

**GENERADOR DE PLASMA ATMOSFÉRICO FRÍO Y EQUIPO RESPIRATORIO  
PARA LA ESTIMULACIÓN DE  
LA REGENERACIÓN CELULAR PARA SERES VIVOS**

5

**DESCRIPCIÓN**

**Objeto de la invención**

10 El objeto de la presente invención se refiere a un generador de plasma atmosférico frío y a un equipo respiratorio que incorpora el generador de plasma atmosférico frío.

**Antecedentes de la invención**

15 En física e ingeniería se define el plasma como el cuarto estado de la materia. Este estado se alcanza transfiriendo suficiente energía a un gas para que una parte significativa de sus moléculas se ionicen. Son de interés los ejemplos de plasmas en la naturaleza como los de las descargas eléctricas en las tormentas y los de las auroras boreales o australes. Además, existen plasmas que se utilizan

20 tecnológicamente, los tubos de iluminación fluorescentes y de neón son un ejemplo clásico junto con las pantallas de plasma. También se utiliza el plasma para cortar materiales como en el caso de las antorchas de plasma que utilizan su alta temperatura y gran capacidad de transferir calor. Sin embargo, en los últimos veinte años, se han desarrollado dispositivos capaces de crear plasmas de gases a presión

25 atmosférica de baja temperatura, algunos de los cuales son compatibles con el tejido vivo. La clave de estos plasmas para no dañar los tejidos es el hecho de estar fuera del equilibrio termodinámico. Esta característica limita fuertemente la capacidad de transferir calor a otros cuerpos con los que toman contacto recibiendo la denominación de plasmas atmosféricos fríos o CAP de sus siglas inglesas *Cold Atmospheric Plasma*. Este tipo de plasmas produce una cierta concentración de

30 moléculas de oxígeno y nitrógeno activadas que se denominan: especies reactivas de oxígeno y nitrógeno o "RONS" de sus siglas inglesas provenientes de *Reactive Oxygen and Nitrogen Species*. La importancia de las RONS se debe a sus propiedades desinfectantes y regeneradoras sobre las células de mamíferos. Esto

ha dado origen el desarrollo de una nueva rama sanitaria denominada medicina del plasma que se encuentra en plena fase de crecimiento y dentro de la que esta invención se encuadra.

5 Los CAPs son capaces de aniquilar bacterias, hongos y virus sin apenas producir efectos negativos sobre las células sanas de un organismo, como lo demuestra la abrumadora cantidad de publicaciones internacionales al respecto. Existe un amplio consenso internacional acerca de los fundamentos científicos que sustentan los efectos clínicos que se observan al utilizar CAPs. Se ha demostrado que las RONS  
10 son las responsables de estos efectos en virtud de su capacidad de producir estrés oxidativo sobre las células y microorganismos sobre los que se aplica el plasma atmosférico frío. La diferencia entre los niveles de tolerancia de estrés oxidativo entre una célula sana y microorganismos nocivos es la razón de la selectividad que los CAPs que se acaba de mencionar. Debido a diferencias estructurales entre células  
15 sanas y bacterias, hongos y virus como son el tamaño y la ausencia de protección del ADN de estos últimos, el nivel de tolerancia es del orden de cien veces mayor en favor de las células sanas. El estrés oxidativo producido por las RONS provenientes de un plasma atmosférico frío no alcanza a dañar al tejido sano, pero elimina microorganismos nocivos incluyendo entre estos a bacterias resistentes.

20 Aprovechando la capacidad de desinfección de los CAPs se han desarrollado sistemas de purificación de aire que los utilizan, como por ejemplo los detallados en las patentes: US 8,529,830 B2, US7824475B2, US7427313B2, EP2663403B1 y EP3097750B1, entre otras. Estos sistemas incorporan distintos tipos de generadores  
25 de plasma para tratar el aire con el fin de eliminar microorganismos y de esa manera lograr cierto grado de limpieza del aire.

La presente invención no pretende ahondar más aún en las bondades del aire limpio en la salud y la necesidad de sistemas de purificación, sino que abre un nuevo campo  
30 de utilización de los RONS que genera un plasma atmosférico frío para su uso terapéutico sobre la base del concepto de hormesis.

Se han identificado una cantidad de procesos durante los cuales una dosis baja o subletal de un agente o estímulo estresante es capaz de activar una respuesta

adaptativa que incrementa la resistencia de una célula u organismo frente a un estrés de mayor intensidad. Esta respuesta se define como hormesis. Normalmente estamos expuestos a agentes horméticos como radiación, calor, metales pesados, antibióticos, sustancias prooxidantes, o ejercicio físico donde también se incluye la restricción alimentaria. La reacción hormética implica la expresión de gran cantidad de genes que codifican proteínas citoprotectoras como las chaperonas del tipo de las que responden a estrés térmico, enzimas antioxidantes, factores de crecimiento, las metalotioneínas, entre otros. Cuando las células de mamíferos, incluyendo las de humanos, se exponen a dosis bajas de RONS, éstas cambian la intensidad de expresión de los genes participantes en la respuesta hormética en un lapso de aproximadamente 9 h. La expresión de genes constitutivos, de crecimiento y de proliferación, disminuye, mientras que la expresión de genes protectores aumenta, permitiendo que las células estimuladas de manera hormética sean significativamente más resistentes a un estrés oxidativo futuro hasta unas 15 y 30 horas después del estímulo. Macroscópicamente la respuesta hormética se puede comparar con una respuesta inmune de vacunación, pero con la gran diferencia de que la primera no guarda memoria a largo plazo (más allá de las 30 horas), y para volver a tener el efecto hormético, las células u organismos deben volver a exponerse al agente inductor.

20

### **Descripción de la invención**

La presente invención se refiere un dispositivo respiratorio que produce y proyecta sobre un paciente humano o animal un flujo de aire laminar que contiene una concentración específica de moléculas reactivas de oxígeno y nitrógeno para su inhalación. Estas RONS son generadas por un generador de plasma atmosférico frío configurado para recibir aire como sustancia de entrada y expulsar RONS como sustancia de salida y que forma parte del dispositivo respiratorio y que utiliza la respuesta hormética de humanos y animales particularmente frente a niveles muy bajos de estrés oxidativo.

30

Así pues, la invención propuesta consiste en un dispositivo respiratorio que produce una reacción hormética en humanos y animales por medio de la inhalación de

pequeñas dosis de RONS disueltas en el aire que han sido producidas por un generador de plasma atmosférico frío.

5 El dispositivo propuesto forma una unidad de generación de aire limpio activado por un plasma atmosférico frío que se aplica al paciente tanto en una habitación cerrada como en una cámara semiabierta diseñada específicamente para tal fin.

10 Para un mejor entendimiento conceptual de la invención, esta puede considerarse compuesta de dos partes principales cuyas funciones pueden ser integradas y permitir obtener un flujo laminar de aire relativamente rico en RONS producidas por un generador de plasma atmosférico frío.

15 Generador de plasma atmosférico frío: El plasma es un estado de la materia donde las partículas ionizadas y electrones se mueven a altas velocidades produciendo choques de alta energía y alta frecuencia que favorecen la producción de reacciones químicas que no se producirían en las condiciones ambientales normales. Esta característica es la que permite la formación de las RONS a partir de las moléculas de oxígeno y nitrógeno.

20 Dispositivo respiratorio: Este dispositivo puede incluir el generador de plasma atmosférico frío y es el encargado de acondicionar el aire antes de ser adicionalmente activado por plasma atmosférico frío. Este dispositivo se compone de un impulsor silencioso de aire y un filtro de aire HEPA (de sus siglas en inglés: *High Efficiency Particle Arresting* o filtro de alta eficiencia de supresión de partículas). El conjunto  
25 funciona de manera que se eliminan los microorganismos y partículas del aire incluyendo las nanopartículas presentes. El montaje del conjunto incluye un diseño de tobera, para la producción de un flujo laminar de aire. La ausencia de turbulencias en el flujo laminar es una de las claves para poder transportar de forma óptima los RONS en el flujo de aire.

30

**Descripción de los dibujos**

5 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del generador de plasma y del dispositivo respiratorio de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

10 La figura 1 muestra un esquema conceptual del dispositivo respiratorio que integra el generador de plasma atmosférico frío de acuerdo con la presente invención y su aplicación a un paciente.

15 La figura 2 muestra una vista lateral en sección de corte transversal del generador de plasma atmosférico frío de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 muestra una sección en corte transversal en perspectiva del generador de plasma atmosférico frío de acuerdo con la presente invención.

20 La figura 4 muestra una sección en corte transversal del dispositivo respiratorio que integra el generador de plasma atmosférico frío, donde se realizaron pruebas y mediciones del sistema propuesto.

25 La figura 5 muestra la imagen obtenida de medición de las señales de tensión y de corriente entre los electrodos del generador de plasma atmosférico frío.

La figura 6A y 6B muestran dos espectros de emisión lumínica obtenidos del plasma atmosférico frío producido por el generador de plasma atmosférico frío por medio de una fibra óptica introducida en el interior del electrodo de tierra.

30

**Realización preferente de la invención**

La Figura 1 muestra un esquema conceptual en forma de diagrama de bloques donde se indica la ubicación del dispositivo respiratorio (1) y el generador de plasma

atmosférico frío (2). El dispositivo respiratorio (1) se encuentra alojado en una caja (6a) junto con el generador de plasma atmosférico frío (2) que inyecta un flujo de aire activado por plasma (4) en el flujo laminar de aire limpio (3). El flujo total y laminar de aire se proyecta sobre el paciente (5).

5

El flujo laminar de aire limpio (3) es enriquecido por la inyección del flujo de aire activado por plasma (4) proveniente del generador de plasma atmosférico frío (2). Este flujo laminar de aire enriquecido con RONS generadas por el generador de plasma atmosférico frío (2) es proyectado sobre el paciente (5) para su inhalación. Todo el sistema se encuentra montado dentro de la caja (6a) y se encuentra conectado a la red domiciliaria de distribución de energía eléctrica desde donde obtiene la energía necesaria para su funcionamiento.

10

15

Si el aire no está filtrado y tratado convenientemente puede arrastrar partículas contaminantes de todo tipo incluyendo las provenientes de la combustión de hidrocarburos dentro del generador de plasma atmosférico frío (2). En este caso, podrían producirse reacciones químicas con las moléculas contaminantes cuando toman contacto con el plasma que serían impredecibles, así como los compuestos que pudiesen generarse. Por lo tanto, el uso de la etapa previa de filtrado del aire, antes de ser utilizado en el generador de plasma atmosférico frío (2), es recomendable para permitir que las moléculas reactivas que se generen sean solamente de oxígeno y nitrógeno. Esto permite que no se introduzcan compuestos desconocidos en el flujo de aire que se aplica al paciente.

20

25

Las figuras 2 y 3 muestran secciones transversales del generador de plasma atmosférico frío (2).

30

El generador de plasma atmosférico frío (2) se compone de dos electrodos metálicos (6) y (7) enfrentados separados por un espacio (15). El electrodo positivo troncocónico (6) está conectado a una fuente de voltaje (9) de alta tensión y el electrodo metálico plano (7) está conectado eléctricamente a tierra (12). Ambos electrodos tienen simetría cilíndrica y son mantenidos en posición coaxial por dos piezas de centrado, en particular, una pieza de soporte de material aislante (10) y una pieza metálica (13), respectivamente. Ambas piezas de centrado se mantienen

en posición coaxial por medio de un tubo de material aislante (8) que se ajusta por medio de juntas tóricas (11) a las mismas. La entrada y salida de aire son las referencias (16) y (17), respectivamente.

5 El electrodo positivo (6) se conecta a una fuente de voltaje (9) +V y está sujeto por una pieza de soporte de material aislante (10) que se ajusta con el tubo de material aislante (8) por medio de una junta tórica (11). El electrodo positivo (6) tiene forma troncocónica y posee un orificio pasante concéntrico con su eje. Por otra parte, un electrodo metálico plano (7) está conectado a tierra (12) y enfrentado al anterior  
10 sujeto por una pieza metálica (13) que cierra el conjunto en el otro extremo del tubo de material aislante (8) con una junta tórica. El electrodo plano conectado a tierra (12) posee los bordes redondeados y tiene un orificio no pasante concéntrico a su eje. Este orificio o perforación axial deja una pared delgada que forma el frente del electrodo de tierra que, a su vez, tiene una serie de orificios pasantes (14) de menor  
15 diámetro que comunican el interior del electrodo metálico plano (7) con el espacio (15) que separa los dos electrodos como está indicado en la figura 2 con un círculo de trazos.

El aire que será activado por medio del plasma atmosférico frío entra en el sistema  
20 desde la parte trasera (entrada de aire (16)) del electrodo positivo (6) alcanzando el espacio (15) entre los electrodos (6) y (7), donde circula y atraviesa los orificios pasantes (14) penetrando en el interior del electrodo metálico plano (7) y finalmente abandonando al sistema por la salida (17) del mismo.

25 Una vez que se establece una corriente de aire dentro del generador de plasma atmosférico frío (2), se aplica el voltaje en el electrodo positivo (6) de forma tal que su valor sea lo suficientemente alto para que se supere la capacidad dieléctrica del aire en el espacio (15) entre los electrodos (6), (7). De esta manera se establece una columna de plasma atmosférico frío del aire circulante entre los electrodos (6) y (7).  
30 Dentro de la columna de plasma se forman moléculas reactivas de oxígeno y nitrógeno, RONS, que son arrastradas por la corriente de aire hacia el exterior por la salida (17) del electrodo metálico plano (7).

El generador de plasma atmosférico frío (2) puede inyectar una corriente de aire activado por plasma atmosférico (4) en el flujo laminar principal que se proyecta sobre el paciente (5) como muestra la Figura 1.

5 La Figura 4 muestra un corte transversal de un esquema que muestra una realización preferente del dispositivo respiratorio (1) de acuerdo con la presente invención.

10 El dispositivo respiratorio (1) comprende una caja (19) de un material que puede ser aislante o metálico puesto a tierra y que contiene un impulsor de aire (18) que absorbe aire (24) desde el exterior a través de una abertura de entrada (20) donde se aloja un filtro de aire (21), por ejemplo, un filtro HEPA, forzando que el flujo de aire lo atravesase en su totalidad. El aire limpio es proyectado hacia el exterior por medio de una tobera (22) que produce un flujo laminar. Parte del aire limpio es forzado a pasar a través del generador de plasma atmosférico frío (2) configurado para expulsar RONS. La corriente de aire principal y la corriente de aire proveniente del generador de RONS se mezclan en la abertura de salida (23). Una lama (25), preferiblemente de material metálico, que permite orientar el flujo de aire a la salida.

20 En esta realización, se ha utilizado un módulo impulsor de aire (18) de aspas cilíndricas de 30 cm de longitud que se orienta horizontalmente y que se encuentra alojado en una caja hermética de material aislante. Dicha caja posee una abertura de entrada (20) rectangular orientada hacia abajo donde se encuentra alojado el filtro HEPA cuyas medidas son de 30 cm de largo por 10 cm de ancho con un espesor de 3 cm. A la salida del impulsor de aire se encuentra instalada una tobera (22) rectangular hecha de chapa metálica que concentra ligeramente el flujo de aire obtenido y lo proyecta horizontalmente hacia adelante en forma lengua de aire de flujo laminar. El conjunto funciona de manera que garantiza que todo el aire proyectado haya pasado previamente por el filtro HEPA encontrándose libre de nanopartículas y otros contaminantes. El impulsor de aire puede funcionar en cuatro regímenes de velocidad que, con todo el sistema montado, se traduce en velocidades del flujo laminar de aire de 0,4 – 0,70 – 0,9 y 1.25 m/s medidos a 1 m de distancia de la abertura de salida (23).

Parte del aire limpio producido, es impulsado a través del generador de plasma atmosférico frío (2) que se encuentra fijo en el centro de la tobera (22). Esta porción

de aire se incorpora al flujo principal en la abertura de salida (23) correspondiendo, en este caso particular, al 5 % del total. El corte transversal de la Figura 4 está realizado en el plano donde se encuentra el generador de plasma atmosférico frío (2). Finalmente, la lama (25), fina de material metálico colocada de manera horizontal a la salida puede orientar el flujo de aire para proyectarlo hacia una dirección en particular.

Así pues, el aire (24) es absorbido por la entrada (20) del dispositivo respiratorio (1) debido a la depresión causada en el interior de la caja (19) por el impulsor de aire (18) obligando a pasar el flujo entrante por el filtro HEPA. El aire es proyectado hacia adelante conformando un flujo laminar por la tobera (22) rectangular donde parte del mismo se inyecta dentro del generador de plasma atmosférico frío (2). Finalmente, el flujo de aire principal y el flujo de aire activado por el generador de plasma atmosférico frío (2) se mezclan en la abertura de salida (23) del dispositivo respiratorio (1) proyectándose sobre el paciente (5) para su inhalación.

El generador de plasma atmosférico frío (2) ha sido construido con electrodos (6) y (7) hechos de latón con un diámetro de 10 mm en el espacio (15) para la formación del plasma, donde la separación interelectródica es de 8 mm. La pieza de soporte de material aislante (10) es de resina acetilica mientras que la que soporta al electrodo metálico plano (7) es de aluminio. Ambas tienen diámetro de 39.9 mm a la altura de sus respectivos encastrados con juntas tóricas (11). El tubo de material aislante es de cuarzo con una longitud de 50 mm y un diámetro interno de 40 mm teniendo un espesor de pared de 2 mm. El electrodo metálico plano (7) tiene 12 orificios pasantes (14) de 1 mm de diámetro cada uno distribuidos en un diámetro de 8 mm alrededor del eje longitudinal del mismo. Un aspecto muy importante respecto de la seguridad del sistema, es que el diseño del electrodo metálico plano (7) tiene la ventaja de no permitir el acceso al espacio (15) de creación del plasma de manera accidental o intencionada. El pequeño diámetro (1 mm) de los orificios pasantes (14) del mismo no permiten acceder a la zona de plasma evitando cualquier riesgo de electrocución.

El generador de plasma atmosférico frío (2) es energizado por una fuente de alta tensión pulsada a una frecuencia de 60 kHz que, sin carga (en vacío), produce una tensión de salida senoidal de 10 kV pico a pico. Cuando se rompe la capacidad

5 dieléctrica del aire entre los electrodos (6), (7) se establece una columna de plasma atmosférico frío que conduce la electricidad con una corriente máxima de pico de 60 mA y una tensión que se establece en 1,82 kV. Esta situación de trabajo, cuando el plasma atmosférico frío está establecido, se muestra en la Figura 5 donde se observan las señales de tensión (26) y corriente (27) medidas con un osciloscopio. Estas curvas proporcionan la caracterización eléctrica del plasma utilizado.

10 Las mediciones fueron realizadas con osciloscopio y sondas de tensión y corriente obteniéndose valores de 60 kHz de frecuencia, 1,82 kV de tensión pico a pico y 60 mA de corriente de pico.

15 Además, se realizaron mediciones espectroscópicas en el rango ultravioleta-visible y ultravioleta de la luz emitida por el plasma. Estas mediciones son muy importantes para comprobar la existencia de RONS en el plasma que se utiliza y su abundancia relativa respecto de especies no reactivas en los plasmas de aire como emisiones debidas a simples átomos y/o moléculas neutras excitadas. Para eso se utilizaron dos espectrómetros de fibra óptica cuyo rango de longitudes de onda están entre 200-800 nm (UV y Visible) y 200-400 nm (UV). El primero sirve para ver el espectro completo y detectar las emisiones que incluyen, además de las provenientes de las RONS, las de átomos y moléculas neutras. El segundo es de mayor resolución y permite obtener las emisiones solo en el rango UV donde se encuentran las debidas a las moléculas reactivas de oxígeno y nitrógeno, RONS, que son de interés para esta patente.

25 La Figuras 6A y 6B muestran el resultado de las mediciones espectrales donde en la imagen (27a) se observa el espectro completo en el rango de longitudes de onda 200-800 nm correspondiente al UV-VIS. En este espectro se aprecia que la emisión en el espectro visible (400-800 nm) es muy baja respecto de la emisión en el rango ultra violeta (200-400 nm). Esta abundancia en la región ultravioleta implica una relativamente alta producción de RONS. Un espectro más detallado del rango UV se muestra en la imagen inferior (28) de la Figura 6 donde se mide la emisión entre 200-400 nm.

El espectro muestra la emisión en el rango de longitudes de onda 200-800 nm correspondiente al ultravioleta y visible, UV-VIS. En la figura 6B, la imagen (28a) muestra el espectro con emisión solo en el rango ultravioleta, UV, donde se aprecian las líneas espectrales de NO (óxido nítrico) (29), OH<sup>-</sup> (ion hidróxido) (30), N<sub>2</sub> (nitrógeno molecular) (31) y oxígeno atómico neutro y ionizado (32).

Se observa claramente la emisión de abundantes líneas espectrales que pueden clasificarse en cuatro grupos característicos diferenciales, un primer grupo en el rango 200-275 nm correspondiente a las emisiones de la molécula reactiva de óxido nítrico NO, un segundo grupo en el rango 275-310 nm correspondiente a las emisiones de la molécula reactiva del ion hidróxido OH<sup>-</sup>, un tercer grupo de emisiones en el rango 310-380 nm provenientes de la molécula neutra excitada de nitrógeno N<sub>2</sub> y por último un grupo de emisiones de baja intensidad en el rango 380-400 nm provenientes de átomos neutros e iones de oxígeno. El generador por plasma atmosférico frío ha sido optimizado tanto en sus parámetros constructivos como en los de alimentación eléctrica para la producción de RONS como lo demuestran las mediciones realizadas. La radiación lumínica analizada se obtuvo desde el interior del electrodo metálico plano (7) introduciendo una fibra óptica desde la salida (17). Esto permitió la capacitación de luz proveniente del plasma a través de los orificios pasantes (14).

## REIVINDICACIONES

1. Generador de plasma atmosférico frío (2) configurado para recibir aire como sustancia de entrada y expulsar RONS, *Reactive Oxygen and Nitrogen Species*, aptos para ser inhalados por seres vivos, como sustancia de salida,
- 5 el generador de plasma atmosférico frío (2) comprende:
- un tubo de material aislante (8) que define una cavidad;
  - una pieza de soporte de material aislante (10) acoplada a un primer extremo del tubo de material aislante (8);
  - 10 - una pieza metálica (13) acoplada a un segundo extremo del tubo de material aislante (8);
  - un electrodo positivo troncocónico (6) establecido en la cavidad del tubo de material aislante (8) y conectable a una fuente de voltaje (9);
  - un electrodo metálico plano (7) establecido en la cavidad del tubo de material aislante (8) y conectable a tierra (12),
  - 15
- donde los electrodos (6, 7) se hallan enfrentados definiendo un espacio (15) entre electrodos (6, 7) en una configuración *hollow pin-pepper pot*, donde la pieza de soporte de material aislante (10) está configurada para sujetar el electrodo positivo troncocónico (6),
- 20 donde la pieza metálica (13) está configurada para sujetar el electrodo metálico plano (7),
- donde electrodo positivo troncocónico (6) posee una perforación axial pasante configurada para permitir el paso del aire a la cavidad del tubo de material aislante (8),
- 25 donde el electrodo metálico plano (7) comprende una cavidad axial y una pluralidad de perforaciones pasantes (14) en la superficie del electrodo metálico plano (7) que comunican la cavidad axial con la cavidad del tubo de material aislante (8),
- 30 donde el generador de plasma atmosférico frío (2) está configurado para:
- establecer una corriente de aire circulante entre los electrodos (6) y (7);
  - aplicar un voltaje en el electrodo positivo troncocónico (6) mayor que la capacidad dieléctrica del aire en el espacio (15) entre los electrodos (6) y (7);

- generar una columna de plasma atmosférico frío del aire circulante entre los electrodos (6) y (7), y
  - expulsar los RONS generados en la columna de plasma atmosférico frío a través de la cavidad axial del electrodo metálico plano (7) hacia el exterior del generador de plasma atmosférico frío (2).
- 5
2. El generador de plasma atmosférico frío (2) de acuerdo con la reivindicación 1, donde los electrodos (6, 7) tienen simetría cilíndrica y están establecidos en posición coaxial por las piezas de soporte de material aislante (10) y la pieza metálica (13), respectivamente.
- 10
3. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, donde la pieza de soporte de material aislante (10) está acoplada a un primer extremo del tubo de material aislante (8) mediante una primera junta tórica (11).
- 15
4. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde la pieza metálica (13) está acoplada a un segundo extremo del tubo de material aislante (8) mediante una segunda junta tórica (11).
- 20
5. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde los electrodos (6, 7) comprenden latón y un diámetro de 10 mm y una separación interelectródica es de 8 mm.
- 25
6. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde la pieza de soporte de material aislante (10) es de resina acetilica y con un diámetro de 39.9 mm.
- 30
7. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde la pieza metálica (13) comprende aluminio y un diámetro de 39.9 mm.

- 5 8. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde el tubo de material aislante (8) es de cuarzo con una longitud de 50 mm, un diámetro interno de 40 mm y un espesor de pared de 2 mm.
- 10 9. El generador de plasma atmosférico frío (2), de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, donde el electrodo metálico plano (7) comprende 12 orificios pasantes (14) de 1 mm de diámetro cada uno distribuidos en un diámetro de 8 mm alrededor del eje longitudinal del mismo.
- 15 10. Dispositivo respiratorio (1) que comprende una abertura de entrada (20) y una abertura de salida (23), el dispositivo comprende:
- un impulsor de aire (18) configurado para absorber aire desde la abertura de entrada (20);
  - 20 - un filtro de aire (21) configurado para generar aire filtrado impulsado por el impulsor de aire (18);
  - el generador de plasma (2) de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 9 configurado para absorber parte del aire filtrado como sustancia de entrada y expulsar RONS, *Reactive Oxygen and Nitrogen Species* como sustancia de salida;
  - una tobera (22) configurada para la expulsión del aire filtrado enriquecido con los RONS por la abertura de salida (23) en un flujo laminar,
  - donde el flujo laminar es apto para ser inhalado por seres vivos.
- 25 11. El dispositivo respiratorio (1) de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende una caja hermética de material aislante que aloja el impulsor de aire (18),
- 30 donde el impulsor de aire (18) comprende aspas cilíndricas de 30 cm de longitud.
12. El dispositivo respiratorio (1), de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, donde el filtro de aire es un filtro HEPA, *High Efficiency Particle Arresting* cuyas medidas son de 30 cm de largo por 10 cm de ancho con un espesor de 3 cm.

13. El dispositivo respiratorio (1), de acuerdo con las reivindicaciones 10 a 12, donde la tobera (22) tiene forma rectangular y es de chapa metálica.

5 14. El dispositivo respiratorio (1), de acuerdo con las reivindicaciones 10 a 13, que comprende una lama (25) configurada para orientar el flujo laminar.

15. El dispositivo respiratorio (1), de acuerdo con la reivindicación anterior, donde la lama (25) comprende metal.

10

15

20

25

30