se agitó durante 1 hora y después se retiró. Se añadieron 7,5 ml de la suspensión bacteriana lavada a los 67,5 ml de peróxido de hidrógeno para dar una concentración final específica de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 8 log_{10} unidades formadoras de colonias (UFC)/ml de bacterias. Después, el experimento se llevó cabo según se ha

descrito previamente (véase la sección de ensayo de actividad antimicrobiana).

Actividad antimicrobiana del PAN durante su reutilización

Se evaluó la actividad antimicrobiana del catalizador de PAN en un primer uso, 48 horas después del primer uso, 48 horas después del segundo uso y seis meses después del primer uso mediante el uso de en las mismas condiciones experimentales a las descritas previamente (véase la sección de ensayo de la actividad antimicrobiana).

Actividad antimicrobiana del catalizador de PAN en unas condiciones de pH neutro tamponado a la temperatura ambiente y a 35 ºC

Se llevaron a cabo experimentos mediante el uso del método detallado previamente (véase la sección de ensayo de la actividad antimicrobiana), pero el peróxido de hidrógeno y el catalizador se prepararon en una solución tampón de fosfato. Los experimentos se llevaron a cabo a la temperatura ambiente y a 35 ºC.

Resultados

Había presentes aproximadamente 8 log_{10} UFC/ml en la mezclas en el momento cero (el intervalo a lo largo de todo los experimentos fue de 8,19-8,44 log_{10} UFC/ml). Los experimentos de control establecieron que el neutralizador no era tóxico para los microorganismos (había presentes 8,10-8,69 log_{10} UFC/ml en los controles de toxicidad del neutralizador, en comparación con las 8,19-8,44 log_{10} UFC/ml añadidas originalmente) y que no anulaba la actividad del peróxido de hidrógeno (había presentes 8,07-8,49 log_{10} UFC/ml en los controles de eficacia del neutralizador, en comparación con las 8,19-8,44 log_{10} UFC/ml añadidas originalmente).

Los Ejemplos 1 a 11 muestran la reducción log media en el número de *Escherichia coli* ATCC 10536 después de la exposición a las condiciones experimentales. Los resultados se proporcionan en la Tabla 1 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 1 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y de aire. Se registró una reducción de 4,95 log después de 20 minutos y se observó una reducción mayor de 5 log después de 30 minutos (en comparación con los 50 minutos del ejemplo 5, que no usó catalizador, y con los 40 minutos del ejemplo 44, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido y aire).

El Ejemplo 2 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Escherichia coli* en presencia de aire (sin peróxido de hidrógeno). Se observó una reducción de 1,14 log después de 60 minutos (en comparación con la reducción de 0,31 log observada después de 60 minutos en el ejemplo 4, que usó únicamente PAN de control y aire, y en comparación con la reducción de 0,02 log observada después de 60 minutos en el ejemplo 6, que no usó catalizador).

El Ejemplo 3 muestra la actividad del PAN1 de control frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y de aire. No se produjo ningún aumento en la actividad en comparación con los controles de peróxido de hidrógeno descritos en los ejemplos 5 y 7.

El Ejemplo 4 muestra la actividad del PAN1 de control frente a *Escherichia coli* en presencia de aire. No se registró ninguna actividad significativa.

El Ejemplo 5 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v frente a *Escherichia coli* en presencia de aire. Se observó una reducción mayor de 5 log después de un tiempo de exposición de 50 minutos.

El Ejemplo 6 muestra la actividad del aire frente a *Escherichia coli.* Se registró una reducción de 0,33 log o menor.

El Ejemplo 7 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v frente a *Escherichia coli.* Se observó una reducción de 4,76 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 8 muestra la actividad del catalizador de PAN2 frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y de aire. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 20 minutos (en comparación con los 50 minutos del ejemplo 5, que no usó catalizador, y con los 40 minutos del ejemplo 44, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido y aire). Se registró una reducción de 3,14 log después de 10 minutos para el Ejemplo 8.

El Ejemplo 9 muestra la actividad del catalizador de PAN2 frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 30 minutos (en comparación con los 40 minutos del ejemplo 41, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido, y una reducción de 4,76 log después de 60 minutos en ejemplo 7, que no usó catalizador). Se registró una reducción de 4,79 log después de 20 minutos.

El Ejemplo 10 muestra la actividad del PAN2 de control frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y de aire. No se observó ningún aumento en la actividad en comparación con los resultados con peróxido de hidrógeno y aire mostrados en el ejemplo 5.

El Ejemplo 11 muestra la actividad del PAN2 de control frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v. Se observó un aumento en la actividad (una reducción de 5 log en 40 minutos) en comparación con los resultados del peróxido de hidrógeno mostrados en el ejemplo 7 (no se usó catalizador; reducción de 4,76 log en 60 minutos), pero era menor que el aumento observado con el catalizador de PAN2 de los ejemplos 8 y 9, y es comparable al efecto del peróxido de hidrógeno ácido (véase el ejemplo 41).

Los Ejemplos 12 a 23 muestran la reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 después de la exposición a las condiciones experimentales. Los resultados se muestran en la Tabla 2 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 12 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 10 minutos (en comparación con la reducción de 0,5 log después de 60 minutos del ejemplo 17, que no usó catalizador, y la reducción de 5 log después de 50 minutos del ejemplo 45, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido y aire).

El Ejemplo 13 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de aire. Se observó una reducción de 3 log después de 60 minutos (en comparación con la reducción de 0,23 log observada después de 60 minutos del ejemplo 18, que no usó catalizador), pero únicamente se realizó un conjunto de experimentos. Esta actividad puede ser debida, al menos en parte, a la caída en el pH, ya que se observó una reducción de 1,51 log en el pH ácido con control de aire (véase el ejemplo 39).

El Ejemplo 14 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 20 minutos (en comparación con la reducción de 0,97 log reducción después de 60 minutos del ejemplo 19, que no usó catalizador, y una reducción de 4,83 log después de 60 minutos del ejemplo 42, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido). Se observó una reducción de 4,72 log después de 10 minutos.

El Ejemplo 15 muestra la actividad del PAN1 de control frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire. Se registró una reducción de 1,05 log después de 60 minutos (en comparación con la reducción mayor de 5 log observada en el ejemplo 45, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido y aire, y la reducción log máxima de 0,72 observada en el ejemplo 17, que no usó catalizador).

El Ejemplo 16 muestra la actividad del PAN1 de control frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de aire. No se registró ninguna actividad significativa.

El Ejemplo 17 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de aire. Se observó una reducción de 0,5 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos. La reducción log máxima observada fue de 0,72 después de 50 minutos.

El Ejemplo 18 muestra la actividad del aire frente a *Pseudomonas aeruginosa.* No se registró ninguna actividad significativa (menor de una reducción de 0,5 log).

El Ejemplo 19 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v frente a *Pseudomonas aeruginosa.* Se observó una reducción de 0,97 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 20 muestra la actividad del PAN2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 10 minutos (en comparación con la reducción de 0,5 log después de 60 minutos del ejemplo 17, que no usó catalizador, y la reducción mayor de 5 log después de 50 minutos del ejemplo 45, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno y aire).

El Ejemplo 21 muestra la actividad del catalizador de PAN2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 20 minutos (en comparación con la reducción de 0,97 log después de 60 minutos del ejemplo 19, que no usó catalizador, y la reducción de 4,83 log después de 60 minutos del ejemplo 42, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido). Se registró una reducción de 4,78 log después de 10 minutos.

El Ejemplo 22 muestra la actividad del catalizador de PAN2 de control frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire. Se observó una actividad similar en comparación con los resultados con peróxido de hidrógeno y aire mostrados en el ejemplo 17.

El Ejemplo 23 muestra la actividad del PAN2 de control frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido

de hidrógeno al 0,5 % p/v. La mayor reducción log registrada fue de 1,25 a los 50 minutos.

Los Ejemplos 24 a 34 muestran la reducción log media en el número de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 después de la exposición a las condiciones experimentales. Los resultados se muestran en la Tabla 3 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 24 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v y aire. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 10 minutos (en comparación con los 50 minutos del ejemplo 28, que no usó catalizador, y en comparación con la reducción de 3,45 log después de 60 minutos del ejemplo 46, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno y aire).

El Ejemplo 25 muestra la actividad del catalizador de PAN1 frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 10 minutos (en comparación con los 60 minutos del ejemplo 30, que no usó catalizador, y en comparación con la reducción de 3,23 log después de 60 minutos del ejemplo 43, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido).

El Ejemplo 26 muestra la actividad del PAN1 de control frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v y de aire. Se registró una reducción de 5 log después de 60 minutos y los resultados fueron similares a los observados en el ejemplo 28.

El Ejemplo 27 muestra la actividad del PAN1 de control frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de aire. Se observó una reducción menor de 0,7 log en todos los puntos temporales que son comparables con el ejemplo 29 (solo con aire).

El Ejemplo 28 muestra la actividad de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de aire. Se observó una reducción de 5 log después de un tiempo de exposición de 50 minutos.

El Ejemplo 29 muestra la actividad del aire frente a *Staphylococcus aureus.* Se observó una reducción menor de 0,8 log en todos los puntos temporales.

El Ejemplo 30 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 1 % p/v frente a *Staphylococcus aureus.* Se observó una reducción de 5 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 31 muestra la actividad del PAN2 frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v y de aire. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 20 minutos (en comparación con la reducción de 5 log después de 50 minutos de los ejemplos 28 y 33, y en comparación con la reducción de 3,45 log después de 60 minutos del ejemplo 46, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido y aire).

El Ejemplo 32 muestra la actividad del catalizador de PAN2 frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 20 minutos (en comparación con la reducción de 5 log después de 40 y de 60 minutos de los ejemplos 34 y 30, respectivamente, y en comparación con la reducción de 3,23 log después de 60 minutos del ejemplo 43, que muestra la exposición únicamente a peróxido de hidrógeno ácido). Se registró una reducción de 3,58 log después de 10 minutos.

El Ejemplo 33 muestra la actividad del PAN2 de control frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v y de aire. Se observó una reducción de 5 log después de 50 minutos (que es comparable al ejemplo 28 (peróxido de hidrógeno y aire)). Se observó una reducción mayor de 3 log después de 20 minutos.

El Ejemplo 34 muestra la actividad del PAN2 de control frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v. Se observó una reducción de 5 log después de 40 minutos (en comparación con los 60 minutos del ejemplo 30, que no uso catalizador, y los 20 minutos del ejemplo 32 (catalizador de PAN2 con peróxido de hidrógeno)).

Los Ejemplos 35 a 46 son ejemplos de control, y muestran el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de las bacterias. Los resultados se muestran en la Tabla 4 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 35 muestra el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de *Escherichia coli.* Se observó una reducción de 0,59 log después de 60 minutos.

El Ejemplo 36 muestra el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de *Pseudomonas aeruginosa.* Se observó una reducción de 1,41 log después de 60 minutos.

El Ejemplo 37 muestra el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de *Staphylococcus aureus.* La mayor reducción log registrada fue de 0,73 después de 40 minutos.

El Ejemplo 38 muestra el efecto de las condiciones ácidas y del aire sobre la supervivencia de *Escherichia coli.* La

mayor reducción log registrada fue de 0,63 después de 50 minutos.

El Ejemplo 39 muestra el efecto de las condiciones ácidas y del aire sobre la supervivencia de *Pseudomonas aeruginosa.* Se registró una reducción de 1,51 log después de 60 minutos.

El Ejemplo 40 muestra el efecto de las condiciones ácidas y del aire sobre la supervivencia de *Staphylococcus aureus.* Se registró una reducción de 1,44 log después de 60 minutos.

El Ejemplo 41 muestra el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v. Se observó una reducción mayor de 5 log después de 40 minutos.

El Ejemplo 42 muestra el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v. Se observó una reducción 4,83 log después de 60 minutos.

El Ejemplo 43 muestra el efecto de las condiciones ácidas sobre la supervivencia de *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v. Se registró una reducción de 3,23 log después de 60 minutos.

El Ejemplo 44 muestra el efecto de las condiciones ácidas, del peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y del aire sobre la supervivencia de *Escherichia coli.* Se observó una reducción mayor de 5 log después de 40 minutos.

El Ejemplo 45 muestra el efecto de las condiciones ácidas, del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y del aire sobre la supervivencia de *Pseudomonas aeruginosa.* Se observó una reducción mayor de 5 log después de 50 minutos

El Ejemplo 46 muestra el efecto de las condiciones ácidas, del peróxido de hidrógeno al 1 % p/v y del aire sobre la supervivencia de *Staphylococcus aureus.* Se registró una reducción de 3,45 log después de 60 minutos.

En conclusión, el catalizador modificado de fibra de PAN (sin ningún catión metálico fijado al mismo) no tiene ningún efecto o tiene un efecto menor sobre la supervivencia de los microorganismos que el que comprende fibras de catalizador de PAN (es decir, el menos eficaz en la destrucción de los microorganismos). Una disminución en el pH no es responsable de la actividad completa del catalizador. Esto se muestra en los ejemplos 35 a 46 en comparación con los ejemplos 1 a 34.

El catalizador que comprende fibra de PAN junto con un compuesto de peroxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, da como resultado una mayor actividad frente a microorganismos, incluyendo *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* y S*taphylococcus aureus,* que el uso de peróxido de hidrógeno solo (véanse los ejemplos 9, 14, 21, 25 y 32).

El catalizador que comprende fibra de PAN junto con un compuesto de peroxígeno, tal como peróxido de hidrógeno, y aire, da como resultado una mayor actividad frente a microorganismos, incluyendo *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* y S*taphylococcus aureus,* que el uso de peróxido de hidrógeno solo (véanse los ejemplos 1, 8, 12, 20, 24 y 31).

Los Ejemplos 47 a 52 muestran la reducción log media en el número de esporas de *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* ATCC 6633 después de la exposición a las condiciones experimentales. Los resultados se proporcionan en la Tabla 5 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 47 muestra la actividad del catalizador de PAN3 frente a esporas de *Bacillus subtilis* en presencia de peróxido de hidrógeno al 5 % p/v. Se observó una reducción de 4,91 log después de un tiempo de exposición de 120 minutos (en comparación con la reducción de 3,45 log después de 120 minutos del ejemplo 49, que no usó catalizador).

El Ejemplo 48 muestra la actividad del catalizador de PAN2 frente a esporas de *Bacillus subtilis* en presencia de peróxido de hidrógeno al 5 % p/v. Se observó una reducción mayor de 6,84 log después de un tiempo de exposición de 120 minutos (en comparación con la reducción de 3,45 log después de 120 minutos del ejemplo 49, que no usó catalizador).

El Ejemplo 49 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 5 % p/v frente a esporas de *Bacillus subtilis*. Se observó una reducción de 3,45 log después de 120 minutos.

El Ejemplo 50 muestra la actividad del catalizador de PAN3 frente a esporas de *Bacillus subtilis* en presencia de peróxido de hidrógeno al 7,5 % p/v. Se observó una reducción mayor de 6,84 log después de un tiempo de exposición de 120 minutos (en comparación con la reducción de 4,22 log después de 120 minutos del ejemplo 52, que no usó catalizador).

El Ejemplo 51 muestra la actividad del catalizador de PAN2 frente a esporas de *Bacillus subtilis* en presencia de peróxido de hidrógeno al 7,5 % p/v. Se observó una reducción mayor de 6,28 log después de un tiempo de

exposición de 60 minutos (en comparación con la reducción de 0,95 log después de 60 minutos del ejemplo 52, que no usó catalizador).

El Ejemplo 52 muestra la actividad de peróxido de hidrógeno al 7,5 % p/v frente a esporas de *Bacillus subtilis*. Se observó una reducción de 4,22 log después de 120 minutos.

Los Ejemplos 53 a 61 muestran la reducción log media en el número de *Escherichia coli* después de la exposición a las condiciones experimentales en repetidas ocasiones con la reutilización del catalizador a la temperatura ambiente. Los resultados se proporcionan en la Tabla 6 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 53 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v frente a *Escherichia coli* a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 5,17 log después de un tiempo de exposición de 50 minutos.

El Ejemplo 54 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su primer uso frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,50 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos del ejemplo 53).

El Ejemplo 55 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su segundo uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 54) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 4,67 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos del ejemplo 53).

El Ejemplo 56 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su tercer uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 55) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 3,66 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos del ejemplo 53).

El Ejemplo 57 muestra la actividad del catalizador de PAN 3 durante su primer uso frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor o igual a 5,22 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos del ejemplo 53).

El Ejemplo 58 muestra la actividad del catalizador de PAN 3 durante su segundo uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 57) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 4,98 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos del ejemplo 53).

El Ejemplo 59 muestra la actividad del catalizador de PAN 3 durante su tercer uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 58) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 4,76 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos del ejemplo 53).

El Ejemplo 60 muestra la actividad del catalizador de PAN 1 durante su primer uso frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y de aire a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,65 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 3,28 log después de 30 minutos en ejemplo 53).

El Ejemplo 61 muestra la actividad del catalizador de PAN 1 durante su segundo uso (6 meses después de su uso en el ejemplo 60) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,65 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con la reducción de 2,08 log después de 20 minutos del ejemplo 53).

Los Ejemplos 62 a 70 muestran la reducción log media en el número de *Escherichia coli* después de la exposición a las condiciones experimentales en repetidas ocasiones con la reutilización del catalizador a 35 ºC. Los resultados se proporcionan en la Tabla 7 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 62 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v frente a *Escherichia coli* a 35 ºC. Se observó una reducción mayor o igual a 5,30 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos.

El Ejemplo 63 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su primer uso frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,50 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 64 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su segundo uso (48 horas después de su uso

en el ejemplo 63) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,50 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 65 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su tercer uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 64) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,0 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 66 muestra la actividad del catalizador de PAN 3 durante su primer uso frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,50 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 67 muestra la actividad del catalizador de PAN 3 durante su segundo uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 66) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,50 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 68 muestra la actividad del catalizador de PAN 3 durante su tercer uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 67) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,50 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 69 muestra la actividad del catalizador de PAN 1 durante su primer uso frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v y de aire a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,53 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

El Ejemplo 70 muestra la actividad del catalizador de PAN 1 durante su segundo uso (6 meses después de su uso en el ejemplo 69) frente a *Escherichia coli* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,2 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,65 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con los 30 minutos para una reducción mayor de 5 log del ejemplo 62).

Los Ejemplos 71 a 76 muestran la reducción log media en el número de *Staphylococcus aureus* después de la exposición a las condiciones experimentales en repetidas ocasiones con la reutilización del catalizador a la temperatura ambiente. Los resultados se proporcionan en la Tabla 8 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 71 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 1 % p/v frente a *Staphylococcus aureus* a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 5,08 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 72 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su primer uso frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,41 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con la reducción de 1,18 log después de 20 minutos del ejemplo 71).

El Ejemplo 73 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su segundo uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 72) frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,41 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 2,68 log después de 30 minutos del ejemplo 71).

El Ejemplo 74 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 durante su tercer uso (48 horas después de su uso en el ejemplo 73) frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,41 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 2,68 log después de 30 minutos del ejemplo 71).

El Ejemplo 75 muestra la actividad del catalizador de PAN 1 durante su primer uso frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v y de aire a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,64 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con la reducción de 0,54 log después de 10 minutos del ejemplo 71).

El Ejemplo 76 muestra la actividad del catalizador de PAN 1 durante su segundo uso (6 meses después de su uso en el ejemplo 75) frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,68 log después de un tiempo de exposición de 30 minutos (en comparación con la reducción de 2,68 log después de 30 minutos del ejemplo 7).

Los Ejemplos 77 a 80 muestran la reducción log media en el número de *Staphylococcus aureus* después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin catalizador y con peróxido de hidrógeno preactivado con el catalizador a la temperatura ambiente. Los resultados se proporcionan en la Tabla 9 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 77 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 1 % p/v frente a *Staphylococcus aureus* a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 5,10 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 78 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,30 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con la reducción de 1,21 log después de 20 minutos del ejemplo 77).

El Ejemplo 79 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 mediante el uso del método de preactivación del peróxido de hidrógeno frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,30 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (esto es comparable a la reducción log observada en el ejemplo 78 y es mayor que la reducción de 1,21 log después de 20 minutos observada en el ejemplo 77).

El Ejemplo 80 muestra la actividad del PAN 2 de control mediante el uso del método de preactivación del peróxido de hidrógeno frente a *Staphylococcus aureus* en presencia de peróxido de hidrógeno al 1 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 2,87 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos (esto es menor que la reducción de 5,10 log observada en el ejemplo 77 después de 60 minutos).

Los Ejemplos 81 a 88 muestran la reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin catalizador, y en unas condiciones de pH neutro tamponado a la temperatura ambiente. El pH experimental de partida variaba desde 7,00 hasta 7,38, y el pH al final del experimento variaba entre 6,99-7,38. Los resultados se proporcionan en la Tabla 10 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 81 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v frente a *Pseudomonas aeruginosa* a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 1,12 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 82 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y del aire frente a *Pseudomonas aeruginosa* a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 0,81 log después de un tiempo de exposición de 50 minutos.

El Ejemplo 83 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 4,78 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con la reducción de 0,58 log después de 10 minutos del ejemplo 81).

El Ejemplo 84 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire a la temperatura ambiente. Se observó una reducción mayor de 5,39 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con la reducción de 0,49 log después de 10 minutos del ejemplo 82).

El Ejemplo 85 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v mantenido a pH neutro frente a *Pseudomonas aeruginosa* a la temperatura ambiente. Se observó una reducción log máxima de 1,92 después de un tiempo de exposición de 50 minutos (en comparación con la reducción de 1,02 log después de 50 minutos del ejemplo 81).

El Ejemplo 86 muestra la actividad de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v mantenido a pH neutro frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de aire a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 1,90 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos (en comparación con una reducción máxima de 0,81 log después de 50 minutos del ejemplo 82).

El Ejemplo 87 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v mantenido a pH neutro y a la temperatura ambiente. Se observó una reducción log de 2,25 después de un tiempo de exposición de 60 minutos (en comparación con la reducción de 1,12 log después de 60 minutos del ejemplo 81; y la reducción máxima de 1,92 log del ejemplo 85).

El Ejemplo 88 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire mantenido a pH neutro y a la temperatura ambiente. Se observó una reducción de 2,43 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos (en comparación con la reducción máxima de 0,81 log después de 50 minutos del ejemplo 82; y la reducción de 1,90 log después de 60 minutos del ejemplo

86).

Los Ejemplos 89 a 96 muestran la reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin catalizador y en unas condiciones de pH neutro tamponado a 35 ºC. El pH experimental de partida variaba desde 7,00 hasta 7,38, y el pH al final del experimento variaba entre 6,99-7,38. Los resultados se proporcionan en la Tabla 11 al final de la memoria descriptiva.

El Ejemplo 89 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v frente a *Pseudomonas aeruginosa* a 35 ºC. Se observó una reducción de 4,45 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 90 muestra la actividad del peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y del aire frente a *Pseudomonas aeruginosa* a 35 ºC. Se observó una reducción de 3,61 log después de un tiempo de exposición de 60 minutos.

El Ejemplo 91 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,59 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con la reducción de 2,51 log después de 10 minutos del ejemplo 89).

El Ejemplo 92 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,59 log después de un tiempo de exposición de 10 minutos (en comparación con la reducción de 1,80 log después de 10 minutos del ejemplo 90).

El Ejemplo 93 muestra la actividad de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v mantenido a pH neutro frente a *Pseudomonas aeruginosa* a 35 ºC. Se observó una reducción log máxima de 3,90 después de un tiempo de exposición de 50 minutos.

El Ejemplo 94 muestra la actividad de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v mantenido a pH neutro frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de aire a 35 ºC. Se observó una reducción log máxima de 3,41 después de un tiempo de exposición de 40 minutos.

El Ejemplo 95 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v mantenido a pH neutro y 35 ºC. Se observó una reducción log de 5,01 después de un tiempo de exposición de 40 minutos (en comparación con la reducción de 4,15 log después de 40 minutos del ejemplo 89 y con la reducción log máxima de 3,90 del ejemplo 93).

El Ejemplo 96 muestra la actividad del catalizador de PAN 2 frente a *Pseudomonas aeruginosa* en presencia de peróxido de hidrógeno al 0,5 % p/v y de aire mantenido a pH neutro y a 35 ºC. Se observó una reducción mayor de 5,40 log después de un tiempo de exposición de 20 minutos (en comparación con la reducción de 2,42 log después de 20 minutos del ejemplo 90; la reducción de 3,13 log después de 20 minutos del ejemplo 94; la reducción de 4,78 log después de 20 minutos del ejemplo 95; y la reducción de 3,13 log después de 20 minutos del ejemplo 94).

En conclusión, el peróxido de hidrógeno no tiene efecto, o es menor, sobre la supervivencia de las esporas bacterianas que el catalizador que comprende fibras de PAN (es decir, es menos eficaz en la destrucción de los microorganismos). Esto se muestra en los ejemplos 47 hasta 52.

El peróxido de hidrógeno no tiene efecto, o es menor, sobre la supervivencia de los microorganismos que el catalizador que comprende fibras de PAN (es decir, es menos eficaz en la destrucción de los microorganismos) en el primer uso y durante su reutilización con y sin aire y a la temperatura ambiente y a 35 ºC. Esto se muestra en los ejemplos 53 hasta 76.

El peróxido de hidrógeno solo y la fibra de PAN modificada (sin ningún ión metálico fijado a la misma) no tienen efecto, o es menor, sobre la supervivencia de los microorganismos que el catalizador que comprende fibras de PAN usado con el método de preactivación (es decir, es menos eficaz en la destrucción de los microorganismos). Esto se muestra en los ejemplos 77 hasta 80.

El peróxido de hidrógeno no tiene efecto, o es menor, sobre la supervivencia de los microorganismos que el catalizador que comprende fibras de PAN (es decir, es menos eficaz en la destrucción de los microorganismos) cuando se mantiene a pH neutro, con y sin aire, y a la temperatura ambiente y a 35 ºC. Esto se muestra en los ejemplos 81 hasta 96.

Tabla 1

Reducción log media en el número de *Escherichia coli* ATCC 10536 después de la exposición a las condiciones experimentales				
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico

Reducción log media en el número de *Escherichia coli* ATCC 10536 después de la exposición a las condiciones experimentales									
				10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
1	Catalizador de PAN1	0,2	Si	2,80 (0,82)	4,95 (0,39)	> 5,65 (0)	> 5,65 (0)	> 5,65 (0)	> 5,65 (0)
2	Catalizador de PAN1	0	Si	0,71 (0,35)	0,98 (0,20)	0,95 (0,22)	1,19 (0,03)	1,04 (0,11)	1,14 (0,22)
3	PAN1 de control	0,2	Si	0,42 (0,37)	1,70 (0,39)	3,10 (0,17)	3,62 (0)	4,6 (0,35)	> 5,50 (0)
4	PAN1 de control	0	Si	0,22 (0,05)	0,07 (0,19)	-0,09* (0,06)	-0,01 (0,17)	-0,34 (0,26)	0,31 (0,12)
5	Ninguno	0,2	Si	1,33 (0,27)	2,68 (0,22)	3,98 (0,28)	4,79 (0,43)	> 5,58 (0)	> 5,58 (0)
6	Ninguno	0	Si	0,18 (0,06)	0,17 (0,24)	0,27 (0,34)	0,33 (0,20)	0,05 (0)	0,02 (0,09)
7	Ninguno	0,2	No	1,01 (0,36)	2,20 (0,42)	2,67 (0,52)	3,52 (0,57)	4,21 (0,19)	4,76 (0,39)
8	Catalizador de PAN2	0,2	Si	3,14 (1,01)	> 5,30 (0,28)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)
9	Catalizador de PAN2	0,2	No	2,28 (0,13)	4,79 (0,06)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)
10	PAN2 de control	0,2	Si	0,44 (0,02)	1,36 (0,08)	2,33 (0,09)	2,79 (0,23)	3,57 (0,04)	> 5,56 (0)
11	PAN2 de control	0,2	No	0,52 (0,04)	2,45 (0,22)	3,55 (0,16)	> 5,56 (0)	> 5,56 (0)	> 5,56 (0)
* los valores negativos representan un aumento en las UFC/ml									

Tabla 2

Reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 después de la exposición a las condiciones experimentales									
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
				10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
12	Catalizador de PAN1	0,5	Si	5,17 (0,56)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)
13	Catalizador de PAN1	0	Si	1,16 *	1,88	2,30	2,64	2,58	3,00
14	Catalizador de PAN1	0,5	No	4,72 (0,39)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)	> 5,74 (0)
15	PAN1 de control	0,5	Si	0,66 (0,17)	0,80 (0,13)	0,94 (0,18)	0,89 (0,31)	0,99 (0,15)	1,05 (0,07)
16	PAN1 de control	0	Si	-0,02 (0,07)	0,06 (0,09)	0,08 (0,06)	0,06 (0,09)	0,02 (0,05)	0,08 (0,06)
17	Ninguno	0,5	Si	0,36 (0,13)	0,53 (0,10)	0,55 (0,18)	0,59 (0)	0,72 (0,07)	0,50 (0,09)
18	Ninguno	0	Si	0,40 (0,09)	0,19 (0)	0,48 (0,05)	0,21 (0,21)	0,29 (0,17)	0,23 (0,07)
19	Ninguno	0,5	No	0,52 (0,12)	0,81 (0,24)	0,88 (0,25)	0,86 (0,32)	0,87 (0,28)	0,97 (0,22)
20	Catalizador de PAN2	0,5	Si	> 5,39 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)
21	Catalizador de PAN2	0,5	No	4,78 (0,46)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)	> 5,59 (0)
22	PAN2 de control	0,5	Si	0,63 (0,03)	1,05 (0,16)	0,90 (0,22)	1,10 (0,15)	0,85 (0,12)	0,73 (0,07)
23	PAN2 de control	0,5	No	1,00 (0,31)	1,08 (0,16)	1,22 (0,22)	1,24 (0,02)	1,25 (0,18)	1,19 (0,08)
* únicamente un conjunto de resultados									

Tabla 3

Reducción log media en el número de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 después de la exposición a las condiciones experimentales									
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
				10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
24	Catalizador de PAN1	1	Si	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)
25	Catalizador de PAN1	1	No	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)	> 5,64 (0)
26	PAN1 de control	1	Si	0,35 (0,09)	1,07 (0,60)	2,21 (0,61)	2,93 (0,85)	4,39 (0,82)	5,17 (0,51)
27	PAN1 de control	0	Si	0,50 (0,08)	0,62 (0,17)	0,69 (0,11)	0,60 (0,14)	0,59 (0,09)	0,57 (0,09)
28	Ninguno	1	Si	0,61 (0,09)	1,27 (0,64)	2,57 (0,44)	3,84 (0,15)	5,07 (0,21)	5,40 (0,17)
29	Ninguno	0	Si	0,61 (0,10)	0,75 (0,05)	0,66 (0,06)	0,56 (0,21)	0,40 (0,02)	0,46 (0,08)
30	Ninguno	1	No	0,70 (0,18)	1,43 (0,75)	2,88 (0,99)	3,89 (0,66)	4,97 (0,65)	5,37 (0,40)
31	Catalizador de PAN2	1	Si	3,13 (0,20)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)
32	Catalizador de PAN2	1	No	3,58 (0,58)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)	> 5,36 (0)
33	PAN2 de control	1	Si	1,39 (0,28)	3,10 (0,07)	3,78 (0,19)	4,78 (0)	> 5,48 (0)	> 5,48 (0)
34	PAN2 de control	1	No	0,96 (0,07)	3,09 (0,09)	4,09 (0,06)	> 5,32 (0,28)	> 5,48 (0)	> 5,48 (0)
* únicamente un conjunto de resultados									

Tabla 4

Reducción log media en el número de bacterias después de la exposición a unas condiciones experimentales ácidas									
Ej. nº	Microorganismo	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
				10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
35	*Escherichia coli*	0	No	0,04 (0,4)	0,18 (3,40)	0,21 (0,10)	0,56 (0,44)	0,47 (0,25)	0,59 (0,12)
36	*Pseudomonas aeruginosa*	0	No	0,71 (0,29)	0,61 (0,15)	1,00 (0,58)	0,95 (0,49)	1,24 (0,60)	1,41 (0,98)
37	*Staphylococcus aureus*	0	No	0,53 (0,10)	0,60 (0,07)	0,59 (0,26)	0,73 (0,09)	0,61 (0,20)	0,63 (0,29)
38	*Escherichia coli*	0	Si	0,29 (0,23)	0,28 (0,08)	0,28 (0,20)	0,58 (0,23)	0,63 (0,41)	0,37 (0,09)
39	*Pseudomonas aeruginosa*	0	Si	0,67 (0,23)	1,19 (0,52)	1,19 (0,58)	1,10 (0,31)	1,37 (0,39)	1,51 (0,86)
40	*Staphylococcus aureus*	0	Si	1,00 (0,68)	1,20 (0,67)	1,27 (0,61)	1,21 (0,91)	1,29 (0,80)	1,44 (0,88)
41	*Escherichia coli*	0,2	No	2,43 (0,47)	3,40 (0,71)	4,21 (0,91)	> 5,11 (0,60)	> 5,30 (0,28)	> 5,46 (0)
42	*Pseudomonas aeruginosa*	0,5	No	2,30 (0,78)	2,76 (0,88)	3,71 (1,09)	3,88 (0,66)	4,52 (0,92)	4,83 (0,64)
43	*Staphylococcus aureus*	1	No	0,69 (0,26)	0,72 (0,26)	1,30 (0,12)	2,03 (0,30)	2,90 (0,23)	3,23 (0,47)
44	*Escherichia coli*	0,2	Si	2,16 (0,61)	3,35 (0,41)	4,46 (0,50)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)	> 5,46 (0)
45	*Pseudomonas aeruginosa*	0,5	Si	2,53 (0,82)	3,41 (0,85)	4,25 (0,79)	> 4,81 (0,66)	> 5,34 (0,17)	> 5,34 (0,35)
46	*Staphylococcus aureus*	1	Si	1,00 (0,24)	1,86 (0,82)	2,33 (0,94)	2,83 (0,99)	2,23 (0,99)	3,45 (0,97)

Tabla 5

Reducción log media en el número de esporas de *Bacillus subtilis* subsp, *spizizenii* ATCC 6633 después de la exposición a las condiciones experimentales							
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico			
				10 min	30 min	60 min	120 min
47	Catalizador de PAN3	5	No	1,00 (0,60)	1,33 (0,56)	2,91 (0,37)	4,91 (0,90)
48	Catalizador de PAN2	5	No	0,23 (0,08)	0,49 (0,04)	1,62 (0,31)	> 6,84 (0,00)
49	Ninguno	5	No	1,02 (0,03)	1,26 (0,12)	1,90 (0,09)	3,45 (0,27)
50	Catalizador de PAN3	7,5	No	0,28 (0,17)	0,95 (0,14)	2,50 (0,16)	> 6,84 (0,00)
51	Catalizador de PAN2	7,5	No	1,48 (0,06)	2,41 (0,08)	> 6,28 (0,54)	> 6,84 (0,00)
52	Ninguno	7,5	No	0,04 (0,11)	0,19 (0,08)	0,95 (0,01)	4,22 (0,71)

Tabla 6

Reducción log media en el número de *Escherichia coli* ATCC 10536 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin la reutilización del catalizador a la temperatura ambiente,											
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reutilización del catalizador, tiempo desde el primer uso	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
					10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
53	Ninguno	0,2	No	-	1,01 (0,19)	2,08 (0,12)	3,28 (0,08)	4,00 (0,02)	5,17 (0,35)	> 5,50 (0,00)
54	Catalizador de PAN2	0,2	No	primer uso	1,62 (0,09)	4,74 (0,25)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
55	Catalizador de PAN2	0,2	No	segundo uso [a]	2,14 (0,03)	3,32 (0,07)	4,67 (0,13)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
56	Catalizador de PAN2	0,2	No	tercer uso [b]	1,41 (0,06)	2,73 (0,02)	3,66 (0,10)	4,61 (0,36)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
57	Catalizador de PAN3	0,2	No	primer uso	1,84 (0,42)	3,38 (0,48)	> 5,22 (0,48)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
58	Catalizador de PAN3	0,2	No	segundo uso [a]	1,97 (0,30)	3,56 (0,43)	4,98 (0,54)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
59	Catalizador de PAN3	0,2	No	tercer uso [b]	2,25 (0,22)	3,64 (0,07)	4,76 (0,12)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
60	Catalizador de PAN1	0,2	Si	primer uso	2,80 (0,82)	4,95 (0,39)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)
61	Catalizador de PAN1	0,2	Si	segundo uso [c]	3,26 (0,46)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)
a = 48 horas después del primer uso; b = 48 horas después del segundo uso; c = 6 meses desde el primer uso											

Tabla 9

Reducción log media en el número de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin peróxido de hidrógeno preactivado por el catalizador o con catalizador a la temperatura ambiente,											
Ej. nº	Catalizador y/o (1 g PAN +/-0,1)	Modo de uso del catalizador o del PAN	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
					10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
77	Ninguno	-	1	No	0,43 (0,23)	1,21 (0,68)	2,25 (0,44)	3,92 (0,43)	4,57 (0,51)	5,10 (0,35)
78	Catalizador de PAN 2	Método de uso habitual	1	No	1,95 (1,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)
79	Catalizador de PAN 2	Método de preactivación	1	No	2,31 (0,45)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)	> 5,30 (0,00)
80	PAN 2 de control	Método de preactivación	1	No	0,42 (0,17)	0,92 (0,06)	1,93 (0,08)	2,64 (0,10)	2,81 (0,11)	2,87 (0,07)

Tabla 7

Reducción log media en el número de *Escherichia coli* ATCC 10536 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin la reutilización del catalizador a 35 ºC,										
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reutilización del catalizador, tiempo desde el primer uso	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
					10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
62	Ninguno	0,2	No	-	2,46 (0,32)	3,77 (0,53)	> 5,30 (0,35)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
63	Catalizador de PAN 2	0,2	No	primer uso	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
64	Catalizador de PAN 2	0,2	No	segundo uso [a]	3,23 (0,06)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
65	Catalizador de PAN 2	0,2	No	tercer uso [b]	3,34 (0,05)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
66	Catalizador de PAN 3	0,2	No	primer uso	3,01 (0,06)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
67	Catalizador de PAN 3	0,2	No	segundo uso [a]	3,30 (0,29)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
68	Catalizador de PAN 3	0,2	No	tercer uso [b]	3,60 (0,18)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)	> 5,50 (0,00)
69	Catalizador de PAN 1	0,2	Si	primer uso	> 5,53 (0,00)	> 5,53 (0,00)	> 5,53 (0,00)	> 5,53 (0,00)	> 5,53 (0,00)	> 5,53 (0,00)
70	Catalizador de PAN 1	0,2	Si	segundo uso [c]	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)	> 5,65 (0,00)
a = 48 horas después del primer uso; b = 48 horas después del segundo uso; c = 6 meses desde el primer uso										

Tabla 8

Reducción log media en el número de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin la reutilización del catalizador a la temperatura ambiente,										
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g +/- 0,1)	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reutilización del catalizador, tiempo desde el primer uso	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
					10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
71	Ninguno	1	No	-	0,54 (0,23)	1,18 (0,55)	2,68 (1,00)	3,56 (0,41)	4,62 (0,61)	5,08 (0,35)
72	Catalizador de PAN 2	1	No	primer uso	1,66 (0,18)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)
73	Catalizador de PAN 2	1	No	segundo uso [a]	1,26 (0,11)	4,29 (0,23)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)
74	Catalizador de PAN 2	1	No	tercer uso [b]	1,01 (0,02)	3,77 (0,03)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)	> 5,41 (0,00)
75	Catalizador de PAN 1	1	Si	primer uso	> 5,64 (0,00)	> 5,64 (0,00)	> 5,64 (0,00)	> 5,64 (0,00)	> 5,64 (0,00)	> 5,64 (0,00)
76	Catalizador de PAN 1	1	Si	segundo uso [c]	0,97 (0,12)	4,28 (0,09)	> 5,68 (0,00)	> 5,68 (0,00)	> 5,68 (0,00)	> 5,68 (0,00)
a = 48 horas después del primer uso; b = 48 horas después del segundo uso; c = 6 meses desde el primer uso										

Tabla 10

Reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin catalizador y en unas condiciones de pH neutro tamponado a la temperatura ambiente										
Ej. nº	Catalizador y/o PAN (1 g+/- 0,1)	¿Tamponado a pH neutro?	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
					10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
81	Ninguno	No	0,5	No	0,58 (0,02)	1,00 (0,26)	1,00 (0,20)	1,00 (0,32)	1,02 (0,23)	1,12 (0,20)
82	Ninguno	No	0,5	Si	0,49 (0,06)	0,70 (0,19)	0,70 (0,09)	0,80 (0,10)	0,81 (0,00)	0,63 (0,11)
83	Catalizador de PAN 2	No	0,5	No	4,78 (0,46)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)

Reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin catalizador y en unas condiciones de pH neutro tamponado a la temperatura ambiente										
Ej. nº	Catalizador y/o PAN	¿Tamponado a pH	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
84	Catalizador de PAN 2	No	0,5	Si	> 5,39 (0,35)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)
85	Ninguno	Si	0,5	No	1,08 (0,25)	1,49 (0,37)	1,69 (0,11)	1,79 (0,07)	1,92 (0,18)	1,85 (0,24)
86	Ninguno	Si	0,5	Si	1,37 (0,04)	1,46 (0,07)	1,71 (0,32)	1,61 (0,20)	1,75 (0,10)	1,90 (0,22)
87	Catalizador de PAN 2	Si	0,5	No	1,38 (0,45)	1,79 (0,15)	1,97 (0,11)	2,08 (0,14)	2,19 (0,17)	2,25 (0,17)
88	Catalizador de PAN 2	Si	0,5	Si	1,44 (0,25)	1,81 (0,38)	2,14 (0,45)	2,29 (0,58)	2,33 (0,54)	2,43 (0,59)

Tabla 11

Reducción log media en el número de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 después de la exposición a las condiciones experimentales con y sin catalizador y en unas condiciones de pH neutro tamponado a 35 ºC,										
Ej. nº	Catalizador y/o (1 g de PAN +/-0,1)	¿Tamponado a pH neutro?	H_2O_2 (% p/v)	¿2,5 l/min de aire?	Reducción log_{10} media en las UFC/ml (+/- D.T.) después de un tiempo de contacto específico					
					10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
89	Ninguno	No	0,5	No	2,51 (0,20)	3,30 (0,17)	3,94 (0,16)	4,15 (0,14)	4,29 (0,20)	4,45 (0,06)
90	Ninguno	No	0,5	Si	1,80 (0,08)	2,42 (0,27)	3,22 (0,61)	3,13 (0,24)	3,44 (0,13)	3,61 (0,35)
91	Catalizador de PAN 2	No	0,5	No	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)
92	Catalizador de PAN 2	No	0,5	Si	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)	> 5,59 (0,00)
93	Ninguno	Si	0,5	No	3,04 (0,07)	3,57 (0,18)	3,65 (0,12)	3,79 (0,42)	3,90 (0,31)	3,89 (0,35)
94	Ninguno	Si	0,5	Si	2,89 (0,06)	3,13 (0,11)	3,36 (0,10)	3,41 (0,07)	3,39 (0,15)	3,37 (0,11)
95	Catalizador de PAN 2	Si	0,5	No	4,05 (0,24)	4,78 (0,71)	4,89 (0,61)	5,01 (0,49)	5,10 (0,45)	5,24 (0,28)
96	Catalizador de PAN 2	Si	0,5	Si	3,78 (0,52)	> 5,40 (0,28)	> 5,56 (0,00)	> 5,56 (0,00)	> 5,56 (0,00)	> 5,56 (0,00)

REIVINDICACIONES

1. Un método para la destrucción y/o la inactivación de microbios, método que comprende la etapa de poner en contacto los microbios con un catalizador mediante un medio fluido, en el que el catalizador comprende un soporte sólido, soporte sólido que comprende una o más fibras, y un catión metálico fijado al soporte,
caracterizado por poner en contacto el catalizador con los microbios en presencia de un compuesto oxidante de peroxígeno.

2. Un método según la reivindicación 1, en el que el compuesto oxidante de peroxígeno se selecciona entre peróxido de hidrógeno, compuestos que liberan peróxido de hidrógeno, compuestos que generan peróxido de hidrógeno, peroxiácidos orgánicos e inorgánicos y sales de los mismos, y mezclas de los mismos.

3. Un método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el soporte sólido es un soporte queratinoso, preferentemente que comprende fibras de lana o fibras de poliacrilonitrilo.

4. Un método según una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio fluido es un medio líquido, que opcionalmente es polar y/o acuoso.

5. Un método según una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el catión metálico se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel, de cobre, de itrio, de circonio, de niobio, de molibdeno, de tecnecio, de rutenio, de rodio, de paladio, de plata, de hafnio, de tantalio, de volframio, de renio, de osmio, de iridio, de platino, de oro, de cinc y de aluminio, y mezclas de los mismos, preferentemente se selecciona entre un catión de escandio, de titanio, de vanadio, de cromo, de manganeso, de hierro, de cobalto, de níquel y de cobre, y mezclas de los mismos, más preferentemente un catión de hierro.

6. Un método según una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente la etapa de fabricación del catalizador antes de la etapa de poner en contacto los microbios con el catalizador.

7. Un método según una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores para su uso en la desinfección de un sustrato.

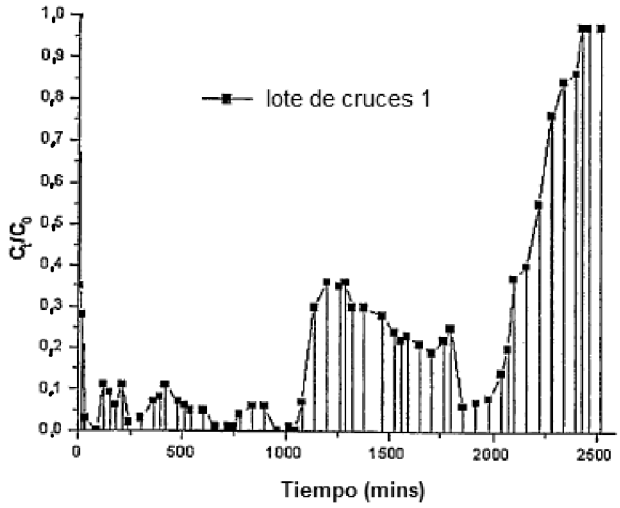

Figura 1