

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 204**

51 Int. Cl.:

A61L 2/10 (2006.01)

A61L 9/20 (2006.01)

B08B 17/00 (2006.01)

G01N 21/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2006 E 06849362 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 1866627**

54 Título: **Procedimiento y aparato para esterilizar y desinfectar aire y superficies, y proteger una zona frente a la contaminación microbiana externa**

30 Prioridad:

31.01.2005 US 593626 P

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

09.01.2014

73 Titular/es:

**NEISTER, S. EDWARD (100.0%)
152 BRACKETT ROAD
NEW DURHAM, NH 03855, US**

72 Inventor/es:

NEISTER, S. EDWARD

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 437 204 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para esterilizar y desinfectar aire y superficies, y proteger una zona frente a la contaminación microbiana externa

Antecedentes

5 1. Ámbito de la invención

Esta invención enseña un nuevo método para desinfectar y esterilizar aire, todo tipo de superficies y alimentos, por eliminación de microorganismos y sustancias químicas tóxicas. Más en particular, se refiere a un procedimiento y un aparato para proteger, frente a las fuentes externas de contaminación microbiana, las superficies en entornos (zonas) cerrados o atrapados con un procedimiento eficaz y rentable. Estas zonas pueden ser volúmenes grandes, tales como rascacielos, cruceros y aviones, o volúmenes pequeños tales como habitaciones pequeñas o áreas quirúrgicas, tanto en un quirófano hospitalario como en el campo de batalla.

2. Descripción de la técnica relacionada

Toda la técnica anterior para esterilizar y desinfectar el aire se ha basado en el uso de las lámparas ultravioletas (UV) disponibles en el mercado, véase, p. ej., la patente internacional WO 02/078754, o en el uso de campos magnéticos. Estas lámparas son pulsantes o continuas. Las lámparas continuas son de mercurio y emiten principalmente a 254 nm. Una serie de compañías están produciendo en la actualidad aparatos de luz UV para la destrucción de virus, bacterias y patógenos (microorganismos o partículas muy pequeñas [VSP, por su nombre en inglés]) que se encuentran en el aire de la habitación. es un tratamiento eficaz porque expone continuamente las corrientes de aire de la habitación al tratamiento luminoso y al final acaba proporcionando un tiempo de exposición suficiente a las VSP. Los tiempos de exposición requeridos oscilan de decenas a centenas de segundos, según la capacidad de absorción de la luz de los diferentes virus y bacterias a 254 nm. Aunque es eficaz para tratar el aire de la habitación en habitaciones independientes, no es práctico para tratar grandes volúmenes de flujo de aire que pasan rápidamente por conductos grandes. Al necesitar mucho tiempo de tratamiento, no resulta práctico para tratar la mayoría de las superficies.

Los aparatos basados en campos magnéticos también necesitan su tiempo para desactivar o destruir estas VSP. Dos de tales invenciones se centran en aplicaciones específicas. Wesley, patente de los EE.UU. n.º 4.458.153 se refiere específicamente a las sustancias de tipo líquido encerradas en tuberías, pero no describe ningún resultado de las pruebas. Sangster, patente de los EE.UU. n.º 5.750.072 requiere una inyección de un líquido esterilizante en forma de una niebla o vapor para que el campo magnético produzca radicales que, a su vez, se utilizan para destruir las VSP. No se describe ningún resultado de las pruebas. Hofmann, patente de los EE.UU. n.º 4.524.079 se centra específicamente en el tratamiento de comestibles. Habla de que se necesitan hasta 100 impulsos en frecuencias que oscilan de 5 a 500 kHz. Ninguna de estas patentes se admite que sean técnica anterior por su mención en este apartado de antecedentes. Aunque el tiempo de acción sería breve, la energía necesaria para tratar grandes áreas y el diseño del aparato limitan su aplicación práctica.

El amplio espectro ultravioleta se ha dividido en tres regiones según los distintos efectos sobre los sistemas biológicos. La referencia a estas regiones se hace de forma predominante en la terminología médica, en donde UV-A se define por un intervalo o banda entre 320 nm y 400 nm, UV-B se define por una banda entre 280 nm y 320 nm, y UV-C se define por abarcar las longitudes de onda de menos de 280 nm. Los fotoquímicos y los fotobiólogos no suelen utilizar esta terminología, ya que los espectros de absorción de los enlaces químicos son mucho más estrechos que esas bandas cuya definición es muy general. En cambio, utilizan la longitud de onda de la radiación aplicada para definir los efectos observados.

Se ha reivindicado que la radiación UV-C se utiliza para destruir el ADN. Esto es porque la emisión de la lámpara de mercurio a 254 nm está cerca de una buena banda de absorción del ADN. Ninguna de estas reivindicaciones hace referencia a ninguna longitud de onda más corta ni a la principal banda de absorción de las proteínas del ADN que tiene su máximo a 200 nm (véase la figura 9). De hecho, en la bibliografía se desaconseja a los investigadores el uso de una longitud de onda más corta debido a la elevada absorción del agua molecular. Las lámparas de mercurio se utilizan para el tratamiento del agua residual y funcionan bien para esta aplicación. Sin embargo, esta especificación nos enseña que, ya que nosotros no vivimos debajo del agua, la banda de absorción de proteínas ofrece un espectro de acción mucho más significativo que puede utilizarse para destruir con más eficacia el ADN de los microorganismos. Este concepto supone un avance significativo y un cambio de etapa en la tecnología utilizada para la esterilización y la desinfección.

Durante los últimos años han empezado a comercializarse nuevas lámparas emisoras de UV basadas en la excitación de excímeros. Estos emisores producen una emisión espectral estrecha o de línea única a una longitud de onda determinada por la composición del gas de la lámpara. Si la longitud de onda de la lámpara del tratamiento se elige para que coincida lo más posible con el máximo de la absorción de las proteínas del ADN del microorganismo, entonces se puede administrar una dosis letal a las VSP en menos tiempo. No se ha encontrado ninguna patente que describa el uso de nuevas fuentes de ultravioleta (NUV) acopladas a un equipo de soporte que puede desinfectar y esterilizar con eficacia y eficiencia grandes volúmenes de aire, superficies grandes y pequeñas,

y comestibles en distintas etapas de elaboración.

En esta especificación, esterilización o esterilizar se refiere a la esterilización o a la desinfección de alto nivel que define la FDA de los EE.UU. La terminología desinfectante y desinfección se refiere a todos los otros niveles de desinfección.

5 Antecedentes de NUV

El diseño genético de todos los organismos vivos está contenido en su molécula de ADN. La replicación se produce mediante la separación de la molécula de ADN, que se duplica a sí misma a través de una transformación de su estructura. A las distintas partes de la molécula de ADN se les ha dado nombres tales como bases de pirimidina, citosina, timina o uracilo que forman un grupo de sustancias bioquímicas que mantienen la vida. La larga molécula de ADN se mantiene cohesionada consigo misma mediante enlaces simples como los encontrados en los azúcares.

Los investigadores creen que la energía del fotón UV ocasiona que se forme un enlace fuerte (covalente) entre sustancias bioquímicas específicas. No obstante, la fuerza de enlace del enlace covalente es muy dependiente de la posición relativa de los átomos que participan. Cuando el enlace es simétrico a ambos lados de un átomo de un hidrógeno del enlace, se denomina un dímero. Un dímero es un enlace muy fuerte y que por lo general no se rompe durante la vaporización del líquido. Se sabe que la luz UV produce dímeros de timinas, de citosina y timina y de citosinas. Tras la formación del dímero, se detiene la replicación posterior del ADN. La figura 8 muestra el concepto de la formación de dímeros en una molécula de ADN.

La molécula de ADN absorbe luz desde aproximadamente 180 nm a aproximadamente 300 nm. La longitud de onda más eficaz en el agua es de aproximadamente 254 nm porque la absorción del agua se incrementa sin parar a medida que la longitud de onda disminuye por debajo de 240 nm. La absorción del ADN también se incrementa a una longitud de onda más corta. La figura 9 ilustra gráficamente esta relación (Von Sonntag; «Disinfection by free radicals and UV-radiation». *Water Supply* 4, 11-18 (1986)).

La fuente comercial de luz para la irradiación UV cerca del máximo de absorción de 260 nm del ADN se ha fabricado con mercurio como fuente desde la que se generan los fotones. El mercurio gaseoso y su presión en la lámpara determinan la longitud de onda de la luz que se emite. Para las lámparas a baja presión y de alto rendimiento a presión baja (LPHO, por su nombre en inglés), la longitud de onda emitida es de 254 nm. Para las lámparas de presión media, la emisión oscila desde 200 nm a más de 300 nm. Sin embargo, la potencia de la luz emitida no es eficaz por debajo de 245 nm para las lámparas de emisión continua ni por debajo de 235 nm para las lámparas de presión media. El gas xenón en las lámparas pulsantes produce una emisión parecida a la de las lámparas de mercurio de presión media.

Los espectros de acción del ADN muestran que la absorción se incrementa a medida que disminuye la longitud de onda, con un máximo relativo a 260 nm y el mayor máximo a 200 nm. Muchos artículos indican que el principal espectro de acción de la absorción del ADN se encuentra en el intervalo de 245 a 280 nm y no consideran el máximo de 200 nm. Ya que la absorción del agua se incrementa significativamente por debajo de 235 nm, es evidente que las curvas de eficacia del ADN que omiten el máximo de 200 nm se aplican sólo a los organismos en el agua.

El bacteriófago MS-2 es un virus marcador que se utiliza para medir la viabilidad de la reproducción tras la irradiación con luz UV. La figura 10 es la absorción del ADN sin la influencia del agua (Gates, F. L. «A study of the bactericidal action of ultra violet light III». *Jour. General Physiology* 14, 31-42 (1930)). La absorción es más del doble a 222 nm.

Un artículo técnico reciente (Peak et al., «UV action spectra for DNA dimer induction». *Photochemistry and Photobiology*, 40, 5 (613-620), 1984) sugiere que la formación dímeros no es el único requisito para inactivar el ADN. La absorción de otros grupos moleculares en la larga cadena de ADN se incrementa a medida que la longitud de onda disminuye desde 254 nm. El daño o la destrucción de estos enlaces puede ser más eficaz a la hora de desactivar el ADN en comparación con la banda de 254 nm. Nadie ha realizado un estudio detallado de la eficacia de la inactivación para los diferentes emisores de UV de línea espectral única que son producidos por las lámparas de excímeros con nueva fuente de UV (NUV). Los informes muestran que el daño ocasionado por la luz de 254 nm se puede revertir con luz UV de longitud de onda más larga y con luz azul (figura 12). Los fotones a 222 nm con su energía más alta no se espera que ocasionen este fenómeno de «fotorreactivación». Sin embargo, esta teoría necesita confirmación.

Se considera que la fuente más eficaz es una lámpara de excímeros que emite a 222 nm porque las cadenas de ADN y las sustancias bioquímicas absorben más a esta longitud de onda. Todas las proteínas presentan la subida espectacular de la absorción por debajo de 250 nm. Está bastante claro que los enlaces peptídicos son responsables de la subida espectacular de la absorción mostrada por todas las proteínas. Esto también ocurre con las nucleoproteínas, los aminoácidos aromáticos, la diglicina, la triglicina y la albúmina bovina (McLaren et al., «Photochemistry of Proteins and Nucleic Acids», Pergamon Press, Macmillian Company, 1964). Un químico orgánico sugiere que esta longitud de onda más baja es más eficaz para romper los enlaces y para producir dímeros entre las bases de purina y los fosfatos del azúcar, en vez de con las pirimidinas. El vapor de agua y el oxígeno del

aire no absorben con fuerza los 222 nm. Una longitud de onda más corta se volvería ciertamente más ineficaz debido a la absorción del vapor de agua y del oxígeno cuando la irradiación recorra largas distancias por el aire. La radiación con longitudes de onda más cortas incrementaría significativamente la producción de ozono, que es perjudicial para los humanos y para los animales.

5 Pruebas

Mediante una lámpara que emite a 222 nm, se realizó una prueba comparativa con y sin agua para determinar el efecto de esta radiación en los microorganismos. El microorganismo utilizado en todas las pruebas fue el virus MS-2, que se ha convertido en un indicador estándar de la eficacia de mutación. El informe de la EPA (811-R-96-002) describe una reducción logarítmica media de 4,3 del virus MS-2 cuando se usa una luz de mercurio a 254 nm y a una irradiancia por encima de 128 mJ/cm².

Se comprobaron tres longitudes de onda: 222, 253, 259 nm. La lámpara de 222 nm se comprobó a tres niveles de irradiancia con el virus en una capa delgada de agua para reducir el efecto de absorción del agua. También se hizo una prueba independiente del virus en más agua. Las lámparas de 253 y 259 nm se comprobaron a los mismos niveles de irradiancia que con el virus en agua. Se pusieron controles en todas las pruebas y se realizó una única placa problema para comprobar el error experimental.

La lámpara de 222 nm (figura 11) produjo reducciones de 5 logaritmos a 40 mJ/cm² y reducciones de 6,5 logaritmos a 60 mJ/cm². La prueba en agua produjo una reducción de 3,2 logaritmos, que coincidía con la irradiancia calculada equivalente en aire. Las lámparas de 253 y 259 nm produjeron reducciones de aproximadamente 4 logaritmos a 60 mJ/cm². Una reducción de 3 millones en la población es aproximadamente de 10 a 100 veces más eficaz que los resultados de 254 nm con mercurio descritos con la misma irradiancia.

Análisis

Los resultados de la prueba indican que la luz de 222 nm es muy eficaz a la hora de ocasionar mutaciones en los microorganismos. Estas pruebas indican una mejora de entre 10 y 1000 veces, según la intensidad de la lámpara. Es importante observar la mejora con la fuente de 259 nm en comparación con la fuente de 254 nm. Esto produjo un incremento de 10 veces en la muestra problema. De esta forma se ilustra la importancia de utilizar un emisor de fotones UV que está cerca del máximo de absorción del ADN o de las sustancias químicas deseadas, tales como proteínas, ácidos nucleicos o aminoácidos.

Es importante observar que las sustancias bioquímicas del ADN tendrán diferentes espectros de absorción y que la absorción máxima se verá cambiada por el agua, el pH, la temperatura, la luz previamente absorbida y los contaminantes del aire que la rodean. La presencia del ozono puede reducir significativamente la resistencia al daño y acortar el tiempo de acción que provocará la destrucción. Para algunas aplicaciones, el ozono se produce para mejorar la eficacia de la destrucción.

Por ejemplo, la tirosina tiene un máximo relativo a 275 nm, un desplazamiento al rojo de 20 nm desde la curva normal del ADN. El virus del mosaico del tabaco tiene su máximo a 265 nm, pero su proteína X a pH 7,3 tiene su máximo a 280 nm, mientras que el máximo del ARN se produce a 260 nm. Resulta decisivo para la destrucción del microorganismo la acción selectiva sobre la sustancia bioquímica adecuada, de modo que la dosis crítica se puede administrar en menos tiempo. La dosis crítica es la dosis que destruye o desactiva el microorganismo y también impide su replicación.

La lámpara de excímeros es un diseño coaxial que puede fabricarse tan pequeño como un lápiz o llegar a tener una longitud de 1 metro. La eficacia de la lámpara para la emisión UV es aproximadamente la misma que la de mercurio a una potencia continua del 10-25%. El diseño tiene varias ventajas sobre las lámparas de mercurio. La más importante es que su gas se puede escoger para aumentar al máximo su emisión en el máximo de absorción de la sustancia bioquímica deseada. A diferencia de la lámpara de mercurio, la intensidad de los excímeros se puede variar de casi cero hasta el máximo. Producirá de 10 a 1000 veces más intensidad que el mercurio, según las dimensiones de la lámpara, y no utiliza mercurio, que pronto quedará regulado por la EPA.

La energía del fotón emitido viene determinada por su longitud de onda. La energía del fotón es aproximadamente 5 eV a 250 nm, y se incrementa a medida que se acorta la longitud de onda. Los diferentes enlaces en el ADN se verán afectados por fotones con energías diferentes.

La figura 12 ilustra la dosis a 254 nm necesaria para la desactivación de las diferentes VSP. Las barras representan cuando hubo fotorreactivación (rellenas) y cuando no hubo fotorreactivación (huecas). Obsérvese que se necesita una dosis de 75 mJ/cm² para desactivar el bacteriófago MS2 e impedir la fotorreactivación. En las pruebas mostradas en la figura 11, la mitad de la dosis a 222 nm fue tan eficaz como la dosis más alta a 254 nm. Incluso cuando la muestra estaba bajo el agua, la irradiación a 222 nm seguía siendo más eficaz que la irradiación a 254 nm.

El fotón de 222 nm tiene más energía y lo absorben los enlaces S-N, S-O, O-O, O-H y muchos enlaces de carbono que no absorben a 254 nm. Esto sugiere que la luz de 222 nm podría también impedir la reparación del ADN que se ha descrito para las fuentes UV de 254 nm de bajo nivel.

Armas con gas tóxico

Los terroristas pueden utilizar las biotoxinas y los gases neurotóxicos como arma contra grupos de personas. No se ha desarrollado nada económico que pueda mitigar un ataque y evitar la pérdida de vidas y la incapacitación en el punto del ataque. Aunque los organismos gubernamentales de los EE.UU han desarrollado detectores que podrían utilizarse en el futuro para advertir a las personas en las áreas confinadas que están siendo atacadas, nada impediría que el ataque sea eficaz.

Las biotoxinas y los gases neurotóxicos son moléculas orgánicas que contienen ADN o que tienen moléculas de carbono de cadena larga. Ambas son sensibles a la destrucción con fuentes de luz NUV. A 222 nm se destruirán los enlaces C=C y C=O, lo que ocasionará la destrucción de la sustancia química.

El modo más eficaz de administrar estos agentes es dispersarlos en una fase gaseosa a través del sistema de ventilación de aire. Se podría utilizar un detector para encender suficientes fuentes de NUV de tal modo que se destruyan los agentes antes de abandonar el sistema de ventilación en la zona confinada donde está presente la población atrapada. Hay que hacer otras pruebas más en laboratorios homologados y controlados para desarrollar los criterios para que estas fuentes sean eficaces y se conviertan en la primera línea de defensa. No obstante, es válido el concepto de utilizar la fuente de NUV así como el equipo de apoyo asociado que se utiliza para tratar las VSP, y también está contenido en el alcance de esta especificación.

Equipo de soporte contenido en el aparato

Es importante para la esterilización y desinfección del aparato que se utilice un precipitador electrostático (ESP, por su nombre en inglés) de campo E alto. La figura 13 compara el margen de eficacia con los filtros mecánicos para contaminantes de diferente tamaño. Como se ilustra en la cuarta columna, es capaz de retirar las VSP. Sin embargo, como también puede capturar niebla y bruma, tiene la capacidad de degradar el ozono O₃ en oxígeno. Su uso impide que la cantidad de ozono exceda la concentración de exposición segura para la EPA.

El aparato incluye un sistema de humidificación para proporcionar y mantener el contenido de humedad mínimo en los niveles predeterminados y controlables. Además, el aparato contiene deflectores (*baffles*) y dispositivos de restricción de zona que realzan la protección de la zona y disminuyen al mínimo la presión positiva que se necesita para mantener la zona protegida.

Compendio de la invención

Para este método es crítico el desarrollo de una nueva fuente de ultravioleta (NUV) que emite fotones de línea espectral única a 222 nm que se corresponden con la banda de absorción máxima para el ADN. Esta emisión espectral es 10⁴ veces más eficaz que los fotones estándares a 254 nm a la hora de destruir el ADN. El tiempo necesario para la destrucción se reduce de decenas y centenas de segundos a tiempos de menos de 0,1 segundos. La energía de los fotones de la fuente de NUV es lo suficientemente alta para romper los enlaces de carbono de las sustancias químicas tóxicas con tiempos de acción similares. Para obtener tiempos de acción (destrucción) cortos es imprescindible una determinación de la longitud de onda específica que se necesita para destruir el organismo o sustancia química deseada. La fuente de NUV se elige para que suministre la emisión de línea espectral única que coincide con la absorción máxima del organismo o sustancia química deseada.

Esto contribuye a que el método sea rentable para esterilizar y desinfectar el aire, superficies y alimentos durante la actividad diaria normal, y que no sea necesario limitar la ocupación y el uso de las áreas a tratar, como ocurría antes. Además, el aparato es capaz de desinfectar, de manera eficaz y efectiva, suelos, pasamanos, objetos que están en contacto constante con las poblaciones en tránsito, con el propósito de evitar la transmisión de enfermedades y de sustancias tóxicas que pueden ocasionar una lesión o enfermedad a estas poblaciones. La radiación de NUV se puede aplicar a cualquier objeto o superficie que necesita desinfección y/o esterilización. Las pruebas determinarán los límites de la exposición correctos para evitar todo efecto perjudicial que se pudiera producir cuando se utiliza para desinfectar piel humana, manos, superficies animales tal como piel, pelaje y cabello, y plásticos y materiales críticos utilizados en los dispositivos médicos.

Ya que la fuente de NUV es una fuente de luz, se puede dirigir para exponer diferentes niveles de materiales gruesos mediante fibras conductoras de luz para distribuir la intensidad de la luz. Un ejemplo tendría la fuente de NUV desinfectando un suelo dirigiéndola al suelo, mientras que parte de la luz se envía al fondo de un cepillo de raíces para suelo o para alfombra mediante fibras de luz incrustadas en el cepillo. De igual forma se podrían desinfectar mediante la fuente externa los productos que tienen cavidades o áreas que no están en exposición directa.

La fuente de NUV se puede utilizar para desinfectar directamente superficies de habitaciones, o partículas y microbios en el aire de la habitación mediante la exposición directa de todos los objetos durante el tiempo de exposición necesario. Se pueden combinar varias fuentes para garantizar la exposición a todas las superficies y para reducir el tiempo total de exposición. Las habitaciones contaminadas por agentes bioterroristas se podrían tratar orientando la fuente o fuentes de NUV en muchas direcciones y moviéndolas por la habitación durante el tratamiento.

- El aire respirable normal contiene muchos contaminantes, entre ellos gotículas de humedad, polvo, pelusa, bacterias, virus, quistes, esporas y posibles gases tóxicos. La fuente de NUV puede utilizarse por sí misma para desinfectar el aire. La esterilización a veces requiere la retirada de todas las partículas del menor tamaño posible. La fuente de NUV puede producir subproductos que se deberán retirar para algunas aplicaciones del tratamiento. Estos subproductos incluyen aire oxidado (ozono), subproductos químicos condensables y microorganismos dañados. Para el aparato resulta crítica la retirada de estos contaminantes y subproductos. En algunas aplicaciones especiales, se añade ozono para aumentar la eficacia del tratamiento. En consecuencia, el aparato incluye precipitadores de campo E alto, generadores de ozono y luz destructora del ozono, y el aparato para hacer uso eficaz de la combinación de estas tecnologías.
- 5
- 10 A continuación, el aire esterilizado se utiliza para evitar la contaminación microbiana de una zona protegida al impedir la llegada de aire sin tratar desde fuera de esta zona. El aparato incluye un equipo de presurización y deflectores de zona que proporcionan un flujo de salida suficiente desde la zona protegida, de modo que no se pueda producir ninguna contaminación. Las zonas protegidas pueden ser tan pequeñas como una herida en una mesa de operaciones en el campo de batalla, hasta un crucero, avión o rascacielos con miles de habitantes.
- 15 Una fuente importante de infección y de actividad terrorista se dirige a los alimentos y a la manipulación de materiales. Se han utilizado emisores de fotones para limpiar con eficacia los comestibles y las superficies durante muchos años. Sin embargo, esta invención utiliza la fuente de NUV que lo hace rentable a la hora de tratar superficies de alimentos y materiales, ya que el tiempo de acción es casi inmediato. El aparato de esta invención es capaz de irradiar comestibles en cintas transportadoras, carritos estáticos y en las cadenas de manipulación durante el traslado desde el almacenamiento hasta los procedimientos de preparación de la comida. También puede utilizarse para esterilizar o desinfectar partes médicas o críticas en una cadena de ensamblaje antes del envasado.
- 20

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es un vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de la presente invención que define la localización de componentes importantes de la fuente de NUV en ésta.
- 25 La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de la presente invención que define la localización de componentes importantes para desinfectar o esterilizar volúmenes grandes de aire en ésta.
- La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de la presente invención que define la localización de componentes importantes para desinfectar superficies de suelo y otras superficies tales como sillas, pasamanos, barras de los mostradores, bandejas, superficie de mesas, y similares, en ésta.
- 30 La figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de la presente invención que define la localización de componentes importantes para desinfectar alimentos antes de su manipulación en la cocina o por los cocineros antes de servirlos en ésta.
- La figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de la presente invención que define la localización de componentes importantes para esterilizar aire, que se utiliza para cubrir y proteger la zona que rodea una operación o procedimiento quirúrgicos independientemente de la localización de la operación, en ésta.
- 35 La figura 6 es una vista esquemática en perspectiva de una realización preferida de la presente invención que ilustra el aparato de esterilización del aire de la zona junto con la zona de operaciones remota que se protege en ésta.
- La figura 7 es una vista de un DFC de una realización preferida de la presente invención que define el patrón del flujo de aire emitido desde el aparato de esterilización que se utiliza para cubrir y proteger la zona que rodea una operación o procedimiento quirúrgicos independientemente de la localización de la operación en ésta.
- 40 La figura 8 es un gráfico que muestra la formación de dímeros en una molécula de ADN.
- La figura 9 es un gráfico que representa la absorción UV del ADN según la longitud de onda.
- La figura 10 es un gráfico que representa la absorción del ADN sin la influencia del agua.
- La figura 11 representa la eficacia para la reducción del bacteriófago MS-2 a diferentes longitudes de onda de radiación UV.
- 45 La figura 12 representa la dosis UV necesaria para conseguir una desactivación de 4 logaritmos de determinados microbios.
- La figura 13 es un gráfico que compara el margen de eficacia de diferentes filtros a la hora de retirar las partículas transportadas por el aire.

50 Descripción de las realizaciones preferidas

Los dibujos ilustran la invención en sus diferentes formas y el aparato que se necesita para esterilizar el aire y las

superficies que contienen VSP. La figura 1 ilustra la fuente de luz de NUV. La figura 1a muestra la fuente de NUV que se instalaría dentro de un conducto de aire. El electrodo 1 de alto voltaje está localizado dentro del tubo interno de la lámpara anular. La pantalla 2 del electrodo de tierra está localizado fuera de la lámpara anular. El gas que produce los fotones UV está localizado en la región 3 anular entre los tubos 4 interno y externo. El tipo de gas se escoge para que los fotones UV emitidos a 222 nm sean absorbidos por el microorganismo o la sustancia química deseados. La radiación UV se emite radialmente hacia el exterior 5. Los cambios de voltaje o corriente entre los dos electrodos hacen cambiar la cantidad de radiación UV que se produce.

La figura 1b ilustra la fuente de luz de NUV utilizada para dirigir los fotones UV hacia una localización específica. La fuente de NUV se muestra en el centro del dibujo como una vista posterior. La vista posterior del reflector 6 especializado incorpora un diseño de «ala de gaviota» de tal modo que > 90% de la luz emitida se dirige a la superficie plana que hay debajo. El reflector 6 especializado también incorpora sulfato de bario (Ba_2SO_4) a modo de material reflector para aumentar al máximo el número de fotones que se reflejan en la superficie plana. En algunos casos se necesita una cubierta 6a para que la fuente de NUV y el reflector queden protegidos de la suciedad. Esta cubierta es transparente a una luz de 222 nm. El reflector especializado también puede tener diferentes formas que cambian la radiación a dirigir según las diferentes aplicaciones.

En uso, la fuente de NUV puede construirse de cualquier tamaño y longitud. En los conductos de aire, la realización mostrada en el elemento 6b de la figura 2 tendría la fuente de NUV fijada en el lateral, en la parte superior o en la parte inferior del conducto, de tal manera que su radiación corre paralela al flujo de aire. Para las aplicaciones exclusivas, en una segunda realización el elemento 16 de la figura 5 tendría la fuente de NUV y el reflector del cilindro fijados dentro del conducto de tal manera que la radiación es perpendicular al flujo de aire. Un ejemplo de esta realización sería una fuente de NUV colocada en el centro de una secadora de tambor. Todas las prendas quedarían irradiadas, mientras ocurre el proceso de secado, durante un periodo de tiempo que garantizaría la desinfección.

La figura 2 ilustra el aparato necesario para la desinfección y la esterilización del flujo de aire dentro de un gran conducto. Las fuentes 7 de NUV van antes que un precipitador electrostático (ESP) 9 a cierta distancia 8 que permite que sea breve el tiempo de acción para completar la destrucción de los gases tóxicos o de las VSP. Un humidificador 10 puede seguir al precipitador con sensores de control 11 de tal manera que se puede seleccionar y mantener la humedad del aire de salida. También puede utilizarse un ventilador o ventiladores 12 para presurizar el aire de salida de tal manera que se puede aplicar una ligera presurización a una zona protegida para impedir que entre el aire contaminado. En función de la naturaleza de la zona, se utilizan deflectores de restricción (no se muestran) para ayudar a mantener de una presión positiva dentro de la zona protectora.

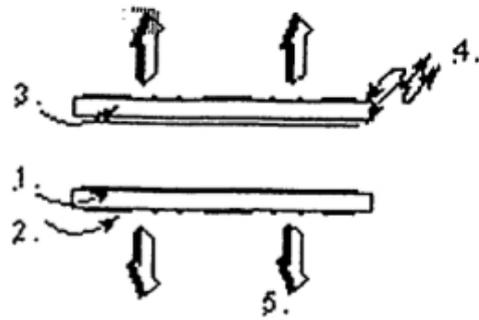
La figura 3a ilustra la fuente de NUV 13 localizada dentro del compartimento frontal de un aspirador o de una máquina limpiasuelos. El aspirador puede ser un modelo de escoba vertical o bien un modelo de trineo. También podría ser cualquier dispositivo que sostenga y lleve la fuente de NUV cercana al suelo. La parte significativa es que la fuente de NUV con el reflector 6 consiste en los componentes que se describen en la figura 1b. La figura 3b ilustra una realización preferida con la fuente de NUV contenida en un tubo irradiador de mano. En esta realización se pueden incluir sensores de cambio 14 que apagan la fuente de NUV cuando el tubo no está dirigido correctamente a la superficie de tratamiento deseada.

La figura 4a ilustra la fuente o fuentes de NUV localizadas por encima de una cinta transportadora que lleva alimentos sin preparar y crudos antes de que se preparen en la cocina, así como líneas de ensamblaje de envases industriales que llevan productos que requieren la desinfección. El ensamblaje de la cinta transportadora 24 está diseñado para aumentar al máximo la superficie expuesta a la fuente o fuentes de NUV. En algunos casos se necesitan varias fuentes 13 ya que la superficie que se ha de exponer en el alimento o en el producto no se puede cambiar para exponer toda la superficie durante el tiempo de iluminación de una fuente de NUV. Típicamente se utilizan volteadores o vibradores para cambiar la orientación de los comestibles y se mueven junto con la cinta transportadora. La figura 4b ilustra la fuente o fuentes de NUV 13 localizadas al lado de las lámparas de calor 15 u otras superficies calefactoras utilizadas para mantener la comida caliente en un mostrador de servicio antes de ser enviada desde la cocina al cliente. En otra realización, la fuente de NUV se utiliza para irradiar comidas frescas o frías, por lo que no se utilizan las lámparas de calor 15.

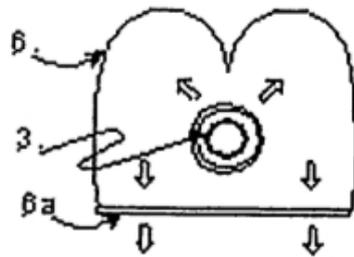
La figura 5 ilustra la fuente de NUV localizada dentro de un aparato de esterilización de aire que proporciona aire a mesas de operaciones distintas y distantes. La fuente de NUV 16 está localizada dentro de una cámara 17 reflectora de UV para reducir la pérdida de fotones UV. Una trampa de luz 18 detiene la luz UV antes de que alcance las aspas giratorias 19 que dirigen el flujo de aire en vertical y hacia abajo al sitio de operaciones. Un difusor 20 garantiza que el flujo de aire es uniforme por todo el conducto. Un precipitador electrostático (ESP) de campo E alto 21 va detrás del difusor para retirar las partículas y reducir el ozono a oxígeno. A continuación, el flujo de aire pasa a través de un segundo difusor y humidificador 22 para garantizar que el flujo de aire es uniforme a lo largo del conducto y que el nivel de humedad está controlado por algún valor preestablecido. La figura 6 ilustra cómo el aparato de esterilización de aire se utilizaría junto con un sitio de operaciones remoto, en donde el médico utiliza instrumentos quirúrgicos controlados a distancia que están dentro de la zona de aire esterilizado. La figura 7 ilustra el patrón del flujo de aire que utiliza un diseño fluido computacional (DFC) que garantiza que el aire por encima de la zona de operaciones es uniforme e impide que el aire contaminado entre en la zona protegida.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de desinfección para destruir el ADN de microorganismos, que comprende:
una fuente de fotones (1-4), caracterizada por que la fuente es una lámpara de excímeros que emite fotones de línea espectral única a una longitud de onda de 222 nm; y
- 5 un reflector de fotones (6) sujeto con seguridad en relación espaciada con respecto a la fuente de fotones, y concebido para dirigir fotones desde la lámpara de excímeros hacia una zona seleccionada o una superficie para la destrucción del ADN de los microorganismos.
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el reflector de fotones tiene forma de ala de gaviota (6) adaptado para dirigir al menos el 90% de la luz emitida hacia una superficie plana (6a).
- 10 3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el reflector de fotones comprende sulfato de bario.
4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
un conducto de aire que rodea la fuente de fotones; y
un precipitador electroestático (21) en el conducto de aire sujeto con seguridad en una relación espaciada con la fuente de fotones.
- 15 5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente un humidificador (22) en el conducto de aire después del precipitador electroestático.
6. Procedimiento de desinfección mediante la destrucción del ADN de microorganismos, caracterizado por las etapas de
utilización de una lámpara de excímeros (1-4) para generar fotones de línea espectral única a una longitud de onda
20 de 222 nm; y
utilización de un reflector de fotones (6) sujeto con seguridad en una relación espaciada con la fuente de fotones para dirigir los fotones generados a una sustancia a desinfectar, por medio de lo cual los fotones destruyen el ADN de los microorganismos.
- 25 7. Procedimiento de desinfección de una sustancia en una corriente de aire mediante la destrucción del ADN de los microorganismos, caracterizado por las etapas de
utilización de una lámpara de excímeros (16) para generar fotones de línea espectral única a una longitud de onda de 222 nm que corresponde a un máximo de absorción del ADN de los microorganismos;
envío de una corriente de aire hacia el generador de fotones (208); y
- 30 exposición de la corriente de aire a los fotones, por medio de lo cual los fotones destruyen el ADN de los microorganismos.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente las etapas de
determinación del tiempo de actividad necesario para desinfectar la corriente de aire; y
retirada de las partículas de la corriente de aire después del tiempo de actividad.
- 35 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende adicionalmente la etapa de humidificar (22) la corriente de aire después de la etapa de retirada.
10. Procedimiento para proporcionar un espacio quirúrgico libre de gérmenes, caracterizado por las etapas de:
utilización de una lámpara de excímeros para generar fotones de línea espectral única a una longitud de onda de 222 nm;
envío (20) de una corriente de aire a los fotones generados;
- 40 exposición de la corriente de aire a los fotones;
retirada de las partículas de la corriente de aire; y
envío de la corriente de aire verticalmente y hacia abajo a un área quirúrgica, mediante lo cual un flujo de aire desinfectado rodea el espacio quirúrgico e impide que entre el aire infectado.



a. Lámpara de NUV



b. Radiación dirigida

Figura 1: Fuente de NUV

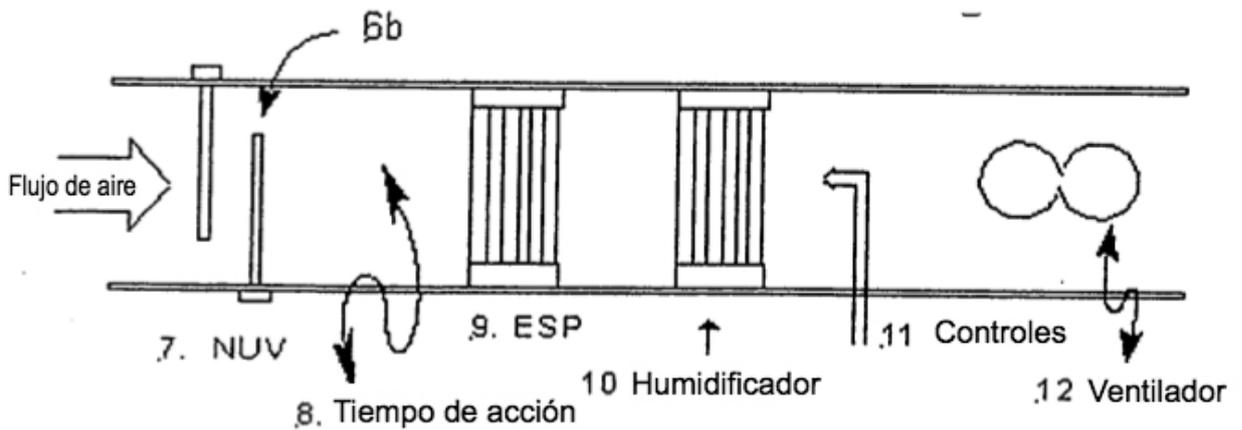


Figura 2: Tratamiento volumétrico del aire

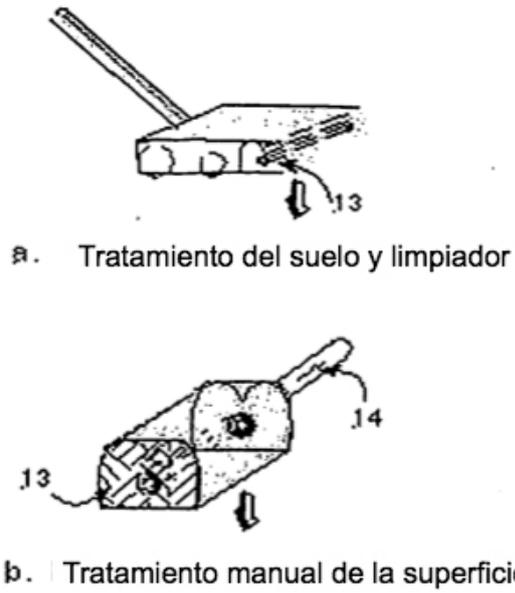


Figura 3: Tratamiento de la superficie

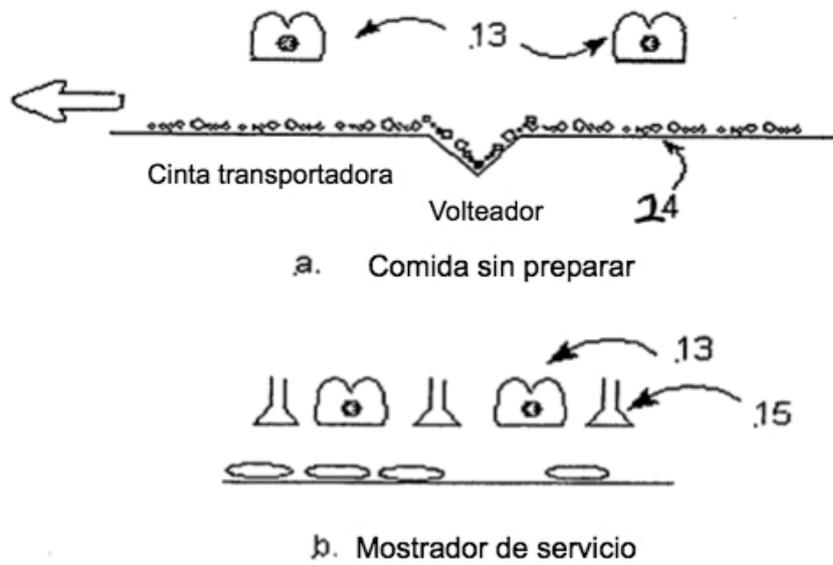


Figura 4: Tratamiento de la comida

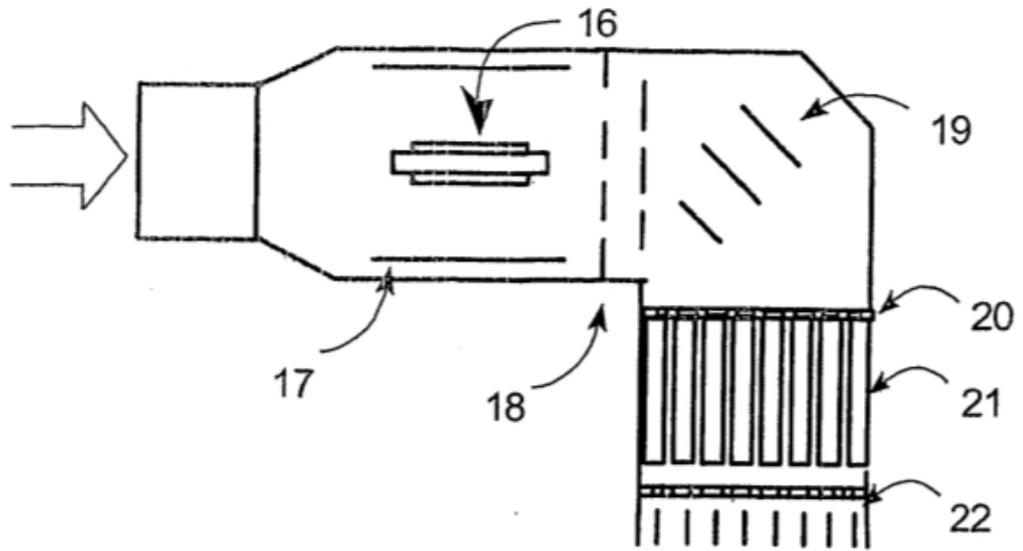


Figura 5: Purificador y esterilizador del aire de la zona

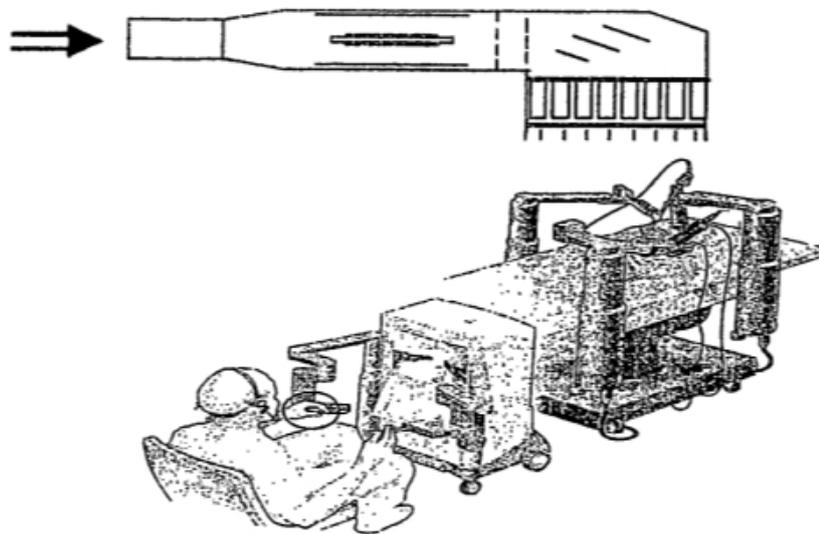


Figura 6: Zona de operaciones con esterilizador

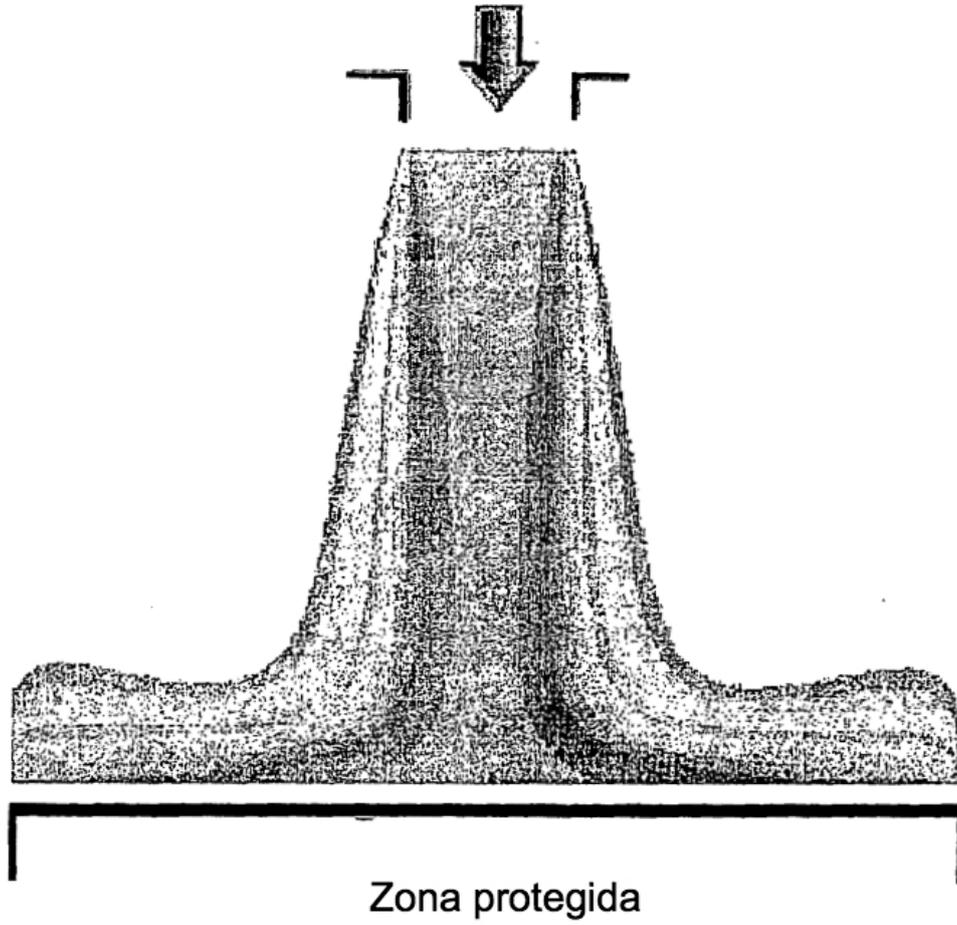


Figura 7: Flujo de aire del DFC

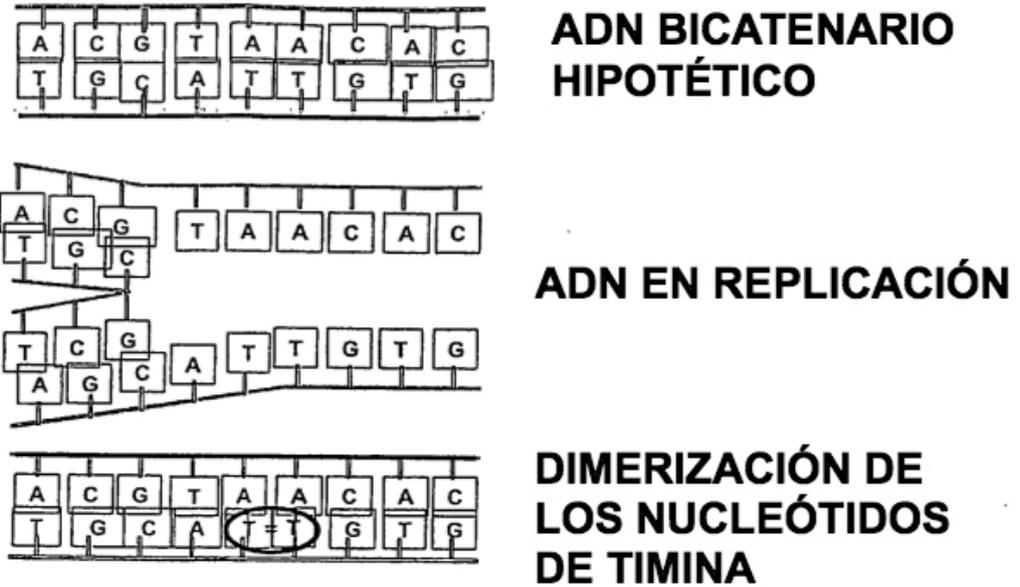


Figura 8: Formación de dímeros por fotones UV
(con autorización de ERG @ UNH)

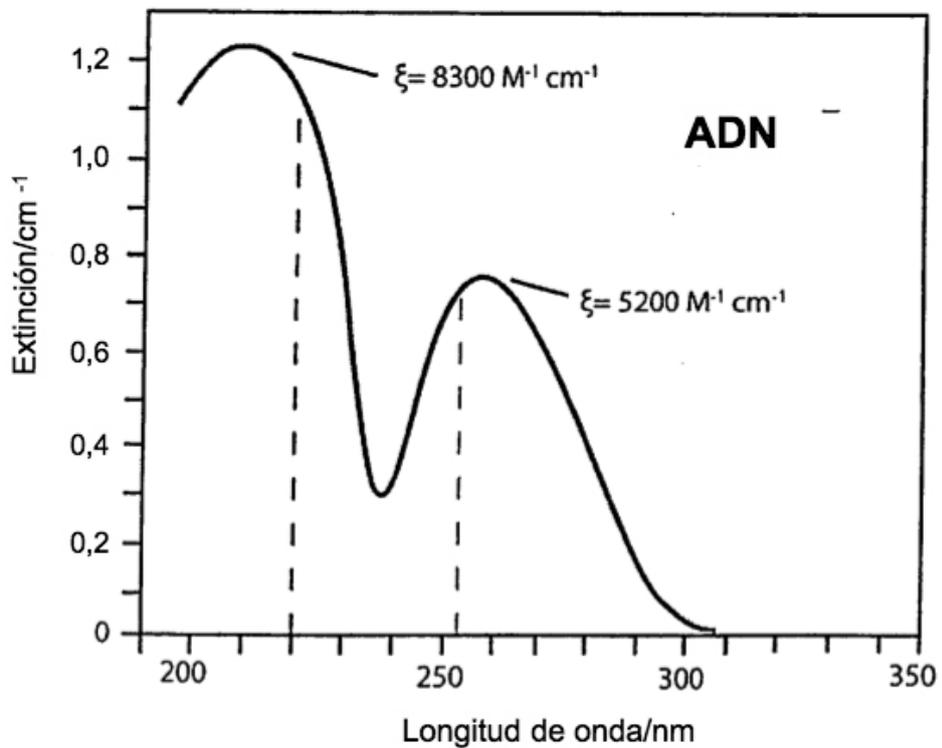


Figura 9: Absorción UV del ADN

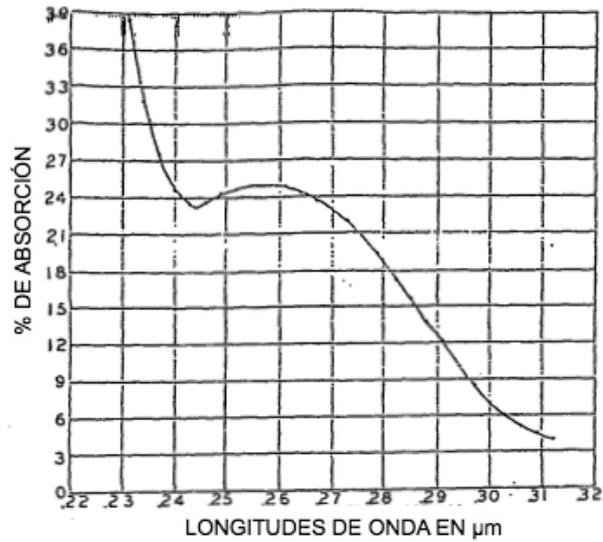


Figura 10: B. coli @ 0,8 U de absorción

% DE REDUCCIÓN DEL BACTERIÓFAGO MS-2

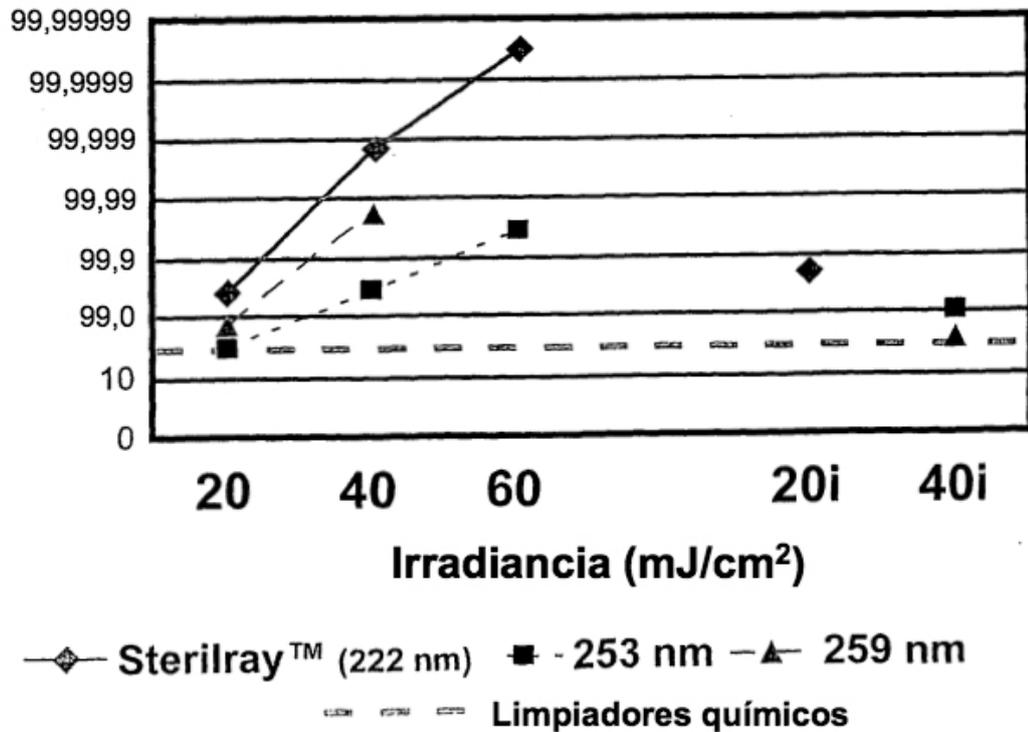


Figura 11: Prueba de radiación UV sobre MS-2

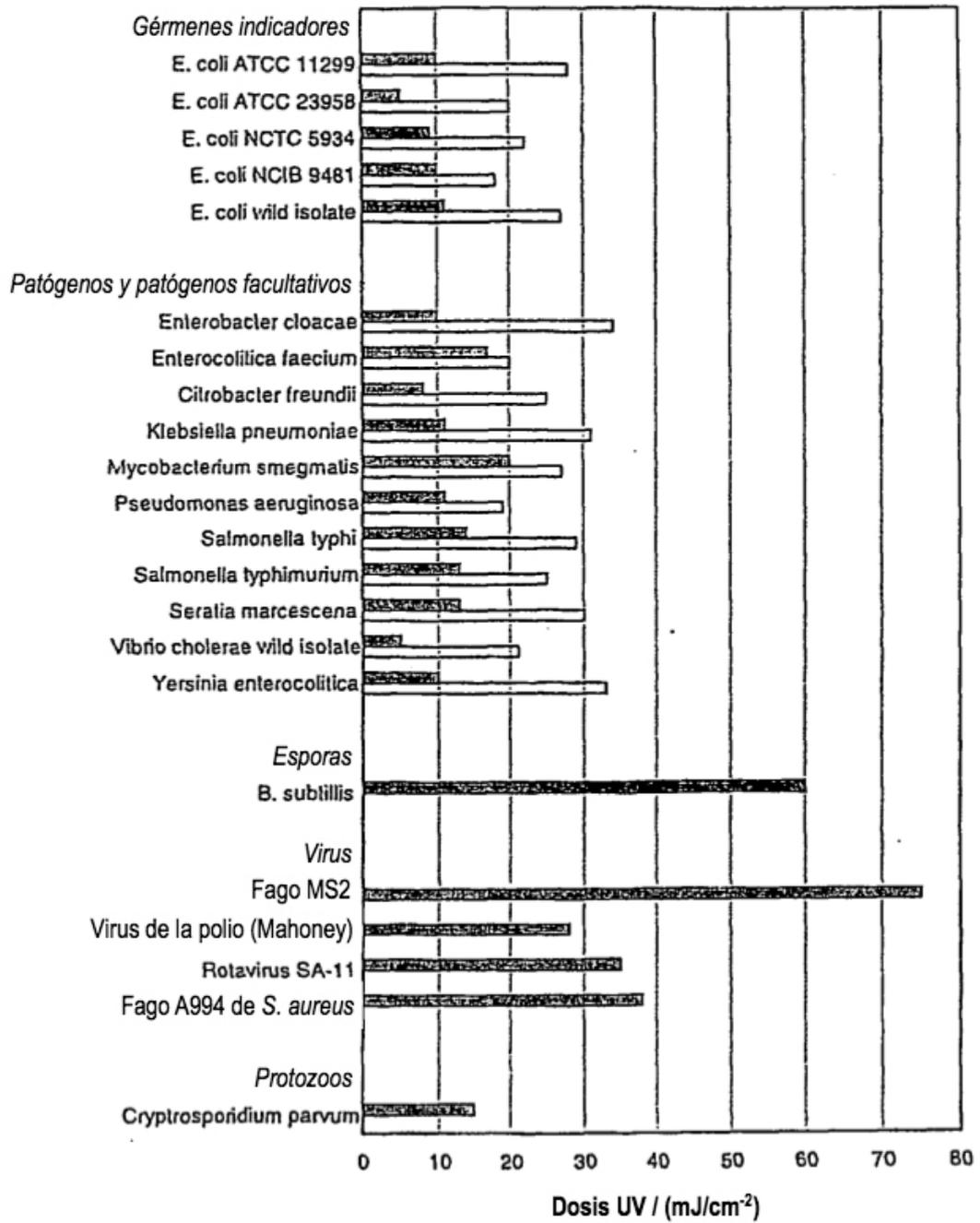


Figura 12: Dosis UV requerida para la desactivación de 4 logaritmos (99,99%)

MARGEN DE EFICACIA

TAMAÑO (µm) DE LAS PARTÍCULAS TRANSPORTADAS POR EL AIRE
(1 µm = 1/25,400° de una pulgada)

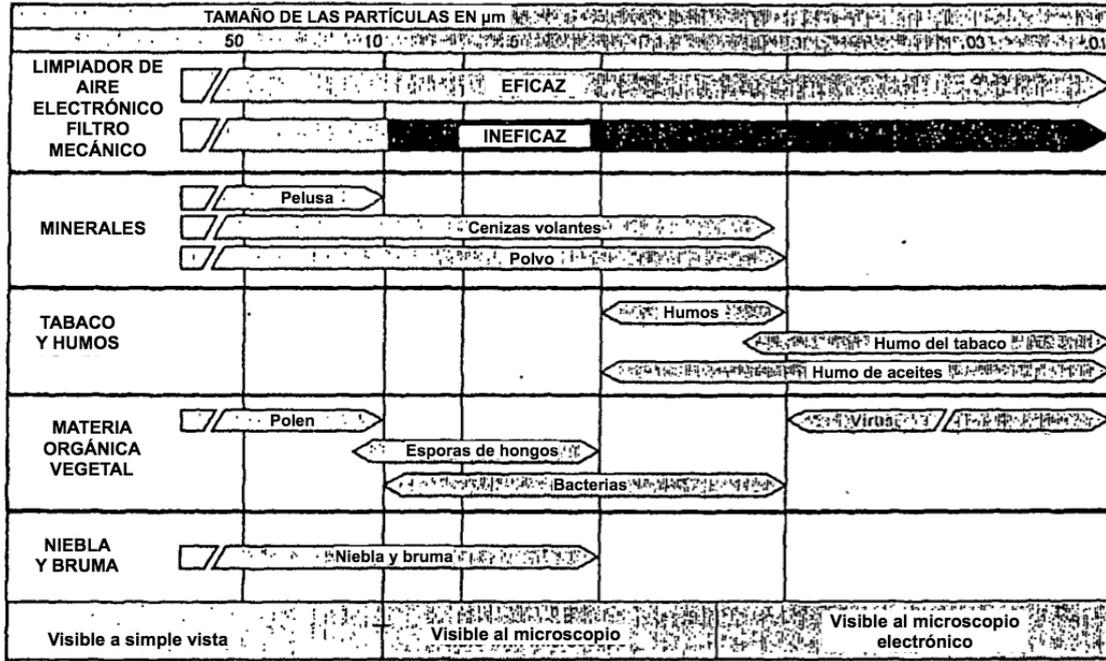


Figura 13: margen de eficacia del ESP