

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 114**

51 Int. Cl.:

A61L 2/04 (2006.01)
A61L 2/10 (2006.01)
C02F 1/02 (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01)
A23L 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2014** **E 14382273 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017** **EP 2965766**

54 Título: **Sistema y método para la esterilización de un fluido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.09.2017

73 Titular/es:

SALAS VICENTE, FIDEL (20.0%)
Avda. Castellón, 5
12412 Geldo, Castellón, ES;
SALAS VICENTE, JOSÉ (20.0%);
GUAMIS ALEGRE, ALEX (20.0%);
GUAMIS ALEGRE, DAVID (20.0%) y
MORETA BUFILL, LEO (20.0%)

72 Inventor/es:

SALAS VICENTE, FIDEL;
SALAS VICENTE, JOSÉ;
GUAMIS ALEGRE, ALEX;
GUAMIS ALEGRE, DAVID y
MORETA BUFILL, LEO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 633 114 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para la esterilización de un fluido

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema para el procesado de fluidos para su higienización y/o esterilización mediante la aplicación secuenciada y/o simultánea de forma controlada de radiación ultravioleta germicida (preferiblemente tipo C) y temperatura, que puede ir desde temperaturas de refrigeración, moderadas (preferiblemente) y altas de productos tales como alimentos, ingredientes, perfumes, aromas, cosméticos, farmacéuticos (medicamentos), hospitalarios (sueros, fluidos hemáticos,..etc.), químicos, alcohólicos, derivados del petróleo,..etc., y similares.

10 Antecedentes de la invención

15 Un problema a resolver en la industria consiste en higienizar o esterilizar fluidos (alimentos, ingredientes, perfumes, aromas, cosméticos, farmacéuticos (medicamentos), fluidos hospitalarios (sueros, fluidos hemáticos,..etc.), químicos, alcohólicos, derivados del petróleo,..etc., y similares), que por sus características específicas, son sensibles a determinados tratamientos térmicos, provocándoles una pérdida de calidad, a nivel funcional o tecnológico (capacidad espumante, emulgente, colorante, espesante, texturizante,..etc.), a nivel nutricional (pérdida vitamínica, aminoácidos y ácidos grasos esenciales, polifenoles, antioxidantes...etc.) o a nivel organoléptico (pérdida de aromas, sabores, colores, texturas...etc.).

20 La luz UVC se ha aplicado en la potabilización y tratamiento del agua como una alternativa segura para mejorar el sabor y olor a bajo coste. La luz UVC tiene un efecto bactericida en los microorganismos. Aunque se considera bactericida, afecta a todos los tipos de organismos microscópicos (virus, bacterias, algas, hongos, levaduras y protozoos). El poder desinfectante de la luz UVC se debe a su acción sobre el ADN de las células, disminuyendo su actividad respiratoria, bloqueando los procesos de síntesis e inhibiendo o retardando la mitosis. Por otro lado, el efecto de la luz UVC sobre dos bases de timina o citosina (pirimidinas) contiguas en una misma cadena de ADN o ARN crea los respectivos dímeros, que impiden la duplicación del ADN o ARN de los microorganismos, y por tanto su reproducción.

25 La acción bactericida de la luz UVC, depende principalmente de la dosis aplicada al microorganismo, y esta es dependiente de la irradiancia y del tiempo de aplicación. La irradiancia es la potencia UV por unidad de área medida en microWatts por centímetro cuadrado. La dosis corresponde es al producto de la irradiancia por el tiempo de aplicación y se expresa en miliJoules por centímetro cuadrado o el equivalente en microWatts segundo por centímetro cuadrado.

30 Otra de las características de la luz UVC es que su efecto bactericida es acumulativo en el tiempo (dosis).

35 La radiación UV minimiza la formación de residuos químicos y/o subproductos. También es un proceso seco, frío, que requiere de poco mantenimiento y tiene menor coste de funcionamiento en comparación con procesos térmicos convencionales donde el consumo energético es muy alto. Por otro lado, debido a que se trata de procesos en frío o con temperaturas moderadas, se evitan los efectos no deseados de los tratamientos térmicos convencionales. Por estas razones, existe un creciente interés en usar luz UVC para la desinfección de alimentos. Sin embargo, todo producto alimenticio, cosmético, farmacéutico,.. etc., tiene su propia composición y esto puede determinar que la dosis de UVC necesaria sea diferente entre ellos. Una desventaja en el uso de luz UVC para higienización es la baja transmitancia de la mayoría de los fluidos, lo que implica que sólo se pueden tratar de forma eficiente delgadas capas de fluido cerca del emisor.

40 Es ampliamente conocida la baja transmitancia del UVC en la mayoría de líquidos que no sean agua. El efecto de penetración de la luz UVC depende del tipo de líquido, de la absorbancia a la longitud de onda especificada, solutos presentes en el líquido y de materia suspendida. Aumentar la cantidad de sólidos reducirá la intensidad de penetración de la radiación UVC, así como, las partículas grandes suspendidas también podrían bloquear la incidencia de luz en la carga microbiana. Por ejemplo, la penetración de luz UV en zumos varía entre unos cientos de micras y pocos milímetros, debido a una absorción del 90% que sus compuestos o partículas en suspensión provocan de la luz.

45 En determinados alimentos o procesos tecnológicos podría ser necesaria la reducción o inactivación de ciertos enzimas, como por ejemplo en zumos de frutas y vegetales, la inactivación de la Pectin-Metil-Esterasa (PME), que provoca pérdidas de texturas, la Peroxidasa (PO), catalizando procesos de oxidación, o la Poli-Fenol-Oxidasa (PFO) que actúa en reacciones de oscurecimiento o pardeamiento oxidando compuestos fenólicos a quinonas. Respecto al efecto de los UVC sobre los enzimas, por lo general provocan cierto grado de inactivación, en función de la dosis y de la matriz en la que se encuentren.

Hoy en día existen disponibles varios tipos básicos de emisores UV destacando los emisores de basados en vapor de mercurio.

- 5 Desde el punto de vista germicida los emisores de baja presión suelen ser los más usados en industria pues ofrecen una emisión casi monocromática centrada en 254 nm muy cerca del máximo de absorción de la molécula de ADN a 260 nm y una gran facilidad de manipulación y manejo. En una comparación de los emisores de media presión y baja presión, los de baja presión muestran un mejor rendimiento (30-40 % frente al 10-15% de la media presión) y trabajan a temperaturas más moderadas (40°C -110 °C frente a 600°C -900 °C), aunque la potencia UV emitida por unidad de longitud es mucho menor. El documento US 2008/210884 A divulga un dispositivo para irradiar un líquido.

Descripción de la invención

- 10 La presente invención proporciona un sistema para la esterilización de un fluido, que comprende un emisor UV (1) rodeado por un elemento elongado (2) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV, por el que circula un fluido refrigerante del emisor UV, estando el elemento elongado (2) rodeado por un elemento elongado (3) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula el fluido a esterilizar, estando el elemento elongado (3) rodeado por un elemento elongado (4), dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV, por el que circula un fluido refrigerante o calefactor del fluido a esterilizar, en adelante sistema de la invención.
- 15

En la presente memoria, el término "fluido" es un líquido o un gas.

Una realización es el sistema de la invención, donde el elemento elongado (3) por el que circula el fluido a esterilizar tiene paredes rugosas o caminos en espiral.

- 20 Esto provoca que el fluido a esterilizar circule con régimen turbulento y no laminar, para asegurar que todo el volumen del fluido sufre el mismo tratamiento o dosis de UVC y temperatura.

En la presente invención, el espesor de la capa de fluido a tratar puede ser incluso menor a 1 mm. La contrapresión a la que es sometido el fluido (por una válvula de contrapresión) junto con los promotores de turbulencias hagan circular el fluido a tratar en régimen de flujo turbulento durante su procesamiento incluso en espacios tan reducidos.

- 25 Diferentes fuentes bibliográficas sugieren que es necesario que todas las partes del fluido se expongan por lo menos a una dosis de 400 J/m² (40 mJ/cm²) de luz UVC (254 nm) para asegurar una reducción adecuada de 5 log de un microorganismo diana o indicador, para poder obtener (en el caso de la industria alimentaria) un alimento microbiológicamente seguro. Teniendo en cuenta que dicha dosis de UVC se debe aplicar al sistema entero para asegurar que el fluido líquido se trata por igual.

- 30 En la presente invención, se puede alcanzar dicha dosis o mayores al final del tratamiento, ya que el sistema está concebido para que puedan acoplarse un número indefinido de sistemas en serie. También, la intensidad de las lámparas de última generación (tanto emisores de excímeros como de arco de mercurio), capaces de dar dicha dosis en apenas pocos segundos de tratamiento, hace que dicha dosis sea fácilmente alcanzable. Por otro lado, con la regulación del caudal (velocidad que circulará el fluido por el sistema) mediante la bomba impulsora, puede hacer que se aumente el tiempo de tratamiento y por lo tanto la dosis. La presente invención, contempla que en el caso de tener
- 35 que reducir los caudales de paso por los sistemas, se puedan acoplar grupos de sistemas en paralelo, para que no se reduzca el caudal de producción total (L/hora) del equipo.

Otra realización es el sistema de la invención, donde el fluido a esterilizar está seleccionado del grupo compuesto por un alimento, un cosmético, un fármaco, una composición farmacéutica, un fluido hospitalario, un aroma, un perfume y un compuesto químico.

- 40 Otra realización es el sistema de la invención, donde el emisor UV emite a una longitud de onda entre 200 y 312 nm.

Otra realización es el sistema de la invención, donde la distancia entre la pared exterior del elemento elongado (2) y la pared interior del elemento elongado (3) está entre 0,5 y 5 mm.

Otra realización es el sistema de la invención, donde se pueden acoplar dos o más sistemas en serie o en paralelo. De forma particular, uno de los sistemas tiene un emisor UV que emite a una longitud de onda entre 290 y 320 nm.

- 45 En la presente invención, se contempla de forma opcional, el uso de uno o varios (un conjunto) sistemas UVB, con un diseño igual al de los sistemas UVC, y que por lo tanto pueden estar unidos entre ellos en serie o en paralelo, y colocados después de los sistemas UVC. La principal finalidad de los sistemas UVB sería la de aplicar tratamientos de longitudes de onda de más larga para reparar o reconstituir, ciertos compuestos, que dependiendo de la composición del fluido a tratar, podrían descomponerse o reaccionar (fundamentalmente oxidaciones) con otros

5 compuestos del propio fluido, cambiando ligeramente (pero tal vez, perceptiblemente) las características bioquímicas, organolépticas y/o nutritivas del fluido tratado y en el caso de alimentos, por ejemplo, tener una pérdida de la calidad de dicho alimento. El uso de dicha etapa, será opcional, debido a que estará muy influenciado su utilización, a las expectativas deseadas del producto final, así como de la composición del producto (grasas, proteínas, azúcares,...etc.).

Otra realización es el sistema de la invención, que comprende dispositivos de medición y control de la irradiancia de emisión del emisor UV.

Otra realización es el sistema de la invención, que comprende dispositivos de medición y control de las temperaturas.

10 Ya que la lámpara UVC que se encuentra en el centro del sistema y aislada herméticamente del resto de tubos concéntricos por donde circula el fluido a esterilizar y el fluido refrigerante o calefactor, los revestimientos que conforman los espacios por donde circulan dichos fluidos requieren de tubos conectores (independientes entre ambos fluidos) en las salidas del sistema que conecten con las entradas del siguiente sistema para utilizarlos como un sistema de circulación. El fluido refrigerante o calefactor que pasa a través del sistema se hace re-circular, mientras que el fluido a esterilizar (p.e. alimento), aunque también se podría hacer recircular por el sistema, es preferible que sea
15 tratado de forma continua mediante los grupos de sistemas en serie o en paralelo sin recircularlo, a no ser que por alguna caída de las variables, hiciera que no se alcanzara la dosis requerida y el producto se desviara (mediante una válvula de desvío) al tanque o depósito inicial para una posterior recirculación. Se puede añadir un sistema de acondicionamiento refrigeración/calentamiento en la entrada o salida del sistema para enfriar/calentar el fluido a tratar antes y después del tratamiento con luz UV.

20 La dosis debe ser administrada por igual a todo el volumen del producto, y como se ha ido describiendo, en la presente invención, esto se consigue en el sistema de la invención. Distintos factores pueden ayudar a conseguir una dosis igual en todo el volumen del producto, por ejemplo, que el producto tenga que circular por varios (2 o más) sistemas en serie o paralelo, que entre esos sistemas las conducciones (comunicadas las salidas con las entradas del siguiente) tengan volúmenes de sección diferentes a los volúmenes de sección en el tramo del sistema, que la disposición
25 geométrica y espacial de los sistemas fuerce a cambiar de dirección en el espacio el fluido o producto (no de sentido dentro de la sección por la que circula el fluido), ya sea por colocar de forma horizontal o vertical (o alternando), cambios de dirección de derecha a izquierda o viceversa entre sistemas (respetando siempre que la salida de uno va a la entrada de otro), que el circuito de fluido a tratar (producto) se puede hallar contra-presionado mediante la válvula de contrapresión (al final del circuito), que la existencia de homogeneizadores a la salida de un sistema fuerce la mezcla del fluido antes de la entrada del siguiente, que la existencia de promotores de turbulencias en la cámara por
30 donde pasa el fluido a tratar aumenta la turbulencia y la homogeneización de éste.

El poder aplicar diferentes temperaturas controladas a la vez que se aplican los UV al fluido a tratar y de una manera tan eficiente y homogénea, puede ser de utilidad para diferentes aplicaciones, tales como, por ejemplo:

35 - Obtener resultados de inactivación microbiana sinérgicos, es decir, superiores a los que se obtendrían si se sumaran aplicándose por separado los UVC y la temperatura.

- Obtener la suma de inactivación microbiana para diferentes tipos de microorganismos con diferentes sensibilidades al ultravioleta y al proceso térmico, permitiendo temperaturas más moderadas.

- Obtener inactivaciones enzimáticas, mediante la aplicación de temperaturas moderadas como serían, por ejemplo, temperaturas de 60-80°C.

40 - Obtener resultados de inactivación enzimáticas sinérgicas, superiores a la suma de los tratamientos UVC y temperatura por separado.

- En determinados fluidos, provocar la estabilización de determinados componentes (por ejemplo proteínas) a temperaturas moderadas.

45 - Ayudar a homogenizar, solubilizar y dispersar diferentes compuestos de los fluidos a tratar, gracias a las temperaturas suaves o moderadas.

- Favorecer las cinéticas de determinadas reacciones químicas o enzimáticas por temperaturas suaves o moderadas, que fueran beneficiosas para los objetivos finales del fluido a tratar.

- La temperatura y su control pueden favorecer la fluidez de los productos o fluidos con cierta viscosidad, de esta forma, se favorecería su circulación por todo el circuito.

- La temperatura y su control pueden favorecer los procesos de limpieza del circuito una vez finalizada la producción, ya que ayuda a disolver y arrastrar los residuos de los fluidos tratados y además incrementa la eficacia de los productos de limpieza tales como, por ejemplo, álcalis (NaOH al 3% y 80°C), ácidos (HNO₃ "ácido nítrico" al 2% y 45-50°C), detergentes comerciales, productos enzimáticos, ácido peracético (C₂H₄O₃), peróxido de hidrógeno (H₂O₂),...etc.

- 5 - La temperatura y su control pueden favorecer a desinfectar y esterilizar las zonas del sistema cuando se utilizan temperaturas elevadas.

En la presente invención se contemplan diversos sistemas de seguridad, para evitar y detectar problemas de fugas y roturas entre tubos concéntricos y más concretamente en los referentes con el emisor UV y el material que rodea a este emisor, que es preferiblemente, cuarzo. Dichos sistemas de seguridad proporcionan una mayor seguridad en lo referente a posibles desviaciones de materiales (cuarzo) a los fluidos a tratar, averías en las instalaciones por cortocircuitos eléctricos, seguridad a los operarios y sobretodo, proporcionan un sistema de aseguramiento de las condiciones preestablecidas, tanto de dosis de UV (intensidad y tiempos), temperaturas, como en la contrapresión del tratamiento, evitando que fluido "mal" tratado llegue a envasarse como correcto. Dichas medidas de seguridad podrían listarse de forma resumida en:

- 15 - Disponer de sondas de temperatura a lo largo del circuito y fundamentalmente (aunque no exclusivo) a la salida de los sistemas, que envían constantemente información de la temperatura del fluido a tratar al panel de control.

- Disponer de sensores que miden la irradiancia de la radiación no ionizante (UVC y/o UVB) en el interior de cada sistema y que envían constantemente información de la irradiancia emitida por el emisor al panel de control.

- 20 - Disponer de una fina pista eléctrica en el cuarzo del emisor y/o funda de cuarzo protectora. Cualquier rotura del cuarzo provocaría una rotura de esta pista conductora y por lo tanto una interrupción del paso de corriente eléctrica, dando señal al panel de control y éste tomando las acciones programadas. Dicho hilo conductor, preferentemente, aunque no excluyente, puede ser de oro.

- Disponer de una funda polimérica transparente al UV sobre el cuarzo que, en caso de rotura, contenga las esquirlas y evite su unión al fluido a tratar.

- 25 - Disponer de juntas que dan hermeticidad y sellan las uniones entre el emisor UV y la funda de cuarzo. Dichas juntas elaboradas con un diseño y de materiales (por ejemplo de polímeros fluorados, aunque no limitado) que soportan las condiciones más extremas de limpieza y desinfección tipo CIP (Clean in Place) y esterilización SIP (Steam in Place) utilizados habitualmente en las industrias alimentarias.

- 30 - Disponer de un sistema de contrapresión (preferentemente una válvula de contrapresión, aunque no excluyente) y ejercer una presión constante al avance del fluido a tratar y así ayuda a generar perfiles de flujo turbulento.

- Disponer de un "Panel de Control" que acciona una válvula de desvío del fluido a tratar colocada antes del sistema de envasado higiénico o aséptico (tanque y envasadora), dicho accionamiento de la válvula de desvío puede ser debido al fallo de cualquiera de las condiciones preestablecidas inicialmente como podrían ser (preferiblemente, aunque no limitadas) la temperatura, intensidad luz UVC o UVB, tiempo del tratamiento (ajustes de caudal por las bombas de impulsión de producto), roturas de la lámpara o funda de cuarzo, pérdidas de la presión del producto,...etc., con ello se evitaría que se pudiera envasar producto que no ha sido tratado correctamente (preferiblemente, aunque no excluyente, que no llegue al tanque reservorio o aséptico para un posterior envasado higiénico o aséptico), con lo cual, dicho producto podría ser desviado, por medio de la válvula de desvío al tanque inicial para una recirculación o a cualquier otro tanque para desecho u otras aplicaciones de ese producto.

- 40 La invención también proporciona un método para la esterilización de un fluido, que se realiza en un sistema que comprende un emisor UV (1) rodeado por un elemento elongado (2) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula un fluido refrigerante del emisor UV, estando el elemento elongado (2) rodeado por un elemento elongado (3) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula el fluido a esterilizar, estando el elemento elongado (3) rodeado por un elemento elongado (4) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula un fluido refrigerante o calefactor del fluido a esterilizar, que comprende someter el fluido a esterilizar a radiación UV a una temperatura en el rango entre -20°C y 160°C.

Otra realización es el método de la invención, donde la temperatura está en el rango entre 2 y 80°C.

Breve descripción de las figuras

Figura 1. Muestra una vista lateral y exterior del sistema de la invención. En dicha figura se puede observar la disposición de los puntos de entrada y salida de los diferentes circuitos de fluidos: entrada (5) y salida (6) de fluido a esterilizar, entrada (7) y salida (8) de fluido refrigerante o calefactor, entrada (9) y salida (10) de aire.

5 **Figura 2.** Muestra un corte longitudinal del sistema de la invención, donde se puede observar la disposición de las diferentes cámaras por donde circulan los diferentes fluidos, así como la disposición del emisor UV.

Figura 3. Muestra una ampliación de la sección longitudinal donde se puede observar con mayor detalle la disposición de las cámaras por donde circulan los diferentes fluidos: aire (2), fluido a esterilizar (3), líquido refrigerante o calefactor (4), emisor UV (1). También se puede observar la disposición de las juntas o cierres (11, 12, 13) que dan hermeticidad entre el emisor, la funda de cuarzo y la cámara por donde circula el producto.

10 Modos de realización preferente

Ejemplo 1. Efecto de tratamientos de luz UVC en la letalidad de diferentes microorganismos.

15 A modo de ejemplo para demostrar la eficacia de la presente invención, se han estudiado diversos microorganismos con diferentes sensibilidades a los tratamientos UVC en una solución acuosa de bajo coeficiente de absorbancia ($0,43 \text{ cm}^{-1}$) y en clara de huevo líquida con un coeficiente de absorbancia alto (107 cm^{-1}), a diferentes temperaturas 20 y 50 °C en los tratamientos con soluciones acuosas inoculadas y a 20 y 55 °C en los tratamientos con clara de huevo líquida inoculada. Las concentraciones de microorganismos en las muestras control fueron del orden de 10^6 - 10^7 ufc/ml. Para calcular la Dosis recibida (Ecuación 1), se ha tenido que calcular la Irradiancia transmitida (I) mediante la Ley de Lambert-Beer (Ecuación 2) teniendo en cuenta el espesor del fluido o longitud de paso (para solución acuosa y clara de huevo líquido), que fue de 1 mm ($d = 0,1 \text{ cm}$), los coeficientes de absorbancia para $\lambda=254 \text{ nm}$ (arriba descritos) y la Irradiancia incidente ($I_0 = 31 \text{ mW/cm}^2$). Los resultados microbiológicos de las Tablas 1-3 están expresados en letalidad (Ecuación 3).

20
$$\text{Dosis} = \text{Irradiancia} \cdot \text{Tiempo} \quad (\text{Ecuación 1})$$

En la Ecuación 1, *Dosis* se expresa en $\text{mW}\cdot\text{S}/\text{cm}^2$, *Irradiancia* se expresa en mW/cm^2 y *Tiempo* se expresa en segundos.

25
$$I = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon d} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En la Ecuación 2, *I* es Irradiancia transmitida, I_0 es Irradiancia incidente, ε es Coeficiente de absorbancia y *d* es distancia de paso.

$$\text{Letalidad} = \text{Log}_{10}(N_0/N) \quad (\text{Ecuación 3})$$

30 En la Ecuación 3, N_0 es el número inicial de ufc/ cm^2 antes del tratamiento y *N* es el número de ufc/ cm^2 después del tratamiento.

Tabla 1. Efecto de tratamientos de luz UVC con una irradiancia de $31 \text{ mW}/\text{cm}^2$ a 20°C durante diferentes tiempos de exposición en la letalidad de diferentes microorganismos en una solución acuosa (Coeficiente de absorbancia: $0,43 \text{ cm}^{-1}$). Datos de tres experimentos independientes con dos cuantificaciones de los resultados de cada experimento ($n=6$). Se muestra la media \pm la desviación estándar. La letalidad se expresa en ufc/ cm^2 .

	Tiempo de exposición (segundos)					
	3 s	6 s	12 s	18 s	24 s	30 s
<i>A. niger</i> (esporas)	$0,47 \pm 0,27$	$1,12 \pm 0,15$	$2,04 \pm 0,05$	$3,58 \pm 0,04$	$4,15 \pm 0,17$	$\geq 5,1$
<i>B. subtilis</i> (esporas)	$1,53 \pm 0,55$	$2,9 \pm 0,31$	$4,88 \pm 0,31$	$5,91 \pm 0,23$	$\geq 6,5$	---
<i>S. aureus</i>	$3,43 \pm 0,13$	$5,43 \pm 0,64$	$\geq 6,7$	---	---	---
	Tiempo de exposición (segundos)					

ES 2 633 114 T3

	3 s	6 s	12 s	18 s	24 s	30 s
<i>E. coli</i>	4,83 ± 0,24	5,79 ± 0,96	≥ 6,9	---	---	---
<i>L. innocua</i>	3,28 ± 0,28	4,93 ± 0,65	≥ 6,8	---	---	---
<i>M. luteus</i>	2,53 ± 0,21	5,32 ± 0,71	≥ 6,5	---	---	---
<i>P. fluorescens</i>	2,71 ± 0,25	4,75 ± 0,53	≥ 7,1	---	---	---

5 Tabla 2. Efecto de tratamientos de luz UVC con una irradiancia de 31 mW/cm² a 50°C durante diferentes tiempos de exposición en la letalidad de diferentes microorganismos en una solución acuosa (Coeficiente de absorbancia: 0,43 cm⁻¹). Datos de tres experimentos independientes con dos cuantificaciones de los resultados de cada experimento (n=6). Se muestra la media ± la desviación estándar. La letalidad se expresa en ufc/cm².

	Tiempo de exposición (segundos)					
	3 s	6 s	12 s	18 s	24 s	30 s
<i>A. niger</i> (esporas)	0,43 ± 0,31	1,25 ± 0,13	2,28 ± 0,08	3,82 ± 0,21	4,86 ± 0,08	≥ 5,1
<i>B. subtilis</i> (esporas)	1,31 ± 0,44	2,94 ± 0,38	4,82 ± 0,44	6,01 ± 0,33	≥ 6,5	---
<i>S. aureus</i>	3,17 ± 0,15	6,33 ± 0,45	≥ 6,7	---	---	---
<i>E. coli</i>	4,16 ± 0,22	6,9	---	---	---	---
<i>L. innocua</i>	3,07 ± 0,21	5,94 ± 0,75	≥ 6,8	---	---	---
<i>M. luteus</i>	2,88 ± 0,36	5,14 ± 0,89	≥ 6,5	---	---	---
<i>P. fluorescens</i>	3,58 ± 0,34	6,34 ± 0,44	≥ 7,1	---	---	---

10 Tabla 3. Efecto de tratamientos de luz UVC con una irradiancia de 31 mW/cm² durante diferentes tiempos de exposición en la letalidad de diferentes microorganismos en clara de huevo líquido (Coeficiente de absorbancia: 107 cm⁻¹). Datos de tres experimentos independientes con dos cuantificaciones de los resultados de cada experimento (n=6). Se muestra la media ± la desviación estándar. La letalidad se expresa en ufc/cm².

	Tiempo de exposición (segundos)					
	3 s	6 s	12 s	18 s	24 s	30 s
20°C						
<i>B. subtilis</i> (esporas)	0,21 ± 0,18	0,51 ± 0,21	1,12 ± 0,28	1,74 ± 0,12	2,4 ± 0,42	3,1 ± 0,54
<i>M. luteus</i>	0,5 ± 0,21	1,04 ± 0,33	1,96 ± 0,24	3,15 ± 0,23	4,01 ± 0,33	5,3 ± 0,64
<i>E. coli</i>	1,01 ± 0,61	1,62 ± 0,15	3,21 ± 0,33	5,02 ± 0,31	6,3 ± 0,25	≥ 6,4
	Tiempo de exposición (segundos)					

	3 s	6 s	12 s	18 s	24 s	30 s
55°C						
<i>B. subtilis</i> (esporas)	0,19 ± 0,26	0,6 ± 0,63	0,98 ± 0,15	1,8 ± 0,41	2,51 ± 0,5	2,95 ± 0,58
<i>M. luteus</i>	0,66 ± 0,07	1,14 ± 0,21	2,14 ± 0,2	3,71 ± 0,05	4,68 ± 0,18	6,1 ± 0,15
<i>E. coli</i>	1,2 ± 0,23	1,88 ± 0,24	3,55 ± 0,54	5,88 ± 0,33	≥ 6,4	---

A partir de los datos expresados en las tablas anteriores (Tabla 1-3) se ha observado que a tiempos de exposición más prolongados, la letalidad incrementa de forma lineal y proporcional, al menos en los rangos de tiempos ensayados.

5 Cuando se aplicó una Irradiancia de 31 mW/cm², a 20°C en soluciones acuosas con un coeficiente de absorbancia bajo (0,43 cm⁻¹) y tiempos entre 3 y 6 segundos en bacterias vegetativas se alcanzaron letalidades (reducciones) de entre 2,5-5,8 unidades logarítmicas (Log), mientras que en los microorganismos más ultravioleta resistentes (esporas de *B. subtilis* y esporas de *A. niger*) se alcanzaron reducciones de 0,5-3 Log.

10 Cuando se aplicó una Irradiancia de 31 mW/cm², a 20°C en fluidos de alto coeficiente de absorbancia (107 cm⁻¹), como la clara de huevo líquida, y tiempos entre 6 y 18 segundos, las reducciones fueron de 1,6-5, 1-3 y 0,5-1,7 Log para las bacterias vegetativas (*E. coli* y *M. luteus*) y esporas de *B. subtilis*, respectivamente.

Cuando se aplicó una Irradiancia de 31 mW/cm², a 50°C en soluciones acuosas con un coeficiente de absorbancia bajo (0,43 cm⁻¹) y tiempos entre 3 y 6 segundos en bacterias vegetativas se alcanzaron letalidades (reducciones) de entre 3 y ≥6,9 Log, mientras que en los microorganismos esporulados (esporas de *B. subtilis* y esporas de *A. niger*) se alcanzaron reducciones de 0,4-3 Log, prácticamente igual que cuando se aplicó temperatura ambiente (20°C).

15 Sin embargo, cuando se aplicó una Irradiancia de 31 mW/cm², a 55°C en fluidos de alto coeficiente de absorbancia (107 cm⁻¹), como la clara de huevo líquida, y tiempos entre 6 y 18 segundos, las reducciones fueron de 2-6, 1-3,7 y 0,6-1,8 Log para las bacterias vegetativas (*E. coli* y *M. luteus*) y esporas de *B. subtilis*, respectivamente.

20 Por otro lado, las muestras de clara de huevo líquido (LEW) tratadas con o sin UVC y/o temperatura, en ningún caso se llegaron a coagular y conservaron las principales características de funcionalidad (color, olor, viscosidad, capacidad espumante, etc.).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema para la esterilización de un fluido, comprendiendo un emisor UV (1) rodeado por un elemento elongado (2), dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV, por el que circula un fluido refrigerante del emisor UV, estando el elemento elongado (2) rodeado por un elemento elongado (3), dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV, por el que circula el fluido a esterilizar, caracterizado por que el elemento elongado (3) está rodeado por un elemento elongado (4), dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV, por el que circula un fluido refrigerante o calefactor del fluido a esterilizar.
2. El sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el elemento elongado (3) por el que circula el fluido a esterilizar tiene paredes rugosas o caminos en espiral.
- 10 3. El sistema según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que el fluido a esterilizar está seleccionado del grupo compuesto por un alimento, un cosmético, un fármaco, una composición farmacéutica, un fluido hospitalario, un aroma, un perfume y un compuesto químico.
4. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el emisor UV emite a una longitud de onda entre 200 y 312 nm.
- 15 5. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la distancia entre la pared exterior del elemento elongado (2) y la pared interior del elemento elongado (3) está entre 0,5 y 5 mm.
6. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que se pueden acoplar dos o más sistemas en serie o en paralelo.
- 20 7. El sistema según la reivindicación 6, caracterizado por que uno de los sistemas tiene un emisor UV que emite a una longitud de onda entre 290 y 320 nm.
8. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que comprende dispositivos de medición y control de la irradiancia de emisión del emisor UV.
9. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que comprende dispositivos de medición y control de las temperaturas.
- 25 10. Un método para la esterilización de un fluido, siendo realizado el método en un sistema que comprende un emisor UV (1) rodeado por un elemento elongado (2) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula un fluido refrigerante del emisor UV, estando el elemento elongado (2) rodeado por un elemento elongado (3) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula el fluido a esterilizar, caracterizado por que el elemento elongado (3) está rodeado por un elemento elongado (4) dispuesto concéntricamente respecto al emisor UV por el que circula un fluido refrigerante o calefactor del fluido a esterilizar, y por que comprende someter el fluido a esterilizar a radiación UV a una temperatura en el rango entre -20°C y 160°C.
- 30 11. El método según la reivindicación 10, caracterizado por que la temperatura está en el rango entre 2 y 80°C.

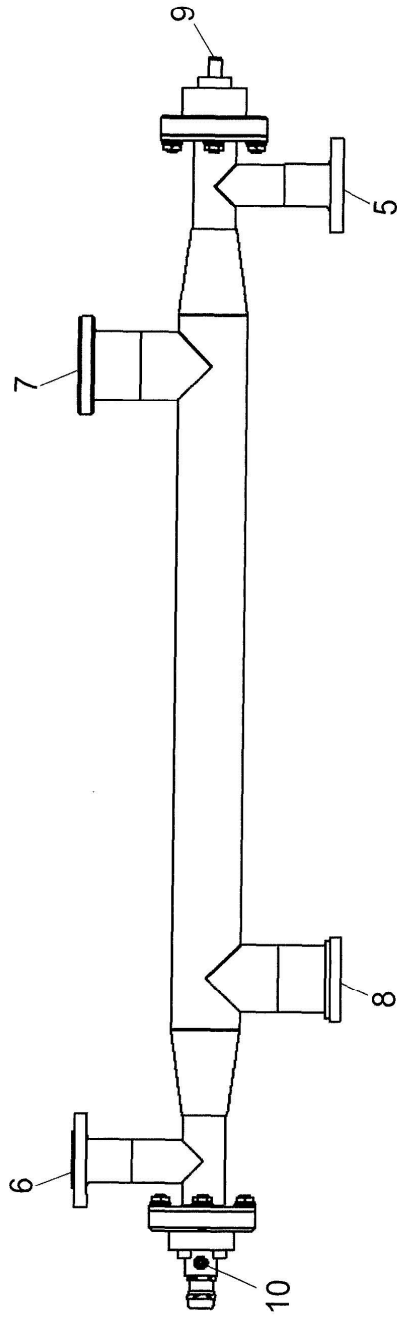


Fig.1

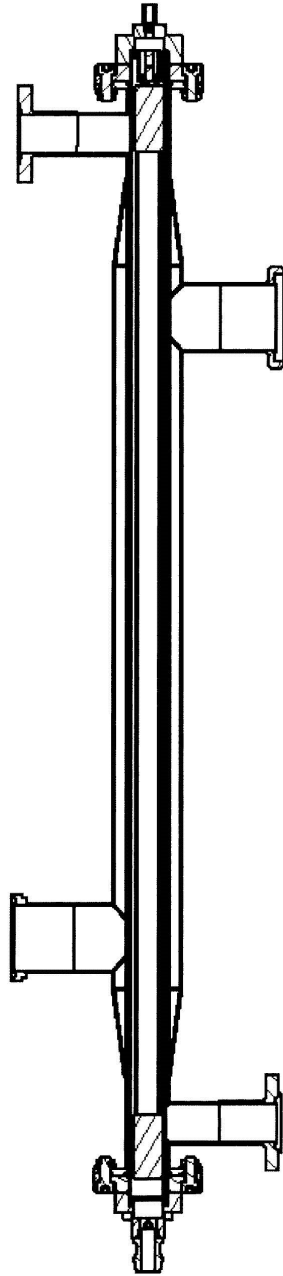


Fig. 2

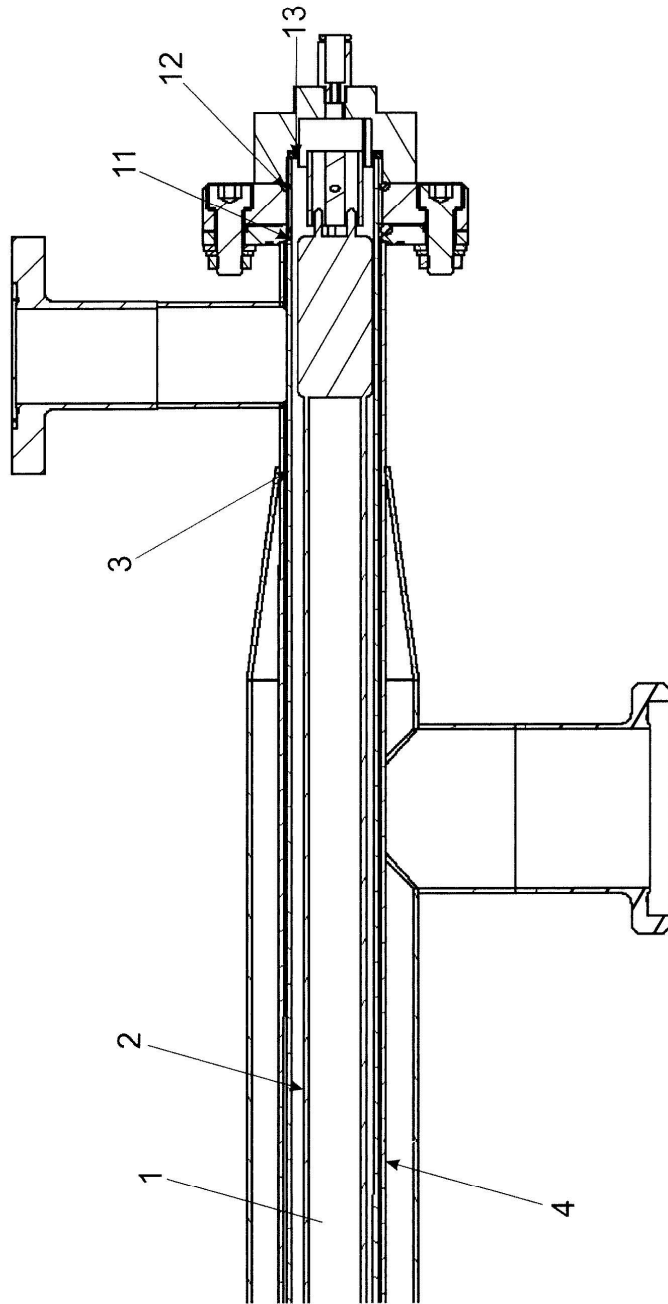


Fig. 3