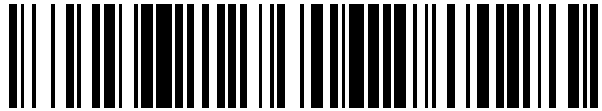


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 065 175**

21 Número de solicitud: 202430840

51 Int. Cl.:

**C02F 1/46** (2013.01)  
**H05H 1/24** (2006.01)  
**A61L 2/14** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**18.10.2024**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**04.05.2026**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100,00%)  
AVENIDA DE LA PAZ 93  
26006 LOGROÑO (La Rioja) ES**

72 Inventor/es:

**ALBA ELÍAS, Fernando;  
SÁINZ GARCÍA, Elisa;  
SÁINZ GARCÍA, Ana;  
MÚGICA VIDAL, Rodolfo;  
MURO FRAGUAS, Ignacio;  
GALLARTA GONZÁLEZ, Félix y  
GONZÁLEZ MARCOS, Ana**

54 Título: **Sistema y método para generar líquido activado por plasma, y uso de dicho líquido activado por plasma**

57 Resumen:

Sistema y método para generar líquido activado por plasma, y uso de dicho líquido activado por plasma. La presente invención se refiere a un sistema para generar líquido activado por plasma (LAP), que comprende un generador de plasma (1) en el que se introduce un flujo de gas (2) para generar un flujo de gas activado por plasma (4), un reactor (6) dispuesto para contener un líquido (7), un difusor de burbujas (10), comprendiendo el reactor (6) una entrada de líquido (9), una salida de líquido (19) para la salida de líquido activado por plasma (18) a partir del reactor (6) y una salida de gas (13) para la salida de gas (17) tras su reacción con el líquido (7) dentro del reactor (6). La presente invención también se refiere a un método para generar líquido activado por plasma y su uso.

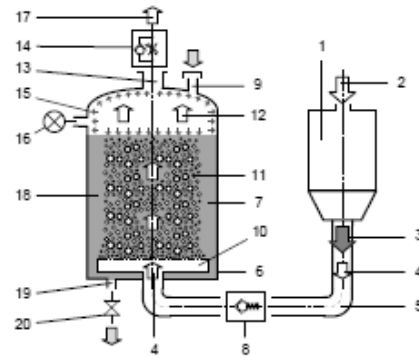


FIG. 1

ES 3 065 175 A1

## DESCRIPCIÓN

### **Sistema y método para generar líquido activado por plasma, y uso de dicho líquido activado por plasma**

5

#### **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere al campo de la producción de líquidos activados por plasma, tales como agua activada por plasma. Estos líquidos activados por plasma  
10 encuentran uso, por ejemplo, aunque no de manera limitativa, como líquidos desinfectantes.

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15 El plasma es el cuarto estado de la materia. Está compuesto por iones positivos y negativos, electrones, átomos excitados y neutros, radicales libres, moléculas en los estados fundamental y excitado y fotones UV. El plasma puede clasificarse en plasma térmico (caliente) y plasma no térmico (frío) según el equilibrio termodinámico de temperatura de sus constituyentes. La temperatura del plasma frío nunca supera una  
20 temperatura de 100 °C. Algunas de las fuentes de plasma no térmicas ampliamente utilizadas, por ejemplo, para aplicaciones alimentarias, son las descargas de barrera dieléctrica (DBD), los chorros de plasma y las descargas de corona.

La presente invención se refiere al campo del tratamiento de líquidos mediante tecnología  
25 de plasma, un área de creciente interés científico e industrial debido a su notable versatilidad y eficacia. Esta tecnología innovadora aprovecha las propiedades únicas de la interacción plasma-líquido para inducir cambios físicos y químicos en medios líquidos, ofreciendo soluciones avanzadas a una amplia gama de desafíos en múltiples sectores. La tecnología de plasma puede aplicarse, por ejemplo, en el ámbito del tratamiento de aguas  
30 y efluentes en el que demuestra un potencial significativo para la purificación y descontaminación. En el sector biomédico, esta tecnología encuentra aplicación para la esterilización de instrumentos y fluidos médicos, así como para el tratamiento de heridas y la desinfección de tejidos biológicos. Además, la producción de líquidos activados por plasma abre nuevas vías para terapias innovadoras, incluyendo tratamientos contra el  
35 cáncer, representando un avance significativo en la medicina moderna. Por otro lado, en la

industria alimentaria, el tratamiento con plasma ofrece métodos novedosos para la descontaminación de alimentos tanto sólidos como líquidos y superficies en contacto con los alimentos, contribuyendo a la extensión de la vida útil de productos perecederos. Asimismo, permite la modificación controlada de propiedades organolépticas y 5 nutricionales de bebidas, abriendo nuevas posibilidades en el desarrollo de productos alimenticios. Otro sector de aplicación importante para la tecnología de plasma consiste en la síntesis y modificación de materiales, en las que facilita la producción de nanopartículas metálicas y óxidos en suspensión, así como la síntesis de nanoestructuras de carbono en medios líquidos. La funcionalización de superficies en contacto con líquidos amplía el 10 espectro de aplicaciones, desde la mejora de propiedades de mojabilidad hasta la creación de superficies con funcionalidades específicas. Por su parte, en el ámbito de la catálisis y la química verde, el tratamiento de líquidos con plasma demuestra un potencial considerable para la activación de reacciones químicas en fase líquida, la síntesis de compuestos orgánicos de alto valor y la mejora de la eficiencia de procesos catalíticos. 15 Esto no sólo contribuye al avance de la química sostenible, sino que también ofrece nuevas rutas para la producción de compuestos de interés industrial y farmacéutico. El sector agrícola y medioambiental también se benefician de esta tecnología a través del tratamiento de agua de riego y soluciones nutritivas, la estimulación del crecimiento de plantas mediante líquidos activados por plasma, y la descontaminación de suelos y aguas 20 subterráneas. Estas aplicaciones prometen mejorar la productividad agrícola y contribuir a la conservación del medio ambiente. Por último, la industria textil y de materiales también se benefician de la tecnología de plasma, que ofrece soluciones para el tratamiento de efluentes de tintorería, la modificación de propiedades superficiales de fibras y tejidos, y la funcionalización de materiales poliméricos en fase líquida. Esto no sólo mejora la eficiencia 25 de los procesos industriales, sino que también permite el desarrollo de materiales textiles y otros materiales con propiedades avanzadas (Plasma–liquid interactions: a review and roadmap. P. J. Bruggeman *et al.*, Plasma Sources Sci. Technol. 25 (2016) 053002).

A partir de la técnica anterior se conoce el uso de plasma para el tratamiento de líquidos 30 con el fin de generar líquidos activados por plasma (LAP), por ejemplo, agua activada por plasma (AAP). Esta tecnología de generación de líquidos activados por plasma puede aplicarse a cualquiera de los sectores anteriormente descritos, entre otros. Los documentos CN115154626, CN114656077 y ES2869598, entre otros, dan a conocer algunos sistemas y métodos para la generación de AAP conocidos en la técnica anterior. Sin embargo, los 35 sistemas y métodos conocidos presentan una serie de inconvenientes, tales como un

rendimiento insuficiente o un coste elevado, que hacen que su implementación a nivel industrial no esté optimizada.

Por tanto, sigue existiendo en la técnica la necesidad de un sistema y método alternativos  
5 para la generación de líquido activado por plasma que permitan producir una solución con un alto nivel desinfectante, que presente un alto rendimiento, así como un coste reducido.

## SUMARIO DE LA INVENCION

10 Para resolver los problemas mencionados de la técnica anterior, el presente documento da a conocer, en un primer aspecto, un sistema para generar líquido activado por plasma (LAP) tal como se describe en la reivindicación independiente 1 adjunta. En concreto, el sistema para generar líquido activado por plasma (LAP), tal como agua activada por plasma (AAP), según el primer aspecto de la presente invención comprende:

- 15
- un generador de plasma en el que se introduce un flujo de gas para generar un flujo de gas activado por plasma;
  - un conducto que conecta el generador de plasma con un reactor;
  - unos medios antirretorno dispuestos en el conducto para que el líquido del reactor no retroceda hasta el generador de plasma cuando se aumente la presión en el interior

20

  - un reactor dispuesto para contener un líquido;
  - un difusor de burbujas dispuesto en una entrada de gas al reactor a partir del conducto, para producir burbujas de gas activado por plasma dentro del líquido;

comprendiendo el reactor:

- 25
- una entrada de líquido que puede taparse para la introducción de líquido en el reactor;
  - una salida de líquido para la salida de líquido activado por plasma del reactor; y
  - una salida de gas para la salida de gas tras su reacción con el líquido dentro del reactor.

30 Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un método para generar líquido activado por plasma (LAP) según la reivindicación independiente 9 adjunta. En concreto, el método para generar líquido activado por plasma (LAP), tal como agua activada por plasma (AAP), según el segundo aspecto de la invención comprende:

- introducir un volumen deseado de líquido a tratar en un reactor;

35

- introducir un flujo de gas deseado en un generador de plasma;

- activar el generador de plasma para generar un flujo de gas activado por plasma;
- burbujear el gas activado por plasma en el líquido contenido en el reactor para producir líquido activado por plasma; y
- evacuar el líquido activado por plasma.

5

Según un tercer aspecto de la presente invención, se da a conocer un uso de un líquido activado por plasma (LAP), tal como el agua activada por plasma (AAP), tal como se describe en la reivindicación independiente 16, producido mediante el sistema según el primer aspecto de la invención o mediante el método según el segundo aspecto de la  
10 invención, como desinfectante.

Las reivindicaciones dependientes adjuntas se refieren a realizaciones preferidas de la presente invención.

## 15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención se entenderá mejor con referencia a los siguientes dibujos que ilustran una realización preferida de la invención, proporcionada a modo de ejemplo, y que no debe interpretarse como limitativa de la invención de ninguna manera.

20

La figura 1 muestra de manera esquemática el sistema de generación de líquido activado por plasma (LAP) según la realización preferida de la presente invención.

La figura 2 muestra cromatogramas de los productos de la reacción del fenol con las  
25 especies reactivas  $\text{OH}^*$  (benzoquinona),  $\text{NO}^*$  (4-nitrosfenol) y  $\text{NO}_2^*$  (2-nitrosfenol) contenidas en distintas AAP generadas a distintas sobrepresiones (0, 1 y 3 bares) por encima de la presión atmosférica.

La figura 3 es un gráfico de barras que representa la concentración en mg/l de los productos  
30 de la reacción del fenol con las especies reactivas  $\text{OH}^*$  (benzoquinona),  $\text{NO}^*$  (4-nitrosfenol) y  $\text{NO}_2^*$  (2-nitrosfenol) contenidas en las distintas AAP generadas a distintas sobrepresiones (0, 1 y 3 bares) por encima de la presión atmosférica.

La figura 4 es un gráfico de barras que representa la inactivación bacteriana (expresada en  
35 base logarítmica 10) producida por distintas AAP generadas a distintas sobrepresiones (0,

1 y 3 bares), por encima de la presión atmosférica, cuando se ponen en contacto con una solución contaminada artificialmente con una concentración de  $10^7$  unidades formadoras de colonias (UFC) de *Listeria monocytogenes* durante 5, 15, 30 y 60 minutos. Las barras de error indican la desviación estándar (ensayo de inactivación realizado por triplicado).

5 Las relaciones con asterisco indican que existen diferencias estadísticamente significativas (\* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,001$ ; \*\*\* =  $p < 0,0001$ ). Las relaciones que no están relacionadas con asterisco indican que no existen diferencias estadísticamente significativas. La figura 4a corresponde al ensayo de inactivación realizado justo después de generar las AAP y la figura 4b corresponde al ensayo de inactivación con las AAP almacenadas durante 24

10 horas.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes

15 no pretenden excluir otras características técnicas o componentes. Además, la palabra “comprende” incluye el caso “consiste en”.

A lo largo del presente documento, los términos “líquido activado por plasma”, “líquido tratado por plasma”, “LAP” y “LTP” se usan de manera intercambiable y se refieren a

20 cualquier líquido que se ha sometido a un tratamiento con plasma.

Los términos “agua activada por plasma”, “agua tratada por plasma”, “AAP” y “ATP” se usan de manera intercambiable a lo largo del presente documento y se refieren a un ejemplo específico del término “líquido activado por plasma” en el que el líquido es agua.

25 Tal como entenderán los expertos en la técnica, se pretende que el término “agua activada por plasma” y similares, cuando se usa a lo largo del presente documento, también incluya el término “líquido activado por plasma” y similares en otras realizaciones alternativas de la invención.

30 A lo largo del presente documento, los términos “gas activado por plasma”, “gas ionizado por plasma” y similares se usan de manera intercambiable y se refieren a cualquier flujo de gas que se ha sometido a un tratamiento con plasma. Asimismo, los términos “aire activado por plasma”, “aire ionizado por plasma” y similares se usan de manera intercambiable a lo largo del presente documento y se refieren a un ejemplo específico del término “gas

35 activado por plasma” en el que el gas es aire. Tal como entenderán los expertos en la

técnica, se pretende que el término “aire activado por plasma” y similares, cuando se usa a lo largo del presente documento, también incluya el término “gas activado por plasma” y similares en otras realizaciones alternativas de la invención.

5 Para los expertos en la técnica, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones aquí indicadas.

10

Tal como se definió anteriormente, la presente invención se basa en un nuevo sistema para el tratamiento de líquidos empleando plasma que mejora la eficiencia de los dispositivos actuales gracias a un aumento de la dilución en el líquido de las especies reactivas funcionales generadas por el plasma. Según una realización preferida de la presente  
15 invención, este aumento de la concentración de especies reactivas disueltas en el líquido se obtiene mediante el aumento de la presión en el reactor de mezclado del gas activado por plasma y el líquido.

En la realización preferida descrita más adelante en el presente documento, se muestra  
20 cómo este incremento de las especies reactivas disueltas en el agua activada por plasma (AAP) permite aumentar la capacidad desinfectante de dicho líquido frente a una solución contaminada artificialmente con *Listeria monocytogenes*.

Antes de realizar una descripción específica de las realizaciones preferidas de la presente  
25 invención, se proporcionará una descripción general de la tecnología de AAP. Esta tecnología presenta numerosas ventajas respecto de los actuales métodos de desinfección. En primer lugar, se trata de una tecnología de bajo coste, pues únicamente consume electricidad y aire para la generación del plasma en muchos casos y no precisa de productos químicos, filtros u otros materiales consumibles. Además, según la técnica  
30 anterior, se genera a presión atmosférica y temperatura ambiente, por lo que no se requieren instalaciones auxiliares. Por otro lado, se puede aplicar con los actuales sistemas de lavado de depósitos (por ejemplo, lanzas de agua a presión), por lo que se pueden limpiar e higienizar al mismo tiempo, proporcionando un ahorro de agua, energía y tiempo de proceso. Por último, es una tecnología respetuosa con el medio ambiente ya que no se  
35 producen productos químicos tóxicos o de desecho.

Sin embargo, se trata de una tecnología emergente que aún no se ha estudiado profundamente ni aplicado a nivel industrial, y los sistemas y métodos conocidos en la técnica anterior presentan como inconveniente un rendimiento y una eficiencia  
5 relativamente bajos y/o un coste de implementación relativamente alto.

Los líquidos activados por plasma se generan de manera habitual al poner en contacto una fuente de plasma con un líquido. Esta interacción produce una generación y/o transferencia de especies químicas reactivas al líquido. Las soluciones activadas por plasma se pueden  
10 utilizar, por ejemplo, con fines desinfectantes en las industrias alimentarias. El líquido activado por plasma más estudiado es el agua activada por plasma (AAP), y numerosas publicaciones han demostrado sus efectos antibacterianos (véase, por ejemplo, M.J. Traylor *et al.*, "Long-term antibacterial efficacy of air plasma-activated water", J. Phys. D. Appl. Phys. 44 (2011) 472001).

15

El AAP presenta una composición y propiedades fisicoquímicas diferentes a las del agua. De forma habitual presenta un pH ácido, cambios en el potencial redox y conductividad y presencia de especies reactivas de oxígeno (ROS) y nitrógeno (RNS) (A. Mai-Prochnow *et al.*, "Microbial decontamination of chicken using atmospheric plasma bubbles", Plasma  
20 Process. Polym. 18 (2020) 202000052).

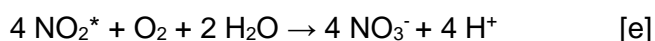
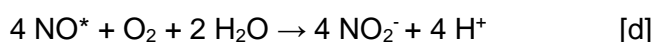
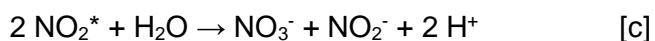
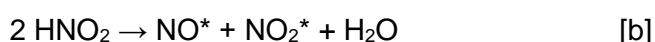
La capacidad antimicrobiana del AAP se produce mediante varias etapas: [a] fase gaseosa: formación de especies reactivas en fase gaseosa por la interacción de las partículas cargadas (electrones, neutrones, etc.) y la radiación ultravioleta con el gas del plasma y la  
25 atmósfera circundante, [b] fase de gas-líquido: dilución en el agua de las especies químicas reactivas generadas en fase gaseosa o las generadas por la interacción plasma-líquido, especialmente aquellas que tienen una vida útil relativamente larga, como el ozono, oxígeno atómico u óxido nítrico que actúan como precursores de otras ROS y RNS, como el peróxido de hidrógeno, los nitratos o los nitritos y [c] fase líquida: reacciones secundarias  
30 de las especies reactivas de larga vida, originadas, por ejemplo, por la inestabilidad de los nitritos en medio ácido. Estas reacciones cíclicas justifican la presencia durante días de especies reactivas citotóxicas de corta vida, por ejemplo, radicales hidroxilo (OH\*), nitritos acidificados (NO\*, NO<sub>2</sub>\*) y peroxinitritos (O=NOOH).

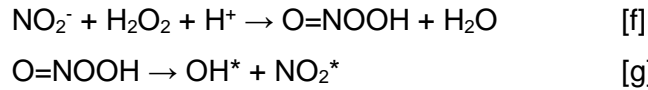
35 Algunas de las especies químicas más biocidas del AAP (OH\*, NO\*, NO<sub>2</sub>\* y O=NOOH) se

generan una vez desactivada la fuente de plasma (ECV, especies reactivas de “corta vida”). Las ECV pueden producirse durante la generación del AAP (cuando el plasma se pone en contacto con la atmósfera y el agua) pero presentan una vida tan corta (del orden de milisegundos) que su presencia en el AAP no puede ser consecuencia de su dilución en el agua. Las ECV que finalmente se encuentran en el AAP se generan a partir de reacciones de las especies reactivas de “larga vida” (peróxido de hidrógeno, nitratos y nitritos) producidas en el AAP una vez desactivada la fuente de plasma. Las ECV producto de estas reacciones secundarias son especies reactivas “transitorias” que poseen propiedades altamente citotóxicas y provocan una actividad antimicrobiana prolongada del AAP, incluso varios días después de la exposición del agua a la descarga de plasma.

Las principales reacciones secundarias se originan debido a que los nitritos no son estables en condiciones ácidas (pH < 3,5). A continuación, se presentan los esquemas de las principales reacciones secundarias que tienen lugar en el AAP. El ácido nitroso (HNO<sub>2</sub>), que se encuentra en equilibrio ácido-base con los nitritos [a], se descompone en condiciones ácidas para formar el radical óxido nítrico (NO\*) y el radical dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>\*) a través de la reacción [b]. El radical dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>\*) experimenta además hidrólisis en medio acuoso para producir ion nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) como producto final a través de la reacción [c]. El NO\* y el NO<sub>2</sub>\* también pueden reaccionar con el oxígeno disuelto para producir iones de nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) y nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) de acuerdo con las reacciones generales [d] y [e], respectivamente. Los radicales de nitrógeno NO\* y NO<sub>2</sub>\* formados en estas reacciones secundarias poseen fuertes propiedades citotóxicas y son probablemente una de las principales causas de los efectos citotóxicos de los nitritos en condiciones ácidas. Por esta razón, se denominan “nitritos acidificados”. Además, en condiciones ácidas, la reacción de los nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) con el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) puede generar peroxinitritos (O=NOOH) según la reacción [f]. Los peroxinitritos pueden reaccionar directamente con los microorganismos o indirectamente mediante su descomposición en OH\* y NO<sub>2</sub>\* como indica la reacción [g]. Esta es una de las vías de generación de los radicales hidroxilo (OH\*).

30





La formación de nitritos acidificados ( $\text{NO}^*$  y  $\text{NO}_2^*$ ) y radicales  $\text{OH}^*$  mediante reacciones secundarias, son la clave de las propiedades biocidas del AAP prolongadas en el tiempo.

## 5 Radical hidroxilo ( $\text{OH}^*$ )

Los radicales  $\text{OH}^*$  son probablemente las especies reactivas más importantes producidas por el tratamiento con plasma de soluciones acuosas. Pueden oxidar de forma no selectiva la mayoría de los compuestos orgánicos con los que entran en contacto y, por recombinación de radicales, son la principal fuente de peróxido de hidrógeno en los sistemas de plasma. En relación con su capacidad biocida, la parte más afectada por los radicales  $\text{OH}^*$  es la pared celular externa de los microorganismos, incluida la membrana celular. La membrana celular, compuesta en gran parte por compuestos orgánicos como lípidos, proteínas y polisacáridos, es susceptible al ataque de los radicales  $\text{OH}^*$ . Los lípidos son las macromoléculas de la membrana celular más vulnerables a la oxidación. Las reacciones de los lípidos con los radicales  $\text{OH}^*$  se producen por la extracción de H de los enlaces de carbono insaturados de los ácidos grasos que, en presencia de oxígeno, provocan la peroxidación de los lípidos. De manera similar, los radicales  $\text{OH}^*$  pueden dañar las proteínas de la membrana mediante la abstracción de H del carbono  $\alpha$  de los enlaces peptídicos  $-\text{CO}-\text{NH}-$  entre los aminoácidos de cadena unidos a péptidos. El ataque de los radicales  $\text{OH}^*$  conduce a la peroxidación y escisión de la columna vertebral de las proteínas. El efecto combinado de estas afecciones acaba en muerte celular.

### Radicales $\text{NO}^*$ y $\text{NO}_2^*$ ("nitritos acidificados")

25

Los nitritos acidificados poseen un importante efecto antimicrobiano contra una amplia gama de organismos patógenos, incluyendo virus (como el SARS-CoV-1 y SARS-CoV-2), bacterias y hongos. Algunos de los daños que producen a los microorganismos son: oxidación de las proteínas de las membranas, reacción con las metaloenzimas, lo que provoca el consumo del hierro disponible, inactivación de las enzimas metabólicas, afectación del ADN por daños oxidativos, peroxidación de lípidos que dañan las membranas celulares, etc. Estos daños multifactoriales dan como resultado severas disfunciones y, en última instancia, la muerte celular.

A continuación, se describirán las realizaciones preferidas de la presente invención.

Según una realización preferida de la presente invención, se da a conocer un método para  
5 generar agua activada por plasma (AAP) que comprende:

- introducir un volumen deseado de agua a tratar en un reactor de mezclado;
- introducir un flujo de gas deseado en un generador de plasma para generar el plasma;
- activar el generador de plasma con una potencia establecida para generar un flujo de gas activado por plasma;
- 10 - burbujear el gas activado por plasma para mezclarlo con el agua contenida en el reactor de mezclado;
- estrangular la salida del gas activado por plasma (una vez que ha atravesado el agua contenida en el reactor) con el consiguiente aumento de presión y, según la ley de Henry, aumento de la dilución de las especies reactivas en el agua, bajada del pH,
- 15 generación de reacciones secundarias, etc.; y
- evacuar el agua activada por plasma por la salida del reactor de mezclado.

El agua activada por plasma puede emplearse con algún propósito posterior (desinfección de superficies, curado de alimentos, fomento del crecimiento de semillas, esterilización de  
20 material quirúrgico, etc.) o simplemente evacuarse de forma controlada (tratamiento de aguas y efluentes).

Aunque en la realización preferida anteriormente descrita se aplica el método a la generación de agua activada por plasma, los expertos en la técnica apreciarán que la  
25 presente invención no se limita a esto y puede aplicarse a la generación de cualquier tipo de líquido activado por plasma (LAP), tales como medio de crecimiento, solución tampón, aceite, etc.

Según una realización preferida de la presente invención, el método de generación de LAP  
30 se realiza de manera continua y automatizada. El volumen de LAP generado puede ajustarse fácilmente a escala, y permite obtener de manera rápida, sencilla y económica altos volúmenes de líquido activado por plasma.

Tal como se mencionó anteriormente, las especies reactivas causantes del efecto  
35 desinfectante del AAP pueden encontrarse presentes durante un periodo relativamente

prolongado, por ejemplo, de varios días. Por tanto, el método dado a conocer en el presente documento puede realizarse independientemente del lugar donde se vaya a utilizar el AAP producida, pudiendo realizarse por un proveedor comercial externo que genere el AAP requerida. Esta posibilidad es de gran utilidad si existen limitaciones técnicas que impidan  
5 la realización del método (es decir, la instalación del sistema según la presente invención) en la ubicación donde se vaya a emplear el AAP generada.

La figura 1 adjunta muestra esquemáticamente un sistema para generar líquido activado por plasma (por ejemplo, agua activada por plasma) según la realización preferida de la  
10 presente invención.

El generador de plasma (1) (en este caso un dispositivo APPJ-DBD, chorro de plasma a presión atmosférica con descarga de barrera dieléctrica, con una potencia de 700 W) se alimenta con un flujo de gas (2) (en este caso un flujo de aire de 115 slm de aire) con el  
15 que se genera un chorro de plasma (3) de unos 15 mm de longitud a la salida del generador de plasma (1).

De manera preferible, se emplea aire como gas para la producción de plasma ya que es el gas que produce más especies reactivas de oxígeno y nitrógeno y además es el más  
20 barato.

El flujo de gas más allá del chorro de plasma (3), cuando éste ya no es visible, se denomina gas activado por plasma. Este flujo de gas activado por plasma (4) se transporta por el conducto (5) hasta el reactor (6) (en este caso, un depósito de acero inoxidable de 30 litros  
25 de capacidad que soporta una presión de hasta 10 bares). Este flujo de gas activado por plasma (4) contiene las moléculas químicas funcionales que interaccionan con el líquido (7) contenido en el reactor (6). Este conducto cuenta con unos medios antirretorno (8), en concreto una válvula antirretorno, para que el líquido (7) del reactor (6) no retroceda hasta el generador de plasma (1) cuando se aumente la presión en el interior de dicho reactor  
30 (6). El flujo de gas ionizado se introduce preferiblemente en el reactor (6) a través de un difusor de burbujas (10). En este caso, el un difusor de burbujas (10) consiste en un difusor flexible de burbujas finas de EPDM, sin embargo, en otras realizaciones puede consistir en una piedra sinterizada o un disco con pequeños orificios de cualquier material adecuado.

35 El difusor flexible permite al inflarse una apertura de cientos de pequeños agujeros por los

que pasa el gas. Para que este difusor funcione, es preciso contar con un mínimo de flujo de gas para que se “infle” y “abra” dichos agujeros.

El tamaño pequeño de la burbuja ayuda a la dilución del gas en el líquido. Cuando la burbuja sea más pequeña, se genera más área de gas expuesta para su dilución en el líquido.

Según la realización preferida, se emplea agua destilada como líquido que va a someterse a tratamiento de activación por plasma, sin embargo, la invención no se limita a esto y puede emplearse cualquier otro líquido que pueda someterse a activación por plasma, tal como medio de crecimiento para cultivos celulares, solución tampón, aceite, etc. El líquido (7) del reactor (6) (en este caso, 5 litros de agua destilada, aunque con el sistema empleado en la realización preferida según la presente invención pueden tratarse hasta 25 litros o más) se introduce por una entrada de líquido (9) que puede taparse con tapón. El agua destilada es útil para realizar los ensayos descritos en el presente documento ya que no cuenta con el efecto biocida del cloro presente en agua de red. Sin embargo, según una realización preferida adicional de la presente invención, se usa agua de red como agua de partida para la producción de AAP.

El difusor de burbujas (10) está dispuesto en una entrada de gas al reactor (6) a partir del conducto (5), y convierte el flujo de gas activado por plasma (4) en burbujas finas (11) dentro del líquido (7) contenido en el reactor (6). Parte de este gas (junto con las moléculas generadas por el plasma), se disuelve en el líquido (7) contenido en el reactor (6). El resto del gas (12), después de pasar por el líquido (7) contenido en el reactor (6), sale por una salida de gas (13) en la parte superior del reactor (6). Según la realización preferida de la presente invención, esta salida de gas (13) cuenta con una válvula (14) (en este caso, una válvula de estrangulamiento) que, mediante la reducción del flujo del gas, puede aumentar la presión del gas y del líquido contenidos en el reactor (6) (indicado mediante las flechas (15) en la figura 1). Además, el reactor (6) cuenta con un indicador de presión (16) para medir la presión del interior del reactor (6).

Cuando se abre totalmente la válvula (14), no se genera sobrepresión en el interior del reactor (lectura de 0 bar en el indicador (16)). A medida que se va cerrando la válvula (14) y se va limitando el flujo de salida, la sobrepresión puede alcanzar los 10 bares (en los ensayos realizados por los inventores, se alcanzó una sobrepresión en el interior del

reactor de 3 bares por encima de la presión atmosférica). El flujo de gas (17) que sale del reactor (6) puede dirigirse opcionalmente hacia un sistema de tratamiento de gases (por ejemplo, filtros de carbón activo). Una vez que el líquido (7) contenido en el reactor presenta la concentración objetivo de moléculas procedentes del gas activado por plasma, puede denominarse líquido tratado o activado por plasma, LTP o LAP (según la realización preferida de la presente invención, agua tratada o activada por plasma, ATP o AAP) (18). Aunque se emplean los números de referencia (7) y (18), el experto en la técnica entenderá que el líquido (7) y el líquido activado por plasma (18) se encuentran en ambos mezclados en el reactor (6) durante la realización del método de activación por plasma de la presente invención. Al comienzo del método, todo el líquido contenido en el reactor (6) será líquido de partida (7), y poco a poco irá activándose por plasma a medida que se burbujea gas activado por plasma (4) en el reactor (6) hasta que la totalidad o sustancialmente la totalidad del líquido contenido en el reactor (6) será líquido activado por plasma (18).

Este líquido activado por plasma (18) se extrae a través de la salida de líquido (19) en la parte inferior del reactor (6), que cuenta preferiblemente con una válvula (20) que permanece cerrada durante el método de generación de AAP. A esta salida de líquido (19) se le puede conectar, por ejemplo, una pistola de limpieza (no mostrada) que puede emplearse para limpiar y desinfectar una superficie empleando AAP a presión (la presión alcanzada en el interior del reactor).

Los parámetros empleados para la generación de AAP según la realización preferida de la presente invención son los siguientes:

Gas de plasma	Aire
Flujo de gas de plasma (aire)	115 slm
Potencia de plasma	700 W
Volumen de agua tratada	5 litros
Líquido a tratar	Agua destilada
Tiempo de procesamiento	30 min
Presiones alcanzadas en el reactor de mezclado	0, 1 y 3 bares

25

La tabla 1 a continuación muestra la nomenclatura de las tres muestras de AAP producidas mediante los ensayos descritos en el presente documento y la presión alcanzada en el reactor de mezclado para la producción de cada una de dichas muestras:

Tabla 1

AAP	Presión en reactor de mezclado (bares)
AAP-0bar	0
AAP-1bar	1
AAP-3bar	3

- 5 En la realización preferida de la presente invención, se muestra cómo este incremento de las especies reactivas disueltas en el agua activada por plasma (AAP) permite aumentar la capacidad desinfectante de dicho líquido frente a una solución contaminada artificialmente con *Listeria monocytogenes*.
- 10 Tal como se demuestra en los ejemplos descritos a continuación en el presente documento, se determinó que las características fisicoquímicas de un AAP que reduce significativamente la carga de *Listeria monocytogenes* son: pH < 3, CE (conductividad eléctrica) > 1000  $\mu\text{S/cm}$ , ORP (potencial de oxidación-reducción) > 500 mV,  $\text{NO}_3^- > 180 \text{ mg/l}$  y  $\text{NO}_2^- > 3 \text{ mg/l}$ .

15

### Ejemplos

A continuación, se describen varios ejemplos de aplicación tratamiento con un AAP generada mediante el método dado a conocer en el presente documento.

20

#### 1) Análisis para la cuantificación de las especies reactivas presentes en el AAP:

En primer lugar, se llevó a cabo un ensayo de cuantificación de las especies reactivas presentes en una única muestra de cada AAP preparada tal como se describió  
25 anteriormente.

La alta reactividad de las especies secundarias más biocidas presentes en el AAP ( $\text{OH}^*$ ,  $\text{NO}^*$  y  $\text{NO}_2^*$ ) hace que su detección y cuantificación, especialmente en la fase líquida, deba realizarse de manera indirecta. Los principales métodos de detección de estas especies  
30 emplean productos químicos que reaccionan selectivamente con estos radicales para generar productos relativamente estables que pueden detectarse espectroscópicamente

por resonancia paramagnética de electrones, fluorimetría o cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC).

En este caso, para la detección y cuantificación indirecta de las especies reactivas  
5 presentes en el AAP, se tomó como referencia el método descrito por Lukes *et al.* (“Aqueous-phase chemistry and bactericidal effects from an air discharge plasma in contact with water: evidence for the formation of peroxyxynitrite through a pseudo-second-order post-discharge reaction of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and HNO<sub>2</sub>”, Plasma Sources Sci. Technol. 23 (2014) 015019). Este método se basa en la reacción entre el fenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-OH) y los radicales OH\*, NO\* y  
10 NO<sub>2</sub>\*. Se prepara una solución de fenol en agua ( $\approx 2 \times 10^{-2}$  M) de la que se toman 5 ml para mezclarse con 95 ml de AAP y a continuación se calienta la mezcla a 50 °C durante 24 horas. Posteriormente, se filtra la solución con un disco filtrante de 0,45 µm y se somete a cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC): 20 µl; columna C18; fase móvil de 1,0 ml/min usando el siguiente gradiente de elución:

15

t, min	Ácido acético: 1 % (V/V)	Acetonitrilo
0	90	10
7	60	40
13	90	10

Tiempo total: 16 min; presión:  $\approx 90$  bares a 90/10,  $\approx 60$  bares a 60/40; detector DAD a 260 nm (referencia: 699 nm).

20 Los productos de reacción son: benzoquinona (fenol + OH\*), 4-nitrosfenol (fenol + NO\*) y 2-nitrosfenol (fenol + NO<sub>2</sub>\*).

Los tiempos de retención son: hidroquinona:  $\approx 5$  min, 4-nitrosfenol:  $\approx 5,4$  min, fenol:  $\approx 8,2$  min y 2-nitrosfenol:  $\approx 11,2$  min.

25

Para la cuantificación de los productos de reacción (mg/l) se prepararon las correspondientes rectas de calibración a partir de la identificación de los valores de absorbancia de soluciones de productos de reacción de concentraciones conocidas. Los patrones de benzoquinona y 2-nitrosfenol con una pureza  $\geq 98$  % se obtuvieron de Sigma-  
30 Aldrich (Madrid, España) y el patrón de 4-nitrosfenol con una pureza  $\geq 98$  % se obtuvo de TCI (Tokio, Japón). El metanol ( $\geq 99,5$  %) se adquirió de Scharlab (Sentmenat, Barcelona,

España).

Se prepararon soluciones madre individuales a una concentración de  $10^{-2}$  M en agua-metanol (95-5) y se almacenaron en botellas de vidrio a 8 °C.

5

Las rectas de calibración se prepararon por dilución con agua desionizada con las siguientes concentraciones: benzoquinona  $1,35 \times 10^{-5}$  M, 2-nitrofenol  $1,60 \times 10^{-4}$  M y 4-nitrosfenol  $2,54 \times 10^{-4}$  M.

10 Las rectas de calibración fueron las siguientes:

Compuesto	Ecuación	R
Benzoquinona	$A \text{ (mAU)} = 0,09 + 6,99 \times 10^5 c \text{ (M)}$	0,9996
2-Nitrofenol	$A \text{ (mAU)} = -0,24 + 1,50 \times 10^5 c \text{ (M)}$	0,9997
4-Nitrosfenol	$A \text{ (mAU)} = -1,00 + 3,78 \times 10^5 c \text{ (M)}$	0,9997

Se obtuvieron los cromatogramas de las diversas muestras de AAP objeto de estudio (AAP-0bar, AAP-1bar y AAP-3bar) en las que se identificaron las señales relativas a los productos de reacción con el fenol de las especies reactivas más importantes en relación con la capacidad desinfectante/descontaminante de la AAP: radicales hidroxilo ( $\text{OH}^*$ ; benzoquinona), nitritos acidificados ( $\text{NO}^*$ ; 4-nitrosfenol y  $\text{NO}_2^*$ ; 2-nitrofenol) y el propio fenol (figura 2).

20 Finalmente, se cuantificaron indirectamente (a partir de los productos de reacción con el fenol) cada una de las especies reactivas presentes mediante el método descrito anteriormente y los resultados se muestran en la figura 3.

En la figura 3 se observa:

- 25
- Para AAP-3bar y AAP-1bar, la especie reactiva con mayor concentración es el  $\text{NO}^*$  (producto de la mezcla con fenol, 4-nitrosfenol), seguida por el  $\text{NO}_2^*$  (2-nitrofenol) y el  $\text{OH}^*$  (benzoquinona).
  - La muestra AAP-3bar posee la mayor concentración de todas las especies reactivas biocidas, seguida por AAP-1bar y AAP-0bar.

30

2) Ensayos relativos a la inactivación de una solución bacteriana:

Análisis de la inactivación microbiana del AAP

5 Se realizó una solución bacteriana de  $10^8$  UFC/ml. Posteriormente, a 4,5 ml de cada AAP y al agua destilada (siendo ésta el control de crecimiento bacteriano) se le añadieron 0,5 ml de solución bacteriana con el fin de realizar una dilución 1/10 y poner en contacto el AAP con  $10^7$  UFC/ml de *Listeria monocytogenes*. Cada ensayo se realizó por triplicado en días diferentes.

10

Una vez transcurridos los tiempos de contacto AAP/bacteria (5, 15, 30 y 60 minutos en todos los casos), se procedió a realizar diluciones seriadas (1/10) en agua destilada de cada una de las muestras. A continuación, se sembraron 5  $\mu$ l de cada muestra en placa de BHI agar para proceder a su incubación a 37 °C durante 24 h.

15

Finalmente, se llevó a cabo el recuento microbiano mediante el conteo de colonias crecidas de *Listeria monocytogenes* tras las 24 h de incubación, expresando la población bacteriana en unidades formadoras de colonias por ml (UFC/ml).

20 Resultados obtenidos

Para analizar la efectividad de las AAP una vez generadas (tiempo de almacenamiento), se analizaron las mismas AAP nada más generarse (figura 4a) y pasadas 24 horas (figura 4b).

25

En la figura 4a se observa lo siguiente:

- Los tratamientos con todas las AAP obtienen una inactivación total (7 log) con tiempos de contacto AAP/bacteria de 30 y 60 minutos.
- Para 15 minutos de contacto, el único tratamiento que alcanza la inactivación total es la muestra AAP-3bar, siendo este tratamiento casi 3 log mayor que AAP-1bar y casi 5 log que AAP-0bar. Las diferencias de inactivación entre las distintas AAP son estadísticamente significativas en todos los casos y evidencian que, a mayor presión en el reactor de mezclado, mayor inactivación bacteriana.
- Para 5 minutos de contacto AAP/bacteria, no existen diferencias de inactivación estadísticamente significativas.

35

En la figura 4b se observa lo siguiente:

- Los resultados de inactivación de las muestras después de 24 horas de almacenamiento (a temperatura ambiente) siguen siendo relevantes, aunque ligeramente inferiores para algunas muestras y tiempos de contacto.
- Los tratamientos con todas las AAP obtienen una inactivación total (7 log) con tiempos de contacto AAP/bacteria de 60 minutos.
- Para 30 minutos de contacto, el único tratamiento que alcanza la inactivación total es la muestra AAP-3bar, siendo este tratamiento 3,5 log mayor que AAP-1bar y casi 4,5 log que AAP-0bar. Las diferencias de inactivación entre las distintas AAP son estadísticamente significativas en todos los casos y, al igual que en los resultados expuestos en la figura 4a, evidencian que, a mayor presión en el reactor de mezclado, mayor inactivación bacteriana.
- Para 15 minutos de contacto AAP/bacteria, la muestra AAP-3bar alcanza una inactivación de 1 log mayor que la muestra AAP-0bar, siendo esta diferencia de inactivación estadísticamente significativa.

Tal como se observa a partir de los resultados anteriores, el mejor de los tratamientos realizados es aquel cuya presión en el reactor de mezclado es mayor, es decir, AAP-3bar. Es importante resaltar que la mayor inactivación bacteriana obtenida con la muestra AAP-3bar se ha obtenido sin ningún coste adicional, pues lo único que se hizo fue estrangular la salida del gas ionizado en el reactor de mezclado. Es decir, esta mayor inactivación no ha supuesto ningún gasto energético extra. Se ha empleado la misma potencia de plasma y mismo tiempo de tratamiento (para el mismo volumen de agua) que los empleados para la generación de las muestras AAP-0bar y AAP-1bar.

A partir de los resultados obtenidos en este ejemplo es posible afirmar que a mayor presión en el reactor de mezclado (gas ionizado/líquido), mayor concentración de especies reactivas biocidas presentes en la AAP (figuras 2 y 3), y por lo tanto, mayor capacidad de inactivación de las AAP (figura 4).

Sin embargo, la elección de una u otra de las AAP dadas a conocer en el presente documento, todas las cuales se encuentran dentro del alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas, dependerá de las preferencias y restricciones técnicas de la aplicación específica en la que vaya a aplicarse el método de tratamiento dado a conocer

en el presente documento.

Para determinar los valores de pH, CE (conductividad eléctrica), ORP (potencial de oxidación-reducción) y la concentración de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NO}_2^-$ , se han utilizado técnicas  
5 ampliamente conocidas en la técnica.

Por tanto, la realización preferida el sistema y método dados a conocer en la presente invención, se refiere al uso del AAP generada como agente desinfectante.

- 10 Tal como puede apreciarse a partir de las enseñanzas proporcionadas anteriormente en el presente documento, la presente invención aporta diversas ventajas con respecto a la técnica anterior, tales como:
- a. Mejora, sin costes adicionales, de la eficiencia de los tratamientos de líquidos empleando plasma pues el incremento de presión (una de las características  
15 principales de la presente invención) se obtiene simplemente estrangulando el gas ionizado en su salida del reactor de mezclado.
  - b. Generación de un gran volumen por unidad de tiempo, mucho más que la mayoría de los dispositivos conocidos en la técnica anterior. Este hecho es de vital importancia para la aplicación industrial del nuevo dispositivo.
  - 20 c. La generación de un líquido presurizado permite la limpieza a presión empleando un líquido desinfectante (agua activada por plasma, AAP).
  - d. La efectividad desinfectante (y presumiblemente la concentración de especies reactivas biocidas disueltas en el líquido tratado) permanece en el tiempo con una leve disminución de su efectividad.
  - 25 e. El dispositivo y método son fácilmente escalables y se pueden automatizar totalmente.

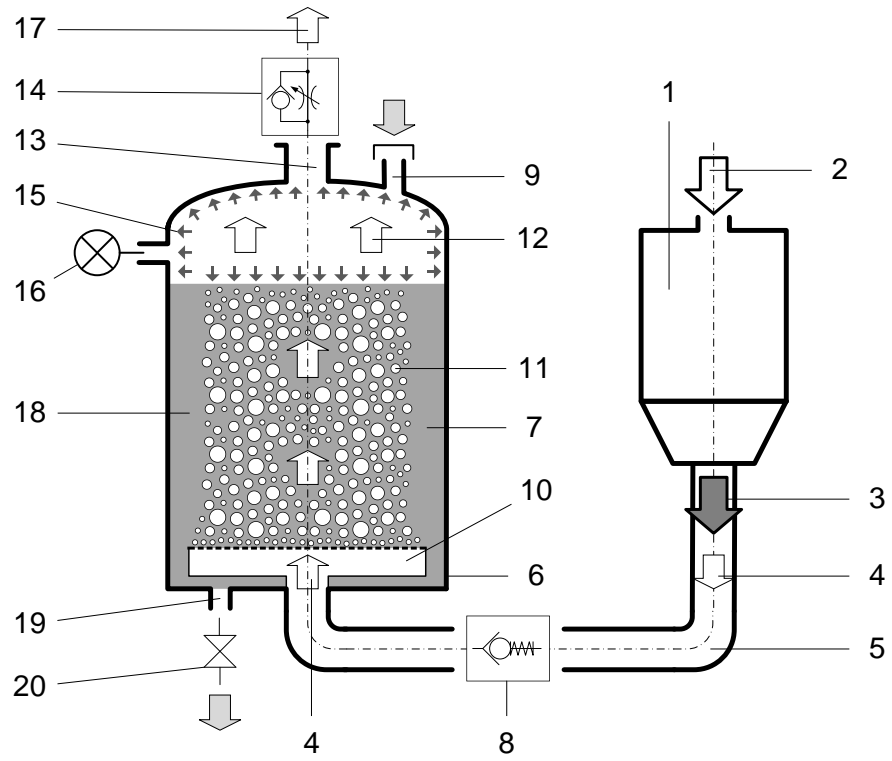
En el presente documento se han dado a conocer diversas realizaciones del dispositivo y del método de la presente invención. Sin embargo, el experto en la técnica entenderá fácilmente que las características dadas a conocer en realizaciones de método pueden  
30 aplicarse igualmente a realizaciones de dispositivo y viceversa.

Aunque se ha descrito la invención con referencia a una realización preferida de la misma, el experto en la técnica entenderá que pueden aplicarse modificaciones y variaciones a dicha realización sin por ello salir del alcance de protección definido por las reivindicaciones  
35 adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema para generar líquido activado por plasma (LAP), que comprende:
  - un generador de plasma (1) en el que se introduce un flujo de gas (2) para generar un flujo de gas activado por plasma (4);
  - 5 - un conducto (5) que conecta el generador de plasma (1) con un reactor (6);
  - unos medios antirretorno (8) dispuestos en el conducto (5);
  - un reactor (6) dispuesto para contener un líquido (7);
  - un difusor de burbujas (10) dispuesto en una entrada de gas al reactor (6) a partir del conducto (5), para producir burbujas de gas activado por plasma (4) dentro del líquido (7);
  - 10 comprendiendo el reactor (6):
    - una entrada de líquido (9) para la introducción de líquido (7) en el reactor (6);
    - una salida de líquido (19) para la salida de líquido activado por plasma (18) a partir del reactor (6); y
    - 15 - una salida de gas (13) para la salida de gas (17) tras su reacción con el líquido (7) dentro del reactor (6).
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además una válvula (14) en la salida de gas (13) para reducir el flujo de gas (17) que sale del reactor (6), aumentando de ese modo la presión en el reactor (6).
- 20 3. Sistema según la reivindicación 2, caracterizado porque la válvula (14) es una válvula de estrangulamiento.
- 25 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, caracterizado porque comprende además un indicador de presión (16) para indicar la presión en el interior del reactor (6).
5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque la válvula (14) permite aumentar la presión en el reactor (6) entre 0 y 10 bar por encima de la presión atmosférica, preferiblemente entre 0 y 4 bar.
- 30 6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el difusor de burbujas (10) es un difusor flexible de burbujas finas de EPDM.
- 35 7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el líquido (7) empleado es agua.

8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas (2) empleado es aire.
- 5 9. Método para generar líquido activado por plasma (LAP), que comprende:
- introducir un volumen deseado de líquido a tratar en un reactor;
  - introducir un flujo de gas deseado en un generador de plasma;
  - activar el generador de plasma para generar un flujo de gas activado por plasma;
  - burbujear el gas activado por plasma en el líquido contenido en el reactor para
- 10 producir líquido activado por plasma; y
- evacuar el líquido activado por plasma.
10. Método según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende además la etapa de aumentar la presión en el reactor mientras se burbujea el gas activado por plasma
- 15 en el reactor.
11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque la etapa de aumentar la presión en el reactor comprende aumentar la presión entre 0 y 10 bar por encima de la presión atmosférica, preferiblemente entre 0 y 4 bar.
- 20 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, caracterizado porque comprende además mantener el reactor a presión después de burbujear el gas activado por plasma en el reactor a presión aumentada.
- 25 13. Método según la reivindicación 12, caracterizado porque se mantiene el reactor a presión durante al menos 1 hora después de burbujear el gas activado por plasma en el reactor a presión aumentada.
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado porque el
- 30 líquido introducido en el reactor es agua.
15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado porque el gas introducido en el generador de plasma es aire.
- 35 16. Uso de líquido activado por plasma (LAP) producido mediante el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 o mediante el método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, como desinfectante.



**FIG. 1**

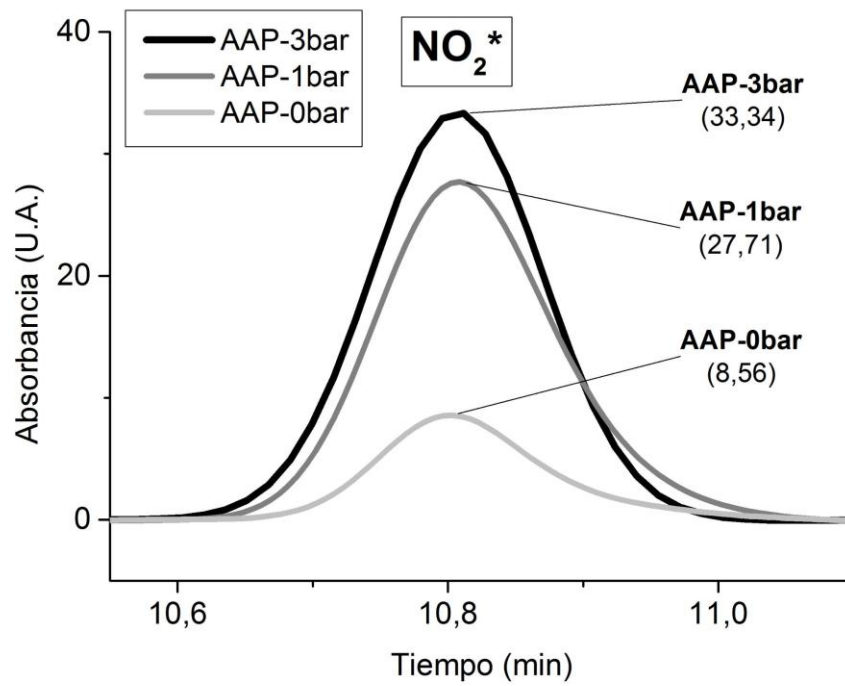
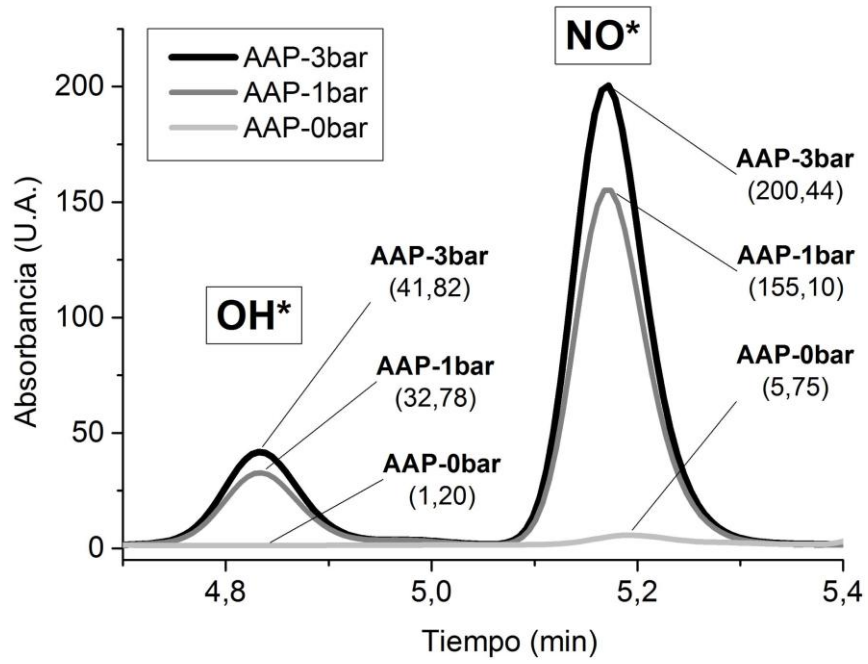


FIG. 2

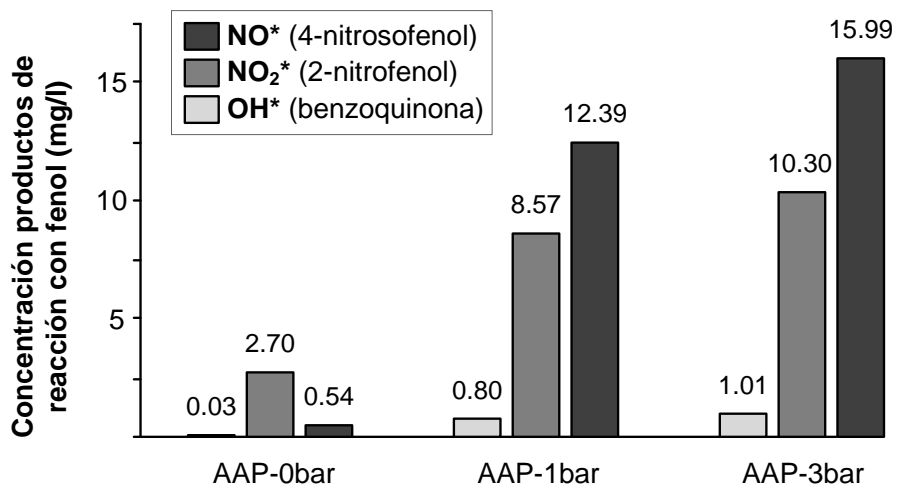
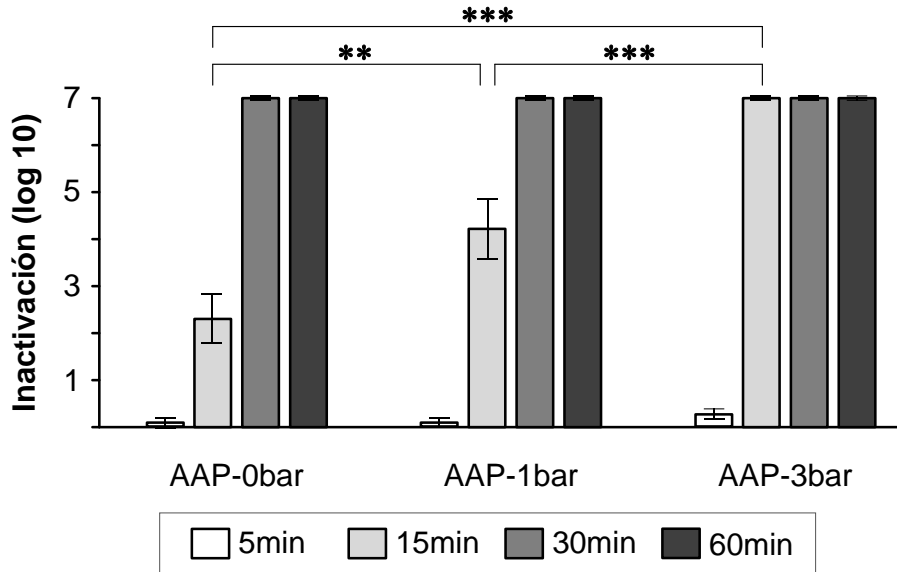


FIG. 3

[a] Tiempo transcurrido entre la generación de la AAP y la puesta en contacto con la bacteria: **0 horas**



[b] Tiempo transcurrido entre la generación de la AAP y la puesta en contacto con la bacteria: **24 horas**

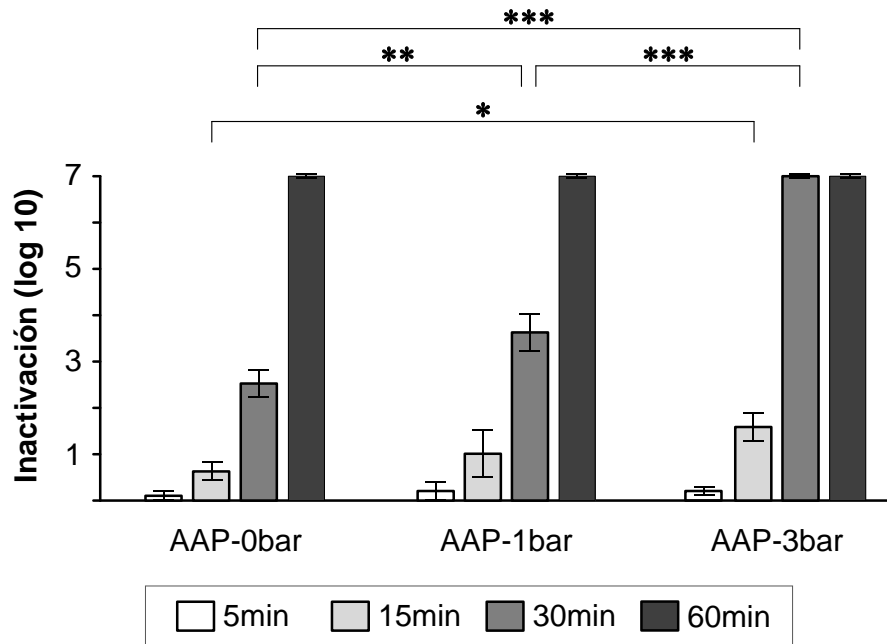


FIG. 4



- ②① N.º solicitud: 202430840  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.10.2024  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	US 2017128906 A1 (LOUIS JEFFREY S et al.) 11/05/2017 Párrafos [0004 - 0006]; párrafo [0021]; párrafos [0025 - 0026]; párrafo [0036]; párrafo [0038]; párrafos [0053 - 0056]; figuras 12 - 14.	1, 6-9, 14-16 2-5, 10-13
Y	CN 113321265 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY et al.) 31/08/2021 Párrafos [0005 - 0013]; párrafos [0019 - 0026]; párrafo [0030]; párrafo [0072].	2-5, 10-13
A	KR 20230064973 A (KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 11/05/2023 Párrafo [0006]; párrafo [0025]; figura 1.	1-16
A	ZHENYU ZHOU et al. Biological and Chemical Reactivities of Plasma Activated Water Prepared at Different Temperatures. Plasma Chemistry and Plasma Processing, 22/08/2023, Vol. 44, Páginas 393-410, <DOI: <a href="https://doi.org/10.1007/s11090-023-10379-y">https://doi.org/10.1007/s11090-023-10379-y</a> >. Ver resumen; página 395; figura 1.	1-16
A	WO 2021094755 A1 (ROYAL HOLLOWAY & BEDFORD NEW COLLEGE) 20/05/2021 Ver página 7, líneas 7 - 31.	1-16
A	MISRA N N et al. Design of systems for plasma activated water (PAW) for agri-food applications. Journal of Physics D: Applied Physics. , 17/09/2024, Vol. 57, ISSN 0022-3727, ISSN 1361-6463 (electronic), <DOI: <a href="https://doi.org/10.1088/1361-6463/ad77de">10.1088/1361-6463/ad77de</a> >. Ver resumen; figura 1; sección 4.	1, 9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
13.10.2025

Examinador  
M. d. Taboada Rivas

Página  
1/2

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C02F1/46** (2023.01)

**H05H1/24** (2006.01)

**A61L2/14** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F, H05H, A61L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

AbS colección patentes, AbS colección literatura no patente, INVENES/LATIPAT, CAPLUS, WPI