



## TÍTULO DE PATENTE NO. 263386

**Titular(es):** CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE YUCATÁN, A.C.

**Domicilio(s):** Calle 43 No. 130, Chuburná de Hidalgo, 97200, Mérida, Yucatán, MÉXICO

**Denominación:** SISTEMA PARA EL CULTIVO *IN VITRO* DE MATERIAL BIOLÓGICO

**Clasificación:** Int.CI.8: A01N1/02; B01F11/00; B01F11/04; C12N5/04

**Inventor(es):** MANUEL LUIS ROBERT DÍAZ; JAVIER GUILLÉN MALLETT; JOSÉ LUIS HERRERA HERRERA; JAVIER ORLANDO MIJANGOS CORTÉS; GASTÓN ALEJANDRO HERRERA HERRERA; PEDRO CARLOS FUENTES CARRILLO; LEONARDO GUS PELTINOVICH

**Número:**  
PA/a/2004/003837

**Fecha de presentación:**

23 de abril de 2004

**Hora:**

13:33

**PRIORIDAD**

**País:**

**Fecha:**

**Número:**

ESTA PATENTE CONCEDE A SU TITULAR EL DERECHO EXCLUSIVO DE EXPLOTACIÓN DEL INVENTO RECLAMADO EN EL CAPÍTULO REIVINDICATORIO Y TIENE UNA VIGENCIA IMPRORROGABLE DE VEINTE AÑOS CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD, QUE ESTARÁ SUJETA AL PAGO DE LA TARIFA CORRESPONDIENTE.

Fecha de expedición: 6 de enero de 2009

**EL DIRECTOR DIVISIONAL DE PATENTES**

**QUÍM. FABIAN R. SALAZAR GARCÍA**

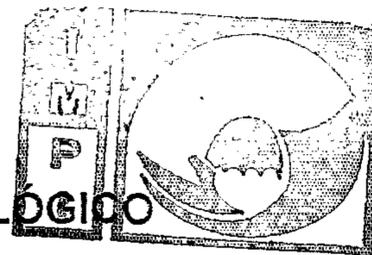


263386  
6-I-09

2004  
3837

- 1 -

## SISTEMA PARA EL CULTIVO *IN VITRO* DE MATERIAL BIOLÓGICO



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

### 1. CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

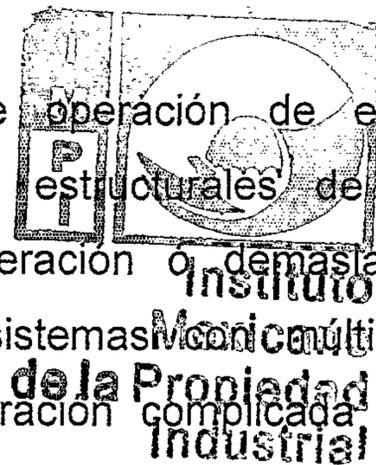
La presente invención es referida a un sistema para el cultivo *in vitro* de material  
5 biológico, preferentemente material vegetal de cualquier especie como células,  
tejidos, órganos, embriones vegetales ó plántulas, obtenidas de explantes  
extraídos de plantas madres, en un medio de cultivo líquido y ambiente gaseoso,  
los cuales permiten la multiplicación de diferentes especies vegetales de interés  
comercial y humano, generando bienes e insumos agroindustriales con un gran  
10 impacto en la rama de la agricultura.

### 2. ESTADO DE LA TÉCNICA

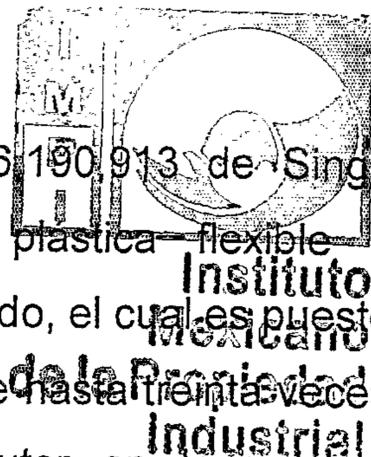
El proceso de micropropagación *in vitro* incluye las siguientes fases de cultivo: la  
inducción de la formación de plántulas a partir de explantes de tejidos de plantas;  
15 la multiplicación para producir grandes números de plántulas de un mismo  
genotipo; su crecimiento para alcanzar un tamaño adecuado, y; su maduración  
para sobrevivir a las condiciones de transplante a tierra. Esto requiere que las  
plántulas estén en un medio de cultivo nutritivo y un ambiente gaseoso adecuado,  
específico según la especie vegetal, el tipo de tejido cultivado y el grado de  
20 multiplicación o crecimiento.

La inmersión temporal es empleada para el cultivo *in vitro* y consiste en someter a  
las plántulas ó sus tejidos a ciclos alternados de inmersión en un medio de cultivo  
líquido y de aireación en un biorreactor. Los biorreactores que proveen estas  
características incluyen contenedores del tipo de botella, tubos, frascos, platos, y  
25 trastes ó compartimentos de forma diversa, y el flujo de un medio de cultivo  
líquido, generalmente de un contenedor a otro, que inducen ciclos alternados de

inmersión y aireación. Generalmente, los costos de operación de estos biorreactores son altos debido a las características estructurales de los contenedores, demasiado grandes para una fácil operación o demasiados pequeños para el crecimiento de plántulas, a los sistemas con múltiples conexiones de mangueras y accesorios, y a una operación complicada que depende de equipos adicionales para su funcionamiento.

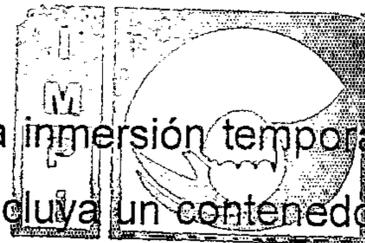


Entre los sistemas anteriormente citados están el sistema Rita [Etienne y Berthouly en *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 69, 215 (2002)] que involucra un biorreactor con dos contenedores superpuestos, en donde las plántulas son colocadas en el contenedor superior, y el medio de cultivo líquido está en el contenedor inferior. Mediante dos puertos localizados en la tapa del recipiente y el accionar programado de un compresor es alimentado aire fresco para producir el desplazamiento del medio de cultivo líquido al contenedor superior, el cual posteriormente cae por la acción de la gravedad al retirar la presión. Este sistema tiene la desventaja de ser de tamaño pequeño, generar burbujas en el medio de cultivo líquido, y presentar un gradiente de humedad de la parte baja a la parte alta del contenedor de plántulas. Es además, muy costoso y tiene muchas piezas y conexiones externas. Existe también un sistema que emplea dos contenedores separados donde uno de ellos contiene las plántulas y el otro el medio de cultivo líquido, el cual es bombeado de un contenedor a otro [Espinosa en *Inform. Syst. Biotechn. New Reports*, 2, 7 (2002)]; este sistema tiene la desventaja de ser voluminoso y ser de difícil manejo. También existen sistemas rotatorios donde las plántulas son puestas y sujetas en compartimentos periféricos interiores de un contenedor cilíndrico, el cual al girar hace pasar las plántulas por una sección inferior que contiene el medio de cultivo líquido, donde el espejo del nivel del medio de cultivo líquido forma una secante con la circunferencia del contenedor [Tanaka, *et. al*, *Biotechnology Bioenergy* (1983)]. Existen otros sistemas que emplean contenedores puestos en sistemas con movimiento de balanceo, donde la simple acción de la gravedad produce un movimiento del medio de cultivo líquido, tal y como es expuesto en las patentes norteamericanas Nos. 6,544,788;



6,190,913; y 6,566,126. La patente norteamericana No. 6,190,913 de Singh presenta un biorreactor, que consiste en una bolsa plastica flexible y preesterilizada, que contiene células y el medio de cultivo líquido, el cual es puesto sobre un sistema que produce un movimiento de balanceo de hasta treinta veces por minuto. Este equipo fue mejorado por el mismo autor en la patente norteamericana No. 6,544,788, incluyendo un filtro flotante y móvil sobre la superficie del medio de cultivo líquido que aumentó el rendimiento del cultivo de células en este medio de cultivo líquido. En ambos equipos, el principal objetivo de esta técnica es producir olas en el medio de cultivo líquido, mezclar el medio de cultivo líquido y mantener en suspensión a las células y el medio de cultivo líquido bien mezclado, a bajas velocidades cortantes y sin originar burbujas. Cada bolsa es puesta, de manera individual, en un equipo de balanceo, lo que hace que sus costos de operación sean elevados. La patente norteamericana No. 6,566,126 de Cadwell, bajo el mismo principio, plantea un contenedor de tres secciones, donde las células son alojadas en la sección central que contiene una serie de fibras capilares, huecas y semipermeables, y dos secciones laterales que sirven para contener y pasar el medio de cultivo líquido de un lado a otro, a través del medio filtrante, mediante el movimiento de balanceo. Estos biorreactores tienen la ventaja de aumentar el rendimiento en el cultivo de células por área de equipo empleado, sin embargo, el precio del equipo de balanceo es elevado y proporcional a la capacidad volumétrica de las bolsas o contenedores. Estos sistemas no son de inmersión temporal y no son adecuados para el cultivo de plántulas, ya que producirían la vitrificación de sus tejidos.

En resumen, es necesario el diseño y construcción de un sistema para el cultivo *in vitro* de material biológico, preferentemente material vegetal de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones, ó plántulas, en donde el sistema esté integrado por al menos un biorreactor acoplado a un equipo que les proporciona un movimiento de sube y baja, que permita cultivar *in vitro* material biológico. El biorreactor debe cumplir los siguientes requerimientos: que sea modular, autónomo, transportable, de capacidad intermedia y variable, y de fácil manejo;

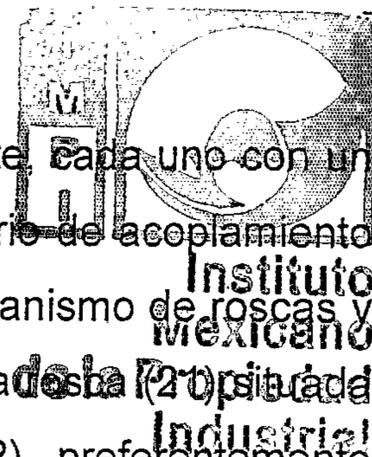


que permita tener ciclos de inmersión y aireación mediante la inmersión temporal de las plántulas y sin un movimiento excesivo de ellas; que incluya un contenedor para cultivar plántulas y contener un medio de cultivo líquido; que sea de un material esterilizable en autoclave, con un buen desempeño mecánico a las 5 temperaturas de uso y condiciones de esterilización, transparente y resistente a la degradación UV; que tenga al menos un puerto para permitir el intercambio gaseoso y/o la adaptación de un filtro, un cierre hermético, y un mínimo de mangueras y accesorios conectados; y sobre todo, que su costo de adquisición, operación y mantenimiento sean bajos para contribuir a reducir los costos de la 10 micropropagación y hacerla accesible a un mayor número de especies de importancia comercial. El biorreactor deberá estar acoplado a un equipo que cumpla con los siguientes requerimientos: ser capaz de producir un movimiento de sube y baja, continuo ó discontinuo, cíclico y de periodos programables, con tiempos e inclinación específicos según el tipo de biorreactor y material biológico 15 utilizados; contar con una o varias plataformas para colocar los biorreactores, un mecanismo de iluminación, un mecanismo motriz y de control sencillos; y ser autónomo, modular, de fácil operación, y con un acceso y mantenimiento sencillos.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

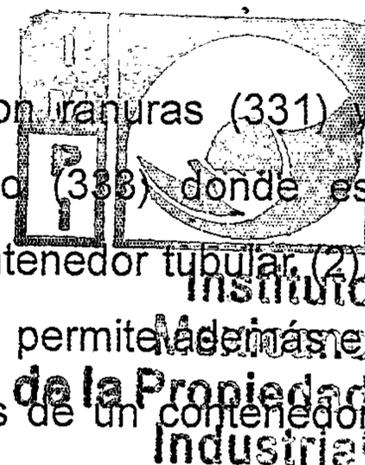
20 La presente invención está relacionada con un sistema para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1) de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones ó plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11). El sistema está integrado por al menos un biorreactor (1) acoplado a un equipo (8) que proporciona un movimiento de sube (41) y baja (42), 25 que permite cultivar *in vitro* material biológico (A).

El biorreactor (1) para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1) de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones ó plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11), está formado



por dos contenedores tubulares (2), de tamaño igual o diferente, cada uno con un extremo abierto (22) y otro extremo cerrado (23), y un accesorio de acoplamiento tubular (3), los cuales son unidos preferentemente con un mecanismo de roscas y empaques (32). El mecanismo de roscas está formado por una rosca (21) situada en el extremo abierto (22) de los contenedores tubulares (2), preferentemente exterior, y roscas (312) situadas en ambos extremos del accesorio de acoplamiento tubular (3), preferentemente interiores cuando la rosca (21) de los contenedores tubulares (2) es exterior. La unión entre cada contenedor tubular (2) y accesorio de acoplamiento tubular (3) es hermética, ya que cada uno incluye tres empaques (32) elaborados de un material elastomérico u otro material polimérico resistente al medio de cultivo líquido (B) y al proceso de esterilización, preferentemente del tipo *o-ring* y de teflón. El diámetro interno de los contenedores tubulares (2) y del accesorio de acoplamiento tubular (3) es el mismo, de tal manera que el medio de cultivo líquido (B) fluye fácilmente y sin restricciones, de un lado a otro del biorreactor (1). Los contenedores tubulares (2) pueden incubar el material biológico (A) y/o contener el medio de cultivo líquido (B), y están hechos de un material que permite la transmisión de luz.

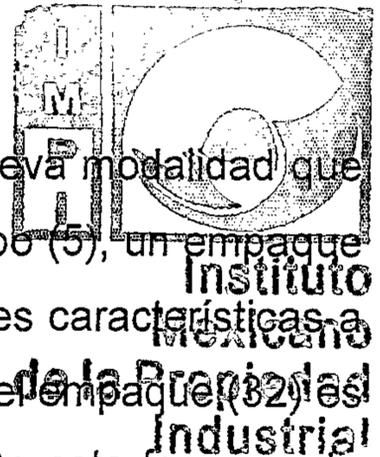
El accesorio de acoplamiento tubular (3) está formado por una pieza tubular (31) que permite la unión de los dos contenedores tubulares (2), uno a cada uno de sus lados y en posición axial, y una pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332). El accesorio de acoplamiento tubular (3) tiene al menos un puerto (311) para la entrada y/o salida de gases o medios de cultivo líquido (B) en donde también pueden ser colocados filtros (34). La pieza tubular (31) tiene rosca (312) en sus extremos, preferentemente interna, cuando los contenedores tubulares (2) tienen rosca externa (21). La pieza tubular (31) tiene dos asientos internos, laterales y circulares (313), uno a cada lado del centro de la pieza tubular (31), para colocar dos empaques (32), en donde al lado de un empaque (32) se coloca la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), y sobre el otro empaque (32) es colocado un contenedor tubular (2). El diámetro interno de la pieza tubular (31) y el diámetro de la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y



orificios (332), son iguales. La pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), tiene un asiento lateral, circular y periférico (333) donde es colocado otro empaque (32), sobre el cual es colocado un contenedor tubular (2).

La pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), permite el flujo sin restricciones del medio de cultivo líquido (B) y gases de un contenedor tubular (2) a otro, y confina y retiene el material biológico (A) en un contenedor tubular (2), o en ambos y de forma separada cuando cada contenedor tubular (2) tenga material biológico (A).

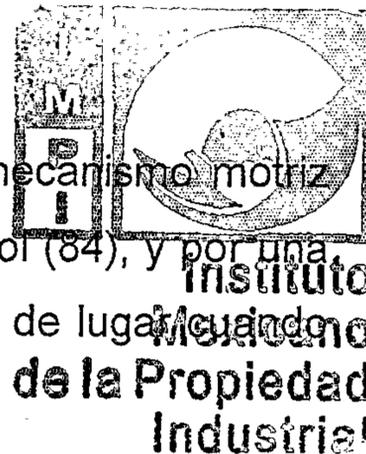
El biorreactor (1) de la presente invención tiene una nueva modalidad que consiste en un biorreactor de mayor volumen (12). Es decir, la capacidad volumétrica del biorreactor (1) es aumentada mediante el empleo adicional de tubos (5) y de accesorios de acoplamiento tubular (3), con diámetros internos iguales a los contenedores tubulares (2), donde el número de accesorios de acoplamiento tubular (3) adicionales es equivalente al número de tubos (5) añadidos menos uno, y donde solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332). Los tubos (5) empleados en este biorreactor de mayor volumen (12) tienen rosca externa (51) en sus extremos (52), de la misma manera que los contenedores tubulares (2). Estos tubos (5) son unidos entre sí ó a los contenedores tubulares (2) mediante los accesorios de acoplamiento tubular (3). En cualquier caso, los contenedores tubulares (2) son colocados siempre en los extremos del biorreactor de mayor volumen (12). Esta configuración del biorreactor de mayor volumen (12) produce que la capacidad de confinamiento y retención de material biológico (A) de uno de los contenedores tubulares (2) sea aumentada, y esté limitada hasta el accesorio de acoplamiento tubular (3) que tenga su pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332). La forma preferida de este biorreactor de mayor volumen (12) es emplear un biorreactor (1), un tubo (5) y un accesorio de acoplamiento tubular (3), con un diámetro interno igual a los contenedores tubulares (2), donde solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene su pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332).



El contenedor tubular (2) de la presente invención tiene una nueva modalidad que consiste en un nuevo contenedor tubular (7) formado por un tubo (5), un empaque (32) y una tapa (6). El tubo (5) y el empaque (32) son de iguales características a los empleados en el biorreactor de mayor volumen (12), donde el empaque (32) es colocado dentro de la tapa (6), que tiene rosca interna (61). De esta forma, este nuevo contenedor tubular (7) es ensamblado enroscando el tubo (5) dentro de la tapa (6) con su empaque (32), hasta alcanzar una unión hermética entre el tubo (5) y la tapa (6). Esto hace que el otro extremo (52) del tubo (5) con su rosca externa (51), quede libre, tal como ocurre en el contenedor tubular (2) original.

La aplicación y manejo del biorreactor (1, 12) para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1) de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones ó plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11), condiciona los materiales con los cuales debe de ser elaborado. De esta manera, los materiales deben ser resistentes y conservar sus características cuando sean sometidos al proceso de esterilización, el cual puede emplear diversas técnicas físicas o químicas, como radiación gamma, agua hirviendo, autoclaves con líquido caliente a presión, jabones y detergentes, y sustancias químicas. Además, los materiales deben ser translucidos a transparentes a la luz, tener un buen desempeño mecánico, sobre todo, resistencia al impacto y a esfuerzos cortantes. Estas propiedades deberán ser retenidas en las condiciones ambientales de uso del biorreactor (1, 12) que incluyen el tiempo de cultivo en el medio de cultivo líquido (B), exposición periódica a la luz UV natural o artificial, almacenamiento y transporte; es decir, los materiales deberán tener una larga durabilidad. Entre los materiales que cumplen estas características está un grupo selecto de polímeros formado por el policarbonato, polimetilmetacrilato, polimetilpenteno, polipropileno, polisulfona, poliestireno y polímeros similares.

El movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1, 12) es proporcionado por un equipo (8) caracterizado porque está integrado por una



estructura (81) de soporte, una o varias plataformas (4), un mecanismo motriz (82), un mecanismo de iluminación (83), un mecanismo de control (84), y por una serie de ruedas (85) en su parte inferior para facilitar su cambio de lugar cuando sea requerido.

- 5 La estructura (81) soporta las plataformas (4), el mecanismo motriz (82), el mecanismo de iluminación (83) y el mecanismo de control (84), y permite fijar una serie de ruedas (85). Cada plataforma (4) permite que sean distribuidos, colocados y fijados sobre ella uno o más biorreactores (1, 12), que contienen material biológico (A) y el medio de cultivo líquido (B), empleando un mecanismo de sujeción (43). Las plataformas (4) pueden tener diferentes formas y tamaños, de las cuales la forma rectangular es la preferida, ya que permite una mejor optimización de los espacios.

El mecanismo motriz (82) del equipo (8) puede ser hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico, o una combinación parcial o total de ellos, siendo el mecanismo electromecánico el preferido. Este mecanismo produce un movimiento de sube y baja (822), en forma alternada, de un elemento mecánico (821) que transmite este movimiento a una serie de plataformas (4) a través de uniones (44) entre ellas. Esta acción produce el movimiento de sube (41) y baja (42) de las plataformas (4), debido a que las plataformas (4) se apoyan y fijan en la estructura (81) sobre un eje de giro (45), que hace subir un extremo axial (11) del biorreactor (1, 12) y bajar el otro extremo axial (11) del biorreactor (1, 12), a la vez y de manera alternada. De esta forma, se produce el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1, 12) que hace que el medio de cultivo líquido (B) fluya fácilmente y sin restricciones de un extremo axial (11) del biorreactor (1, 12) al otro, por la acción de la gravedad, lo que permite cultivar *in vitro* material biológico (A).

El mecanismo de iluminación (83) del equipo (8) consiste esencialmente de una fuente de luz visible, preferentemente una lámpara de luz visible (831), y un dispositivo reflector de luz (832), que hace incidir la luz visible sobre los

biorreactores (1, 12), en donde la fuente de luz visible es programada según los periodos requeridos de luz-oscuridad.



El mecanismo de control (84) del equipo (8) es de tipo eléctrico ó electrónico, de los cuales el preferido es el del tipo electrónico que comprende principalmente programadores electrónicos de tiempo e interruptores electrónicos ó electromagnéticos. El mecanismo de control (84) permite programar el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1, 12), tanto en sus tiempos como en la magnitud de sus desplazamientos, en forma continua ó discontinua para producir respectivamente ciclos de inmersión (C) y aireación (D) ó solo ciclos de inmersión (C) en el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1) de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones o plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11).

Así, este equipo (8) proporciona un movimiento de sube (41) y baja (42) al biorreactor (1, 12), en forma continua ó discontinua, cíclica y programable, que hace subir un extremo axial (11) del biorreactor (1, 12) y bajar el otro extremo axial (11) del biorreactor (1, 12), a la vez y de manera alternada. Esto produce ciclos temporales alternados de inmersión (C) y aireación (D) dados por el movimiento de sube (41) y baja (42) de la plataforma (4), que produce el flujo sin restricciones del medio de cultivo líquido (B), de un contenedor tubular (2) a otro similar, por la acción de la gravedad, mientras que el material vegetal (A1) es retenido en uno de los contenedores tubulares (2). Cuando el movimiento de sube (41) y baja (42) es discontinuo se puede inducir una mayor duración de uno de los ciclos, ya sea el de inmersión (C) ó el de aireación (D).

Todo lo anterior permite integrar equipos (8) autónomos, modulables, móviles, y de fácil manejo y mantenimiento. La versatilidad de estos equipos (8) es aprovechada para integrar un conjunto de equipos (8) interconectados en serie, donde a partir de uno de ellos se controlan los demás, es decir, solo uno de ellos integra el mecanismo motriz (82) y el mecanismo de control (84).



Las ventajas de emplear el biorreactor (1) de la presente invención para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones ó plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11), consisten en los siguientes puntos:

5 Primero, la forma del biorreactor (1) y el movimiento de sube (41) y baja (42) permiten obtener ciclos de inmersión (C) y aireación (D) mediante la inmersión temporal del material biológico (A), sin un movimiento excesivo de este último, y un acceso fácil para la colocación y extracción del material biológico. Segundo, la forma y tamaño del biorreactor (1) permiten su fácil esterilización y transportación

10 de las áreas estériles a las áreas de cultivo. Tercero, el biorreactor (1) está formado por un número de piezas reducido, lo que hace que su manejo y ensamblaje sean muy sencillos. Cuarto, los materiales de elaboración del biorreactor (1) son esterilizables, con un buen desempeño mecánico a las temperaturas de uso y condiciones de esterilización, y transparentes y resistentes

15 a la degradación UV. Quinto, el diseño de cada una de las piezas que lo conforman permite alcanzar un cierre hermético cuando es armado el biorreactor (1); permite que el biorreactor (1) sea modular y de capacidad intermedia y variable; facilita el llenado, vaciado y cambio de medios de cultivo líquidos (B), la carga y descarga del material biológico (A), y; en caso de ser necesario, facilita el

20 suministro de fluidos líquidos ó gaseosos ó sustancias químicas, y la aireación forzada del biorreactor (1). Sexto, el diseño de la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), del accesorio de acoplamiento tubular (3), permite una mayor oxigenación del medio de cultivo líquido (B) durante el movimiento de sube (41) y baja (42). Séptimo, el cultivo de material biológico (A) puede realizarse

25 en forma independiente, es decir, sin el suministro de fluidos líquidos ó gaseosos ó sustancias químicas. Octavo, este biorreactor (1) tiene un costo de producción unitario y de operación bajo. Noveno, el volumen del biorreactor (1) puede ampliarse, para formar un biorreactor de mayor volumen (12), añadiendo tubos (5) que son unidos ya sea a un contenedor tubular (2) ó a otro tubo (5) mediante los

30 accesorios de acoplamiento tubular (3), donde solo uno de ellos tiene la pieza



plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), de forma que la capacidad de confinamiento y retención de material biológico (A) en uno de los contenedores tubulares (2) aumenta y está limitada hasta el accesorio de acoplamiento tubular (3) que tenga colocada su pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332).

#### 4. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las siguientes figuras ilustran la realización preferida de la presente invención, incorporan parte de las especificaciones, y junto con la descripción, sirven para explicar sus principios de operación.

La **Figura 1** es una vista en perspectiva del biorreactor (1) que consta de dos contenedores tubulares (2) de policarbonato y un accesorio de acoplamiento tubular (3); donde el biorreactor (1) tiene dos extremos axiales (11);

la **Figura 2** es una vista de la sección transversal del mencionado biorreactor (1), con sus dos extremos axiales (11), colocado y fijado sobre la plataforma (4), con material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11) y un medio de cultivo líquido (B), en donde es indicada la alternancia de posiciones de inmersión (C) y aireación (D) dado por el movimiento de sube (41) y baja (42) de la plataforma (4);

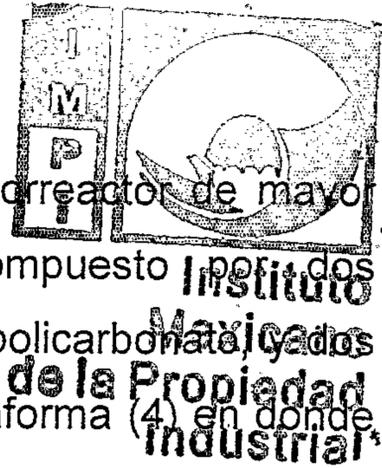
la **Figura 3** es una vista superior (E) y en perspectiva (F) del accesorio de acoplamiento tubular (3) con dos puertos (311) para la entrada y/o salida de fluidos gaseosos o líquidos o sustancias químicas, donde los puertos (311) pueden tener acoplados un filtro (34); donde el accesorio de acoplamiento tubular (3) está formado por una pieza tubular (31) de policarbonato que tiene rosca interna (312), y una pieza plana circular (33) de policarbonato, con ranuras (331) y orificios (332), y un asiento lateral, circular y periférico (333);



la **Figura 4** es una vista en perspectiva del biorreactor (1) que se está armando, describiendo, en donde son mostradas las piezas que lo integran: dos contenedores tubulares (2) de policarbonato, cada uno con un extremo abierto (22) y otro extremo cerrado (23), con rosca exterior (21) en su extremo abierto (22) para colocar la pieza tubular (31) de policarbonato; pieza tubular (31) de policarbonato con rosca interna (312) en cada uno de sus extremos y dos asientos internos, laterales y circulares (313), localizados en el interior y a la mitad de la longitud de la pieza tubular (31) de policarbonato, para colocar dos empaques (32), preferentemente del tipo *o-ring* y de teflón, en donde al lado de uno de ellos se coloca la pieza plana circular (33) de policarbonato; esta pieza plana circular (33) de policarbonato tiene ranuras (331) y orificios (332), y un asiento lateral, circular y periférico (333), en uno de sus lados, para colocar otro empaque (32), preferentemente del tipo *o-ring* y de teflón, que hace contacto con uno de los contenedores tubulares (2) de policarbonato cuando es armado el biorreactor (1); donde los diámetros internos de los contenedores tubulares (2) de policarbonato y del accesorio de acoplamiento tubular (3) tienen el mismo valor;

la **Figura 5** es una vista en perspectiva de la forma de unir un tubo (5) de policarbonato con rosca externa (51) en sus extremos (52), y un accesorio de acoplamiento tubular (3), que comprende una pieza tubular (31), empaques (32), preferentemente del tipo *o-ring* y de teflón, en cada extremo (52) del tubo (5); donde se muestra que solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene su pieza plana circular (33) de policarbonato, con ranuras (331) y orificios (332);

la **Figura 6** es una vista en perspectiva de un nuevo contenedor tubular (7) compuesto por un tubo (5) de policarbonato con rosca externa (51), una tapa (6) de policarbonato, con rosca interna (61), y un empaque (32), preferentemente del tipo *o-ring* y de teflón, en donde se observa como uno de los extremos (52) del tubo (5), con su rosca externa (51), queda abierto;

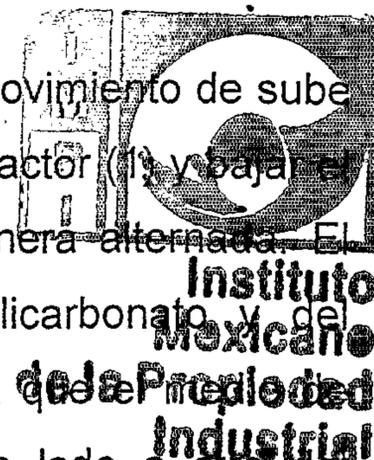


la **Figura 7** es una vista de la sección transversal de un biorreactor de mayor volumen (12), con sus dos extremos axiales (11), compuesto por dos contenedores tubulares (2) de policarbonato, un tubo (5) de policarbonato y accesorios de acoplamiento tubular (3), puestos sobre la plataforma (4) en donde es indicado el movimiento de sube (41) y baja (42) de la plataforma (4); y

la **Figura 8** es una vista en perspectiva del equipo (8) de la presente invención que consta de una estructura (81), varias plataformas (4) con mecanismo de sujeción (43); un mecanismo motriz (82) con su elemento mecánico (821) que produce un movimiento de sube y baja (822) transmitido a una serie de plataformas (4) a través de uniones (44) entre ellas, que produce el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1), debido a que las plataformas (4) se apoyan y fijan en la estructura (81) sobre un eje de giro (45); un mecanismo de iluminación (83) compuesto por lámpara de luz visible (831) y dispositivo reflector de luz (832); un mecanismo de control (84) y una serie de ruedas (85); asimismo se muestra cómo es colocado y fijado un biorreactor (1) para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11) sobre una plataforma (4) empleando el mecanismo de sujeción (43).

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

La realización preferida de la presente invención consiste en un sistema para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11). El sistema está integrado por al menos un biorreactor (1) que permite cultivar *in vitro* material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11), acoplado a un equipo (8) que le proporciona un movimiento de sube (41) y baja (42) al biorreactor (1). El biorreactor (1) está formado por dos contenedores tubulares (2) de policarbonato, cada uno con un extremo abierto (22) y otro extremo cerrado (23), y un accesorio de acoplamiento tubular (3), dispuesto en



una plataforma (4) horizontal del equipo (8) que le imparte un movimiento de sube (41) y baja (42), que hace subir un extremo axial (11) del biorreactor (1) y baja el otro extremo axial (11) del biorreactor (1), a la vez y de manera alternada. El diámetro interno de los contenedores tubulares (2) de policarbonato y del accesorio de acoplamiento tubular (3) es igual, de tal manera que el medio de cultivo líquido (B) fluye fácilmente y sin restricciones, de un lado a otro del biorreactor (1). Los contenedores tubulares (2) de policarbonato almacenan el material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11), y el medio de cultivo líquido (B), donde el policarbonato es un polímero que permite la transmisión de luz visible, es resistente a la degradación UV, tiene un buen desempeño mecánico y retiene estas propiedades en las condiciones ambientales de uso; asimismo, cada contenedor tubular (2) de policarbonato tiene rosca exterior (21) en su extremo abierto (22).

El accesorio de acoplamiento tubular (3) está formado por una pieza tubular (31) de policarbonato, tres empaques (32) y una pieza plana circular (33) de policarbonato. Los empaques (32) son preferentemente del tipo *o-ring* y de teflón, que es un material resistente al medio de cultivo líquido (B) y al proceso de esterilización. La pieza tubular (31) de policarbonato permite su unión con los dos contenedores tubulares (2) de policarbonato, uno a cada uno de sus lados y en posición axial, y de la forma siguiente. La pieza tubular (31) de policarbonato tiene dos asientos internos, laterales y circulares (313), uno a cada lado del centro de la pieza tubular (31) de policarbonato, en donde en cada uno es puesto un empaque (32). Sobre uno de estos empaques (32) es colocado el extremo abierto (22) del contenedor tubular (2) de policarbonato, de forma que es hecho girar sobre sus roscas externas (21) que entran dentro de las roscas internas (312) de la pieza tubular (31) de policarbonato. Sobre el otro empaque (32) es puesta la pieza plana circular (33) de policarbonato, de forma que su asiento lateral, circular y periférico (333) quede sobre el lado contrario en donde ha sido colocada la pieza tubular (31) de policarbonato sobre el segundo empaque (32). La pieza tubular (31) de



policarbonato tiene dos puertos (311), para la entrada y/o salida de fluidos gaseosos o líquidos o sustancias químicas, donde los puertos (311) pueden tener

acoplados filtros (34). Es importante mencionar que la pieza plana circular (33) de policarbonato tiene ranuras (331) y orificios (332) que permiten el flujo sin

5 restricciones del medio de cultivo líquido (B) de un lado a otro del biorreactor (1).

Sobre el asiento lateral, circular y periférico (333) de esta pieza plana circular (33) de policarbonato, con ranuras (331) y orificios (332), es colocado el tercer empaque (32). Finalmente, sobre este empaque (32) es colocado el extremo

abierto (22) del otro contenedor tubular (2) de policarbonato, de forma que es  
10 hecho girar sobre sus roscas externas (21) que entran sobre las otras roscas internas (312) de la pieza tubular (31) de policarbonato.

El biorreactor (1) de la presente invención tiene una nueva modalidad que consiste en un biorreactor de mayor volumen (12). Es decir, la capacidad volumétrica del

15 biorreactor (1) es aumentada mediante el empleo adicional de tubos (5) de policarbonato y de accesorios de acoplamiento tubular (3), con diámetros internos iguales a los contenedores tubulares (2) de policarbonato, donde el número de accesorios de acoplamiento tubular (3) adicionales es equivalente al número de

tubos (5) de policarbonato añadidos menos uno, y donde solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene la pieza plana circular (33) de  
20 policarbonato, con ranuras (331) y orificios (332). Los tubos (5) de policarbonato empleados en este biorreactor de mayor volumen (12) tienen rosca externa (51) en sus extremos (52), de la misma manera que los contenedores tubulares (2) de policarbonato. Estos tubos (5) de policarbonato son unidos entre sí ó a los

contenedores tubulares (2) de policarbonato mediante los accesorios de  
25 acoplamiento tubular (3). En cualquier caso, los contenedores tubulares (2) de policarbonato son colocados siempre en los extremos del biorreactor de mayor volumen (12). Esta configuración del biorreactor de mayor volumen (12) produce que su capacidad de confinamiento y retención de material biológico (A),

preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas  
30 (A11), aumente comparada con la configuración del otro biorreactor (1) compuesto



solo de dos contenedores tubulares (2) de policarbonato y un accesorio de acoplamiento tubular (3), la cual está limitada hasta el tubo (5) de policarbonato que tenga unido el accesorio de acoplamiento tubular (3), con su pieza plana circular (33) de policarbonato, con ranuras (331) y orificios (332). La forma preferida de este biorreactor de mayor volumen (12) es emplear un biorreactor (1), un tubo (5) de policarbonato y un accesorio de acoplamiento tubular (3), con un diámetro interno igual a los contenedores tubulares (2) de policarbonato, donde solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene la pieza plana circular (33) de policarbonato, con ranuras (331) y orificios (332).

El contenedor tubular (2) de policarbonato, de la presente invención tiene una nueva modalidad que consiste en un nuevo contenedor tubular (7) de policarbonato, formado por un tubo (5) de policarbonato, un empaque (32) del tipo *o-ring* y de teflón, y una tapa (6) de policarbonato. El tubo (5) de policarbonato y el empaque (32) del tipo *o-ring* y de teflón, son de iguales características a los empleados en el biorreactor de mayor volumen (12), donde el empaque (32), del tipo *o-ring* y de teflón, es colocado dentro de la tapa (6) de policarbonato, que tiene rosca interna (61). De esta forma, este nuevo contenedor tubular (7) de policarbonato es ensamblado enroscando el tubo (5) de policarbonato dentro de la tapa (6) de policarbonato con su empaque (32), del tipo *o-ring* y de teflón, hasta alcanzar una unión hermética entre el tubo (5) de policarbonato y la tapa (6) de policarbonato. Esto hace que el otro extremo (52) del tubo (5) de policarbonato, con su rosca externa (51), quede libre, tal como ocurre con el contenedor tubular (2) de policarbonato.

El equipo (8) está integrado por una estructura (81), plataformas (4) con mecanismos de sujeción (43), un mecanismo motriz (82), un mecanismo de iluminación (83), un mecanismo de control (84), y una serie de ruedas (85) en su parte inferior para facilitar el cambio de lugar del equipo (8) cuando sea requerido.

La estructura (81) soporta las plataformas (4), el mecanismo motriz (82), el mecanismo de iluminación (83) y el mecanismo de control (84), y permite fijar una

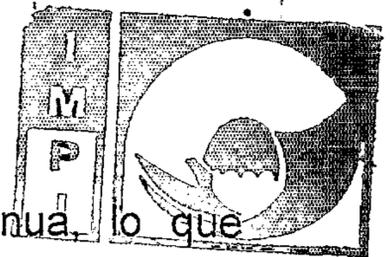


serie de ruedas (85). Cada plataforma (4) permite que sean distribuidos, colocados y fijados sobre ella uno o más biorreactores (1), que contienen material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11), y el medio de cultivo líquido (B), empleando un mecanismo de sujeción (43). Las plataformas (4) pueden tener diferentes formas y tamaños, de las cuales la forma rectangular es la preferida, ya que permite una mejor optimización de los espacios.

El mecanismo motriz (82) es electromecánico y comprende un elemento mecánico (821) que produce primero un movimiento de sube y baja (822) que es transmitido a una serie de plataformas (4) a través de uniones (44) entre ellas. Esta acción produce el movimiento de sube (41) y baja (42) de las plataformas (4) debido a que estas plataformas (4) se apoyan y fijan en la estructura (81) sobre un eje de giro (45), que hace subir un extremo axial (11) del biorreactor (1) y bajar el otro extremo axial (11) del biorreactor (1), a la vez y de manera alternada. De esta forma, se produce el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1) que hace que el medio de cultivo líquido (B) fluya fácilmente y sin restricciones de un extremo axial (11) al otro extremo axial (11) del biorreactor (1), por la acción de la gravedad, mientras que el material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11), es retenido en uno o en ambos contenedores tubulares (2).

El mecanismo de iluminación (83) comprende lámparas de luz visible (831) y un dispositivo reflector de luz (832), que hace incidir la luz de las lámparas de luz visible (831) sobre los biorreactores (1), donde la fuente de luz visible puede ser programada según sean requeridos ciclos de luz-oscuridad. Cada plataforma (4) cuenta con su lámpara de luz visible (831) y su dispositivo reflector de luz (832).

El mecanismo de control (84) es de tipo electrónico y comprende principalmente programadores electrónicos de tiempo e interruptores electrónicos ó electromagnéticos. El mecanismo de control (84) permite programar el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1), tanto en sus tiempos como en la

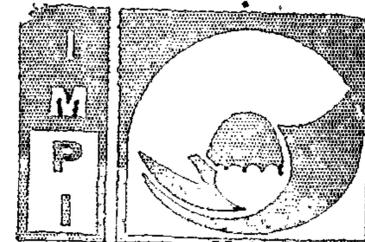


magnitud de sus desplazamientos, en forma continua ó discontinua, lo que produce respectivamente ciclos de inmersión (C) y aireación (D) ó solo ciclos de inmersión (C) en el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11).

- 5 Así, el equipo (8) genera un movimiento de sube (41) y baja (42), en forma continua ó discontinua, cíclica y programable, que hace subir un extremo axial (11) del biorreactor (1) y bajar el otro extremo axial (11) del biorreactor (1), a la vez y de manera alternada. Esto produce ciclos temporales alternados de inmersión (C) y aireación (D) dados por el movimiento de sube (41) y baja (42) de la plataforma
- 10 (4), que produce el flujo sin restricciones del medio de cultivo líquido (B), de un contenedor tubular (2) de policarbonato a otro similar, por la acción de la gravedad, mientras que el material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1), preferentemente embriones y plántulas (A11), es retenido en uno de los contenedores tubulares (2) de policarbonato. Cuando el movimiento de sube (41) y
- 15 baja (42) es discontinuo se puede inducir una mayor duración de uno de los ciclos, ya sea el de inmersión (C) ó el de aireación (D).

Todo lo anterior permite integrar equipos (8) autónomos, modulables, móviles, y de fácil manejo y mantenimiento. La versatilidad de estos equipos (8) es aprovechada para integrar un conjunto de equipos (8) interconectados en serie,

20 donde a partir de uno de ellos se controlan los demás, es decir, solo uno de ellos integre el mecanismo motriz (82) y el mecanismo de control (84).



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema para el cultivo *in vitro* de material biológico (A) caracterizado porque comprende,

5 a. Al menos un biorreactor (1) para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1) de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones ó plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11), caracterizado porque contiene dicho material biológico (A) y un medio de cultivo líquido (B), y porque comprende,

10 i. dos contenedores tubulares (2), cada uno con un extremo abierto (22) y otro extremo cerrado (23), y

ii. un accesorio de acoplamiento tubular (3) que une entre sí, de forma hermética, a los contenedores tubulares (2),

15 b. Un equipo (8) para producir un movimiento de sube (41) y baja (42), con ciclos, movimientos de sube (41) y baja (42), y tiempos programables, caracterizado porque comprende,

i. una estructura (81),

ii. una o varias plataformas (4), con mecanismos de sujeción (43),

iii. un mecanismo motriz (82),

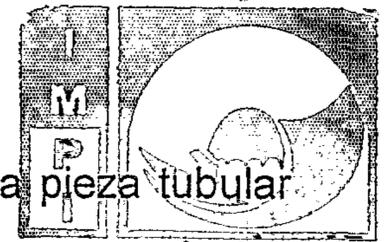
20 iv. un mecanismo de iluminación (83),

v. un mecanismo de control (84), y

vi. una serie de ruedas (85).

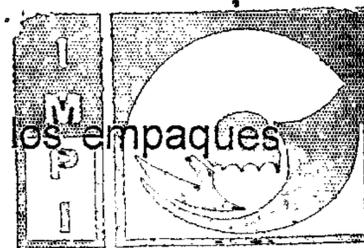


2. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el diámetro interno de los contenedores tubulares (2) y del accesorio de acoplamiento tubular (3) es el mismo, de tal manera que el medio de cultivo líquido (B) fluye fácilmente y sin restricciones, de un lado a otro del biorreactor (1).
- 5 3. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el material biológico (A) para el cultivo *in vitro* se encuentra confinado y retenido en uno o en ambos contenedores tubulares (2) por medio del accesorio de acoplamiento tubular (3).
- 10 4. El sistema de conformidad con la reivindicación 3, en donde la forma preferida para confinar y retener el material biológico (A) para el cultivo *in vitro* es solamente en uno de los contenedores tubulares (2).
5. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde los contenedores tubulares (2) son unidos al accesorio de acoplamiento tubular (3), mediante un mecanismo de roscas.
- 15 6. El sistema de conformidad con la reivindicación 5, donde el mecanismo de roscas consiste en que los contenedores tubulares (2) tienen rosca (21) en su salida, preferentemente exterior, que permite su unión al accesorio de acoplamiento tubular (3), que tiene rosca (312) en su interior.
- 20 7. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el accesorio de acoplamiento tubular (3) comprende una pieza tubular (31), una pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332) ensamblada en la parte media de la pieza tubular (31), y tres empaques (32), dos puestos uno a cada lado de la pieza tubular (31), y el tercero puesto sobre la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332); donde el diámetro interno de la pieza tubular (31) y el diámetro de la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), son iguales.
- 25



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

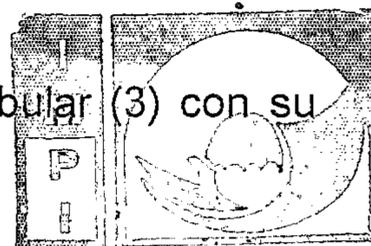
8. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde la pieza tubular (31) tiene rosca (312) en sus extremos, preferentemente interna cuando los contenedores tubulares (2) tienen rosca externa (21).
- 5 9. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde la pieza tubular (31) tiene dos asientos internos, laterales y circulares (313), uno a cada lado del centro de la pieza tubular (31), para colocar empaques (32), en donde al lado de uno de tales empaques (32) se coloca la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), y sobre el otro empaque (32) es colocado un contenedor tubular (2).
- 10 10. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), permite el flujo sin restricciones del medio de cultivo líquido (B) y gases de uno contenedor tubular (2) a otro.
- 15 11. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), tiene un asiento lateral, circular y periférico (333), donde es colocado otro empaque (32) sobre el cual es colocado un contenedor tubular (2).
- 20 12. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), confina y retiene el material biológico (A) en uno o en ambos contenedores tubulares (2).
13. El sistema de conformidad con la reivindicación 12, en donde la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), confina y retiene el material biológico (A) en un contenedor tubular (2).
- 25 14. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde los empaques (32) están elaborados de un material elastomérico u otro material polimérico resistente al medio de cultivo líquido (B) y al proceso de esterilización.



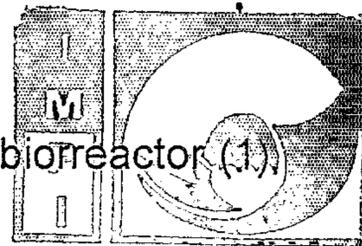
Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

15. El sistema de conformidad con la reivindicación 14, en donde los empaques (32) de los accesorios de acoplamiento tubular (3) son de teflón.
16. El sistema de conformidad con la reivindicación 7, en donde los empaques (32) de los accesorios de acoplamiento tubular (3) son del tipo o-ring.
- 5 17. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el biorreactor (1) tiene una nueva modalidad que consiste en un biorreactor de mayor volumen (12), que comprende un biorreactor (1), tubos (5) y accesorios de acoplamiento tubular (3), con diámetros internos iguales a los contenedores tubulares (2), donde el número de accesorios de acoplamiento tubular (3) adicionales es equivalente al número de tubos (5) añadidos menos uno, donde los extremos (52) de un tubo (5) son unidos a un contenedor tubular (2) ó a otro tubo (5) por medio de un accesorio de acoplamiento tubular (3), donde solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332).
- 10
- 15 18. El sistema de conformidad con la reivindicación 17, en donde los tubos (5) tienen rosca externa (51) en sus extremos (52), de la misma manera que los contenedores tubulares (2). Estos tubos (5) son unidos entre sí ó a los contenedores tubulares (2) mediante los accesorios de acoplamiento tubular (3).
- 20 19. El sistema de conformidad con la reivindicación 17, en donde la forma preferida de este biorreactor de mayor volumen (12) comprende un biorreactor (1) conforme con la reivindicación 1, un tubo (5) y un accesorio de acoplamiento tubular (3), donde solo uno de los accesorios de acoplamiento tubular (3) tiene la pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332).
- 25 20. El sistema de conformidad con la reivindicación 17, en donde el biorreactor de mayor volumen (12), tiene una capacidad de confinamiento y retención de material biológico (A) en uno de los contenedores tubulares (2), limitada hasta

el tubo (5) que tenga unido el accesorio de acoplamiento tubular (3) con su pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332).



21. El sistema de conformidad con la reivindicación 1 y 17, en donde el contenedor tubular (2) tiene una nueva modalidad que consiste en un nuevo contenedor tubular (7) formado por un tubo (5), un empaque (32) y una tapa (6); donde el tubo (5) y el empaque (32) son de iguales características a los empleados en el biorreactor de mayor volumen (12); donde el empaque (32) es colocado dentro de la tapa (6); y donde la tapa (6) tiene rosca interna (61).
22. El sistema de conformidad con la reivindicación 21, donde el nuevo contenedor tubular (7) es ensamblado enroscando el tubo (5) dentro de la tapa (6) con su empaque (32), hasta alcanzar una unión hermética entre el tubo (5) y la tapa (6), que hace que el otro extremo (52) del tubo (5) con su rosca externa (51), quede libre, tal como ocurre con el contenedor tubular (2).
23. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde en donde el biorreactor (1) tiene al menos un puerto (311) de entrada-salida.
24. El sistema de conformidad con la reivindicación 23, en donde uno o más de los puertos (311) de entrada-salida del biorreactor (1) permiten el suministro de fluidos líquidos ó gaseosos ó sustancias químicas, ó la aireación forzada del biorreactor (1).
25. El sistema de conformidad con la reivindicación 23, en donde al menos uno de los puertos (311) de entrada-salida del biorreactor (1) tiene un filtro (34) acoplado.
26. El sistema de conformidad con la reivindicación 23, en donde los puertos (311) de entrada-salida del biorreactor (1) están localizados en el accesorio de acoplamiento tubular (3).



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

27. El sistema de conformidad con la reivindicación 23, en donde el biorreactor (1) tiene un puerto (311) de entrada y un puerto (311) de salida.

28. El sistema de conformidad con la reivindicación 27, en donde el biorreactor (1) tiene al menos un filtro (34) acoplado, ya sea al puerto (311) de entrada ó al puerto (311) de salida.

29. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde los contenedores tubulares (2) y el accesorio de acoplamiento tubular (3) están elaborados por algún polímero de un grupo de selecto de polímeros caracterizado por,

a. ser translucidos a transparentes a la luz;

b. tener un buen desempeño mecánico, sobre todo, resistencia al impacto y a esfuerzos cortantes;

c. retener tales propiedades en las condiciones ambientales de uso del biorreactor (1):

i. tiempo de cultivo en el medio de cultivo líquido (B),

ii. exposición periódica a la luz UV natural o artificial,

iii. almacenamiento y transporte, y

iv. proceso de esterilización, el cual puede emplear diversas técnicas físicas o químicas.

30. El sistema de conformidad con la reivindicación 29, en donde el grupo selecto de polímeros son el policarbonato, polimetilmetacrilato, polimetilpenteno, polipropileno, polisulfona, poliestireno, y polímeros similares.

31. El sistema de conformidad con la reivindicación 30, en donde el polímero preferido del grupo selecto de polímeros es el policarbonato.



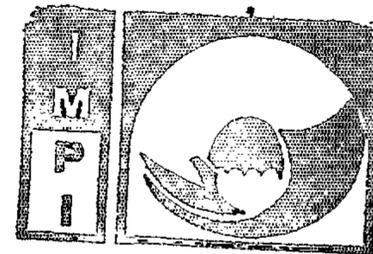
32. El sistema de conformidad con la reivindicación 29, en donde la técnica física preferida de esterilización del grupo selecto de polímeros es una autoclave que contiene un líquido caliente a presión.
33. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde la estructura (81) soporta las plataformas (4), el mecanismo motriz (82), el mecanismo de iluminación (83) y el mecanismo de control (84), y permite fijar una serie de ruedas (85).
34. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el mecanismo de sujeción (43) de las plataformas (4) permite que sean distribuidos, colocados y fijados sobre ellas uno o más biorreactores (1), que contienen material biológico (A) y el medio de cultivo líquido (B).
35. El sistema de conformidad con la reivindicación 34, en donde el mecanismo de sujeción (43) también permite que las plataformas (4) se apoyen y fijen a la estructura (81) sobre un eje de giro (45), tal que cada plataforma (4) permite transmitir su movimiento de sube (41) y baja (42) a los biorreactores (1).
36. El sistema de conformidad con la reivindicación 35, tal que el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1) permite el flujo sin restricciones del medio de cultivo líquido (B) de un extremo axial (11) al otro extremo axial (11) del biorreactor (1), por la acción de la gravedad.
37. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde la plataforma (4) puede tener diferentes formas y tamaños, preferentemente de forma rectangular.
38. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el mecanismo motriz (82) puede ser hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico, o una combinación parcial o total de ellos, preferentemente electromecánico.



39. El sistema de conformidad con la reivindicación 38, en donde el mecanismo motriz (82) produce primero un movimiento de sube y baja (822) de un elemento mecánico (821) que transmite respectivamente su movimiento a una serie de plataformas (4) a través de uniones (44) entre ellas, el cual produce un movimiento de sube (41) y baja (42) de las plataformas (4) debido a que se apoyan y fijan en la estructura (81) sobre un eje de giro (45), que hace subir un extremo axial (11) del biorreactor (1) y bajar el otro extremo axial (11) del biorreactor (1), a la vez y de manera alternada. De esta forma, se produce el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1).
40. El sistema de conformidad con la reivindicación 39, donde el movimiento de sube (41) y baja (42) puede realizarse de forma continua ó discontinua, cíclica y programable, produciendo un flujo del medio de cultivo líquido (B) de un contenedor tubular (2) a otro por la acción de la gravedad, mientras que el material biológico (A) es retenido en uno o en ambos contenedores tubulares (2).
41. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el mecanismo de iluminación (83) comprende esencialmente una fuente de luz visible y un dispositivo reflector de luz (832), que hace incidir la luz visible sobre los biorreactores (1).
42. El sistema de conformidad con la reivindicación 41, en donde la fuente de luz visible son lámparas de luz visible (831).
43. El sistema de conformidad con la reivindicación 41, en donde cada plataforma (4) cuenta su fuente de luz visible y su dispositivo reflector de luz (832).
44. El sistema de conformidad con la reivindicación 41, en donde la fuente de luz visible es programada según los periodos requeridos de luz-oscuridad.
45. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el mecanismo de control (84) es del tipo eléctrico ó electrónico, preferentemente electrónico.



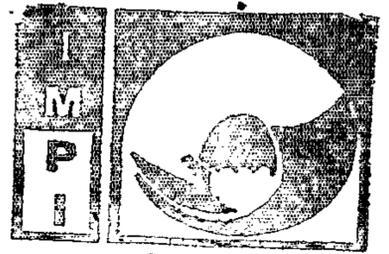
46. El sistema de conformidad con la reivindicación 45, en donde el mecanismo de control (84) electrónico comprende principalmente programadores electrónicos de tiempo e interruptores electrónicos ó electromagnéticos.
47. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, en donde el mecanismo de control (84) permite programar el movimiento de sube (41) y baja (42) de los biorreactores (1), tanto en sus tiempos como en la magnitud de sus desplazamientos, en forma continua ó discontinua, que producen respectivamente ciclos de inmersión (C) y aireación (D) ó solo ciclos de inmersión (C) en el cultivo *in vitro* de material biológico (A).
48. El sistema de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además dos o más equipos (8).
49. El sistema de conformidad con la reivindicación 48, donde estos equipos (8) están interconectados en serie, tal que solo uno de ellos integre el mecanismo motriz (82) y el mecanismo de control (84).



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

## RESUMEN

La presenta invención está relacionada con un sistema para el cultivo *in vitro* de material biológico (A), preferentemente material vegetal (A1) de cualquier especie como células, tejidos, órganos, embriones vegetales ó plántulas, preferentemente embriones y plántulas (A11). El sistema está integrado por al menos un biorreactor (1) acoplado a un equipo (8) que le proporciona un movimiento de sube (41) y baja (42) que permite cultivar *in vitro* material biológico (A). El biorreactor (1) está formado por dos contenedores tubulares (2) y un accesorio de acoplamiento tubular (3), dispuesto sobre la plataforma (4) horizontal de un equipo (8) que le imparte un movimiento de sube (41) y baja (42), cíclico y programable. Los contenedores tubulares (2) almacenan el material biológico (A), el medio de cultivo líquido (B), y están hechos de un material que permite la transmisión de luz. El accesorio de acoplamiento tubular (3) es formado por una pieza tubular (31) que permite la unión de los dos contenedores tubulares (2), uno a cada uno de sus lados y en posición axial, y una pieza plana circular (33), con ranuras (331) y orificios (332), que permite el flujo sin restricciones del medio de cultivo líquido (B) y gases; además, tiene varias entradas y salidas para gases o líquidos donde también pueden colocarse filtros (34). El volumen del biorreactor (1) puede ser incrementado mediante la adición de uno o más tubos (5), unidos entre sí o a los contenedores tubulares (2) por medio de los accesorios de acoplamiento tubular (3), lo que aumenta su capacidad, para constituir un biorreactor de mayor volumen (12). El biorreactor (1, 12) produce ciclos temporales alternados de inmersión (C) y aireación (D) en el material biológico (A) mediante un movimiento de sube (41) y baja (42) proporcionado por un equipo (8), que produce un flujo del medio de cultivo líquido (B) de un contenedor tubular (2) a otro por la acción de la gravedad, mientras las plántulas son retenidas en uno de los contenedores tubulares (2).



2 Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

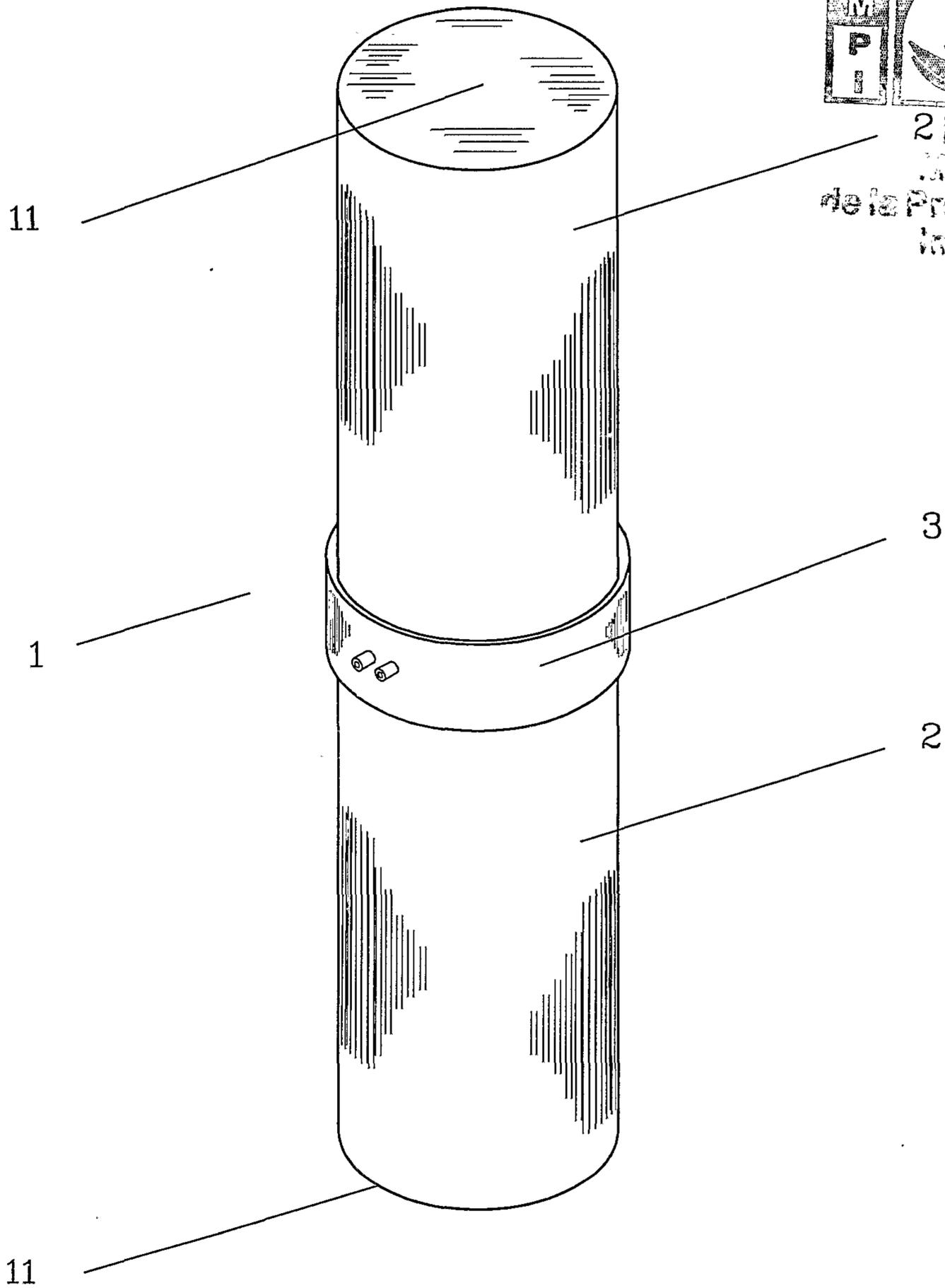
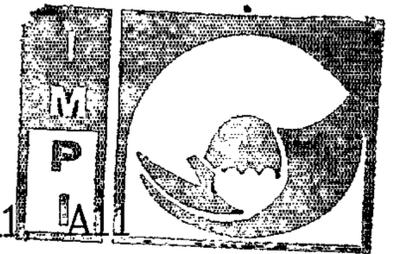


FIGURA 1



Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

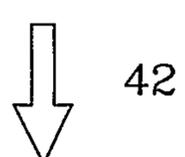
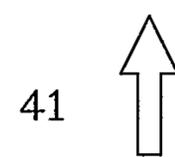
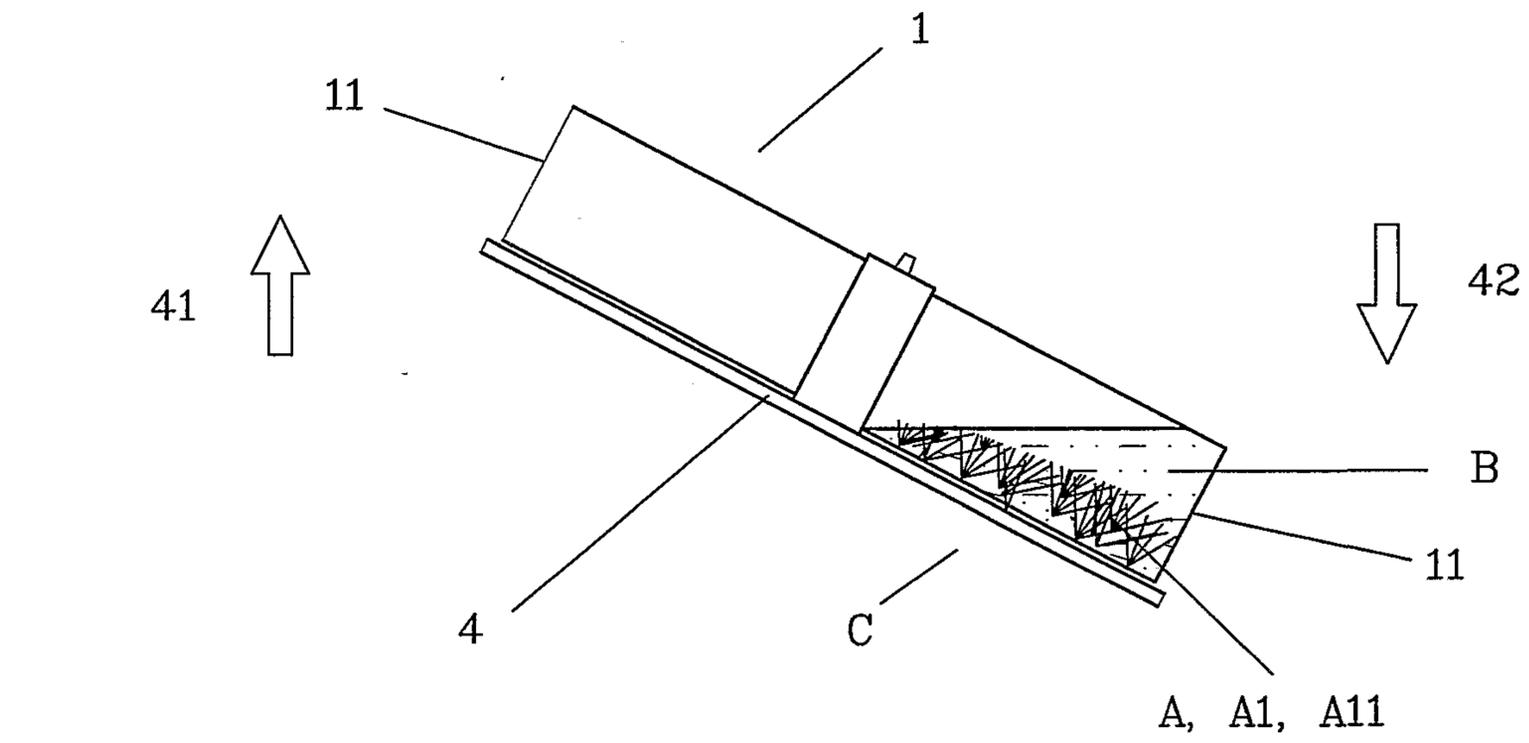
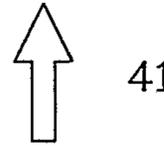
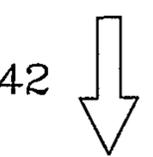
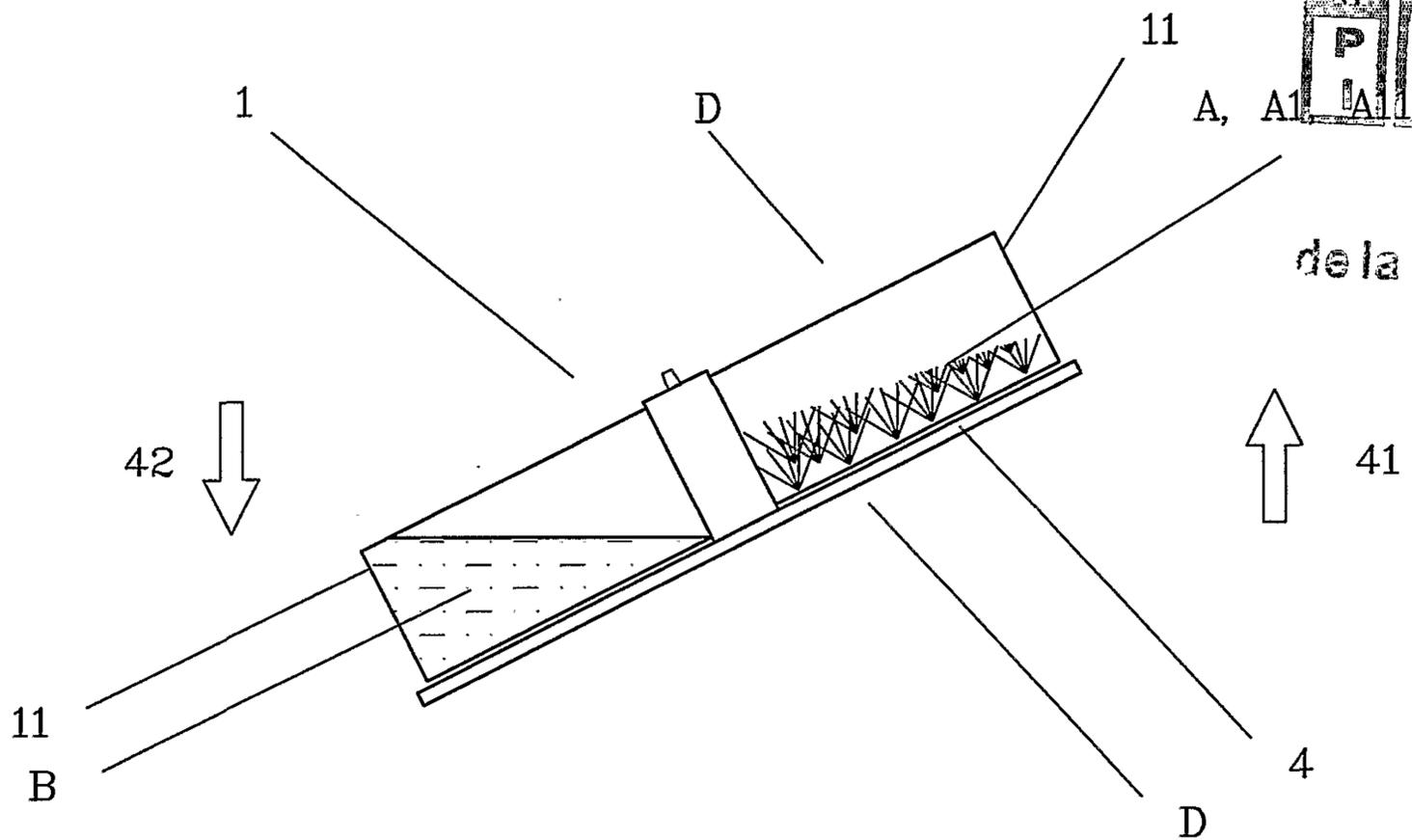
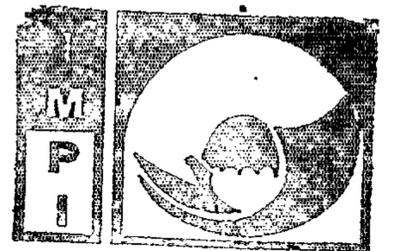


FIGURA 2



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

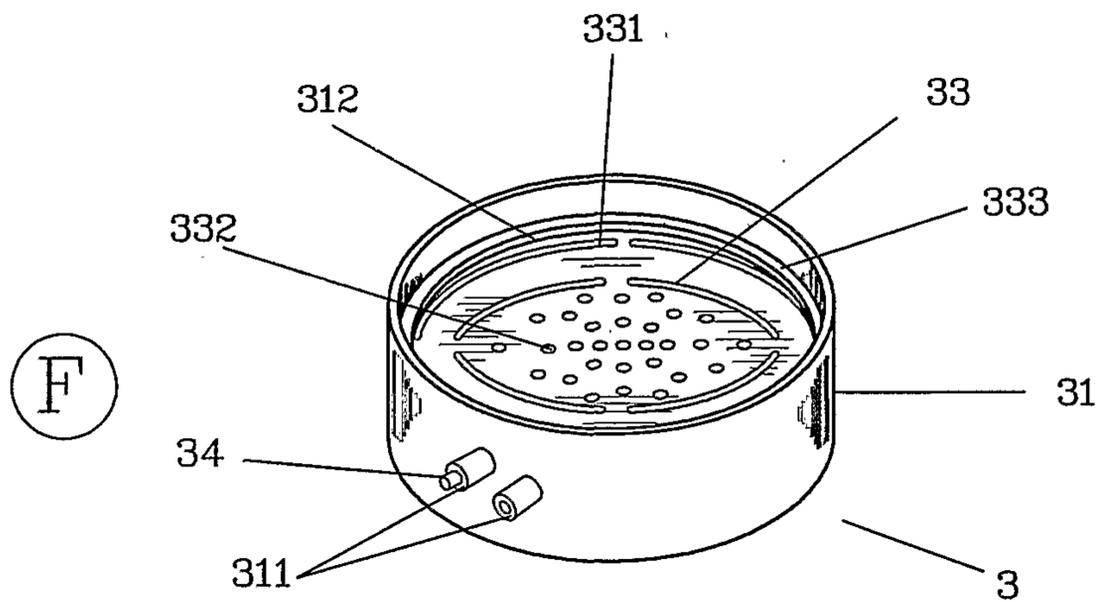
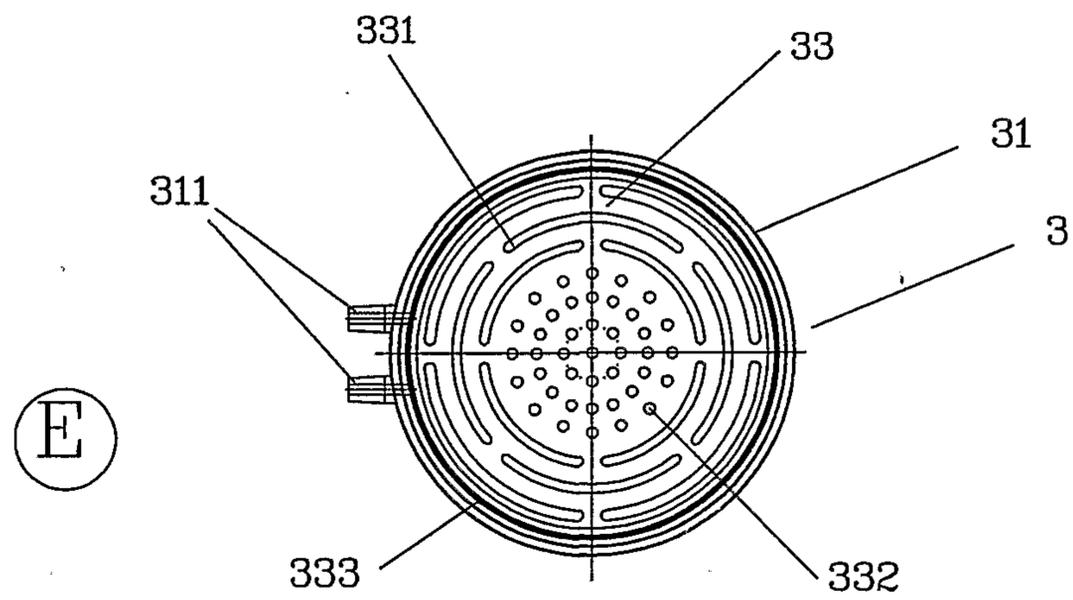
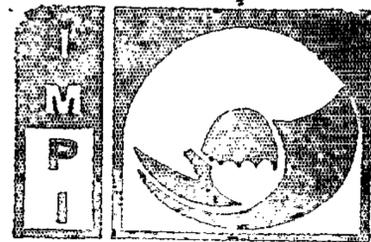


FIGURA 3



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

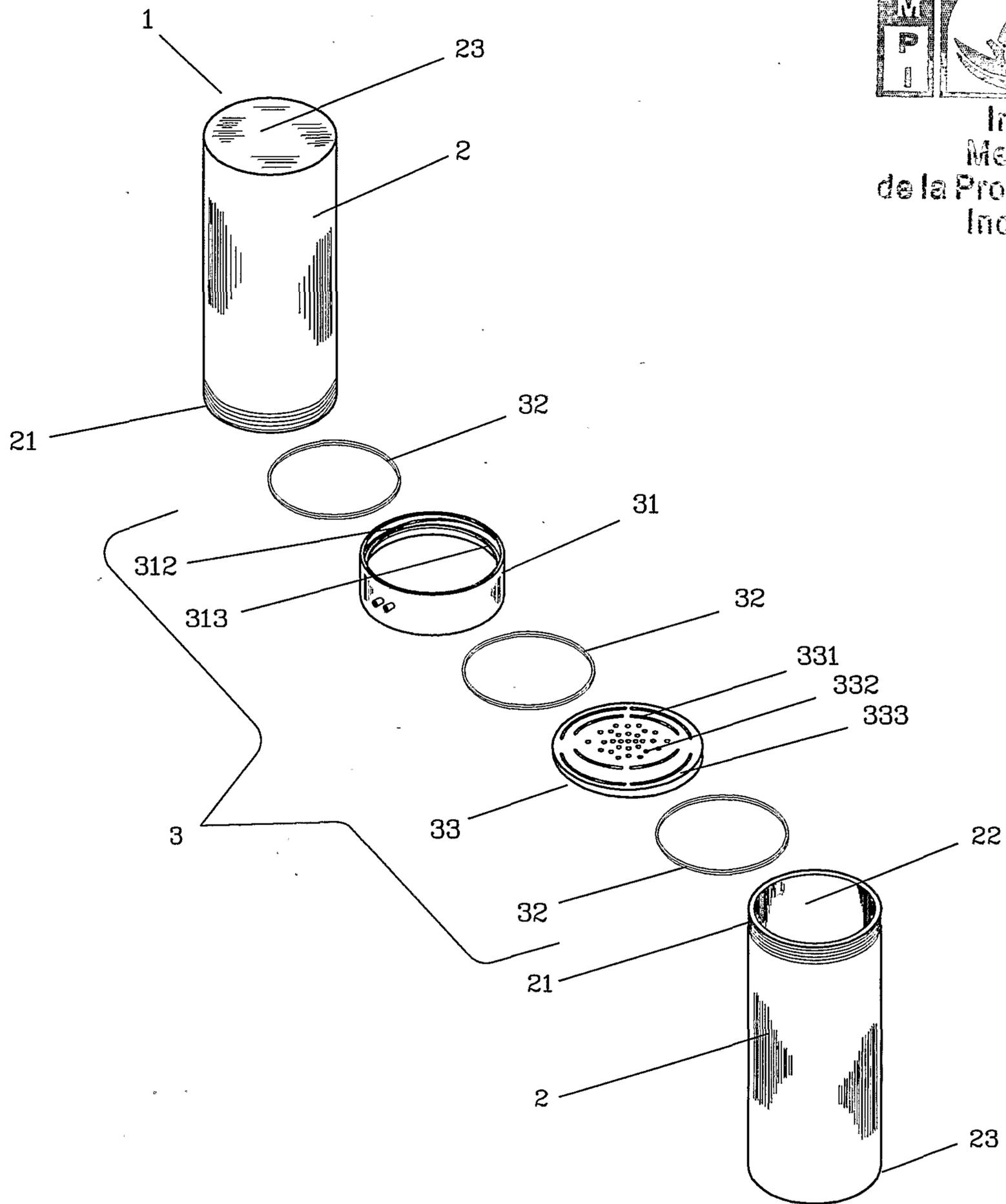
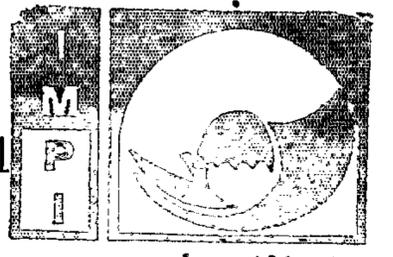


FIGURA 4



Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

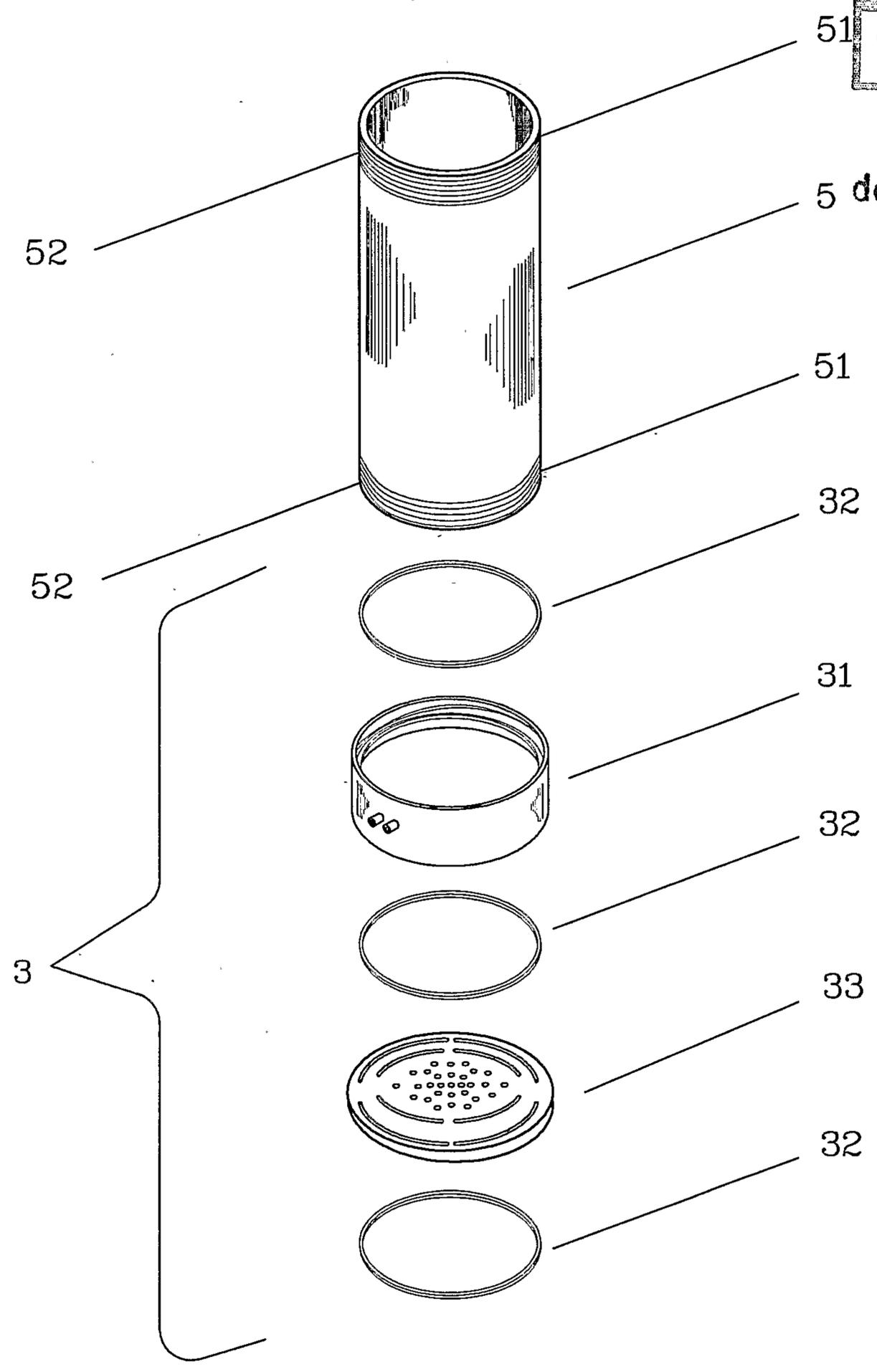
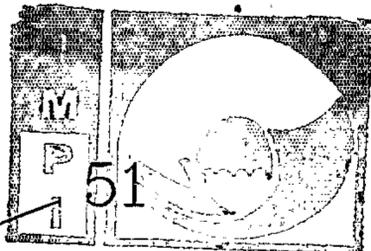


FIGURA 5



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

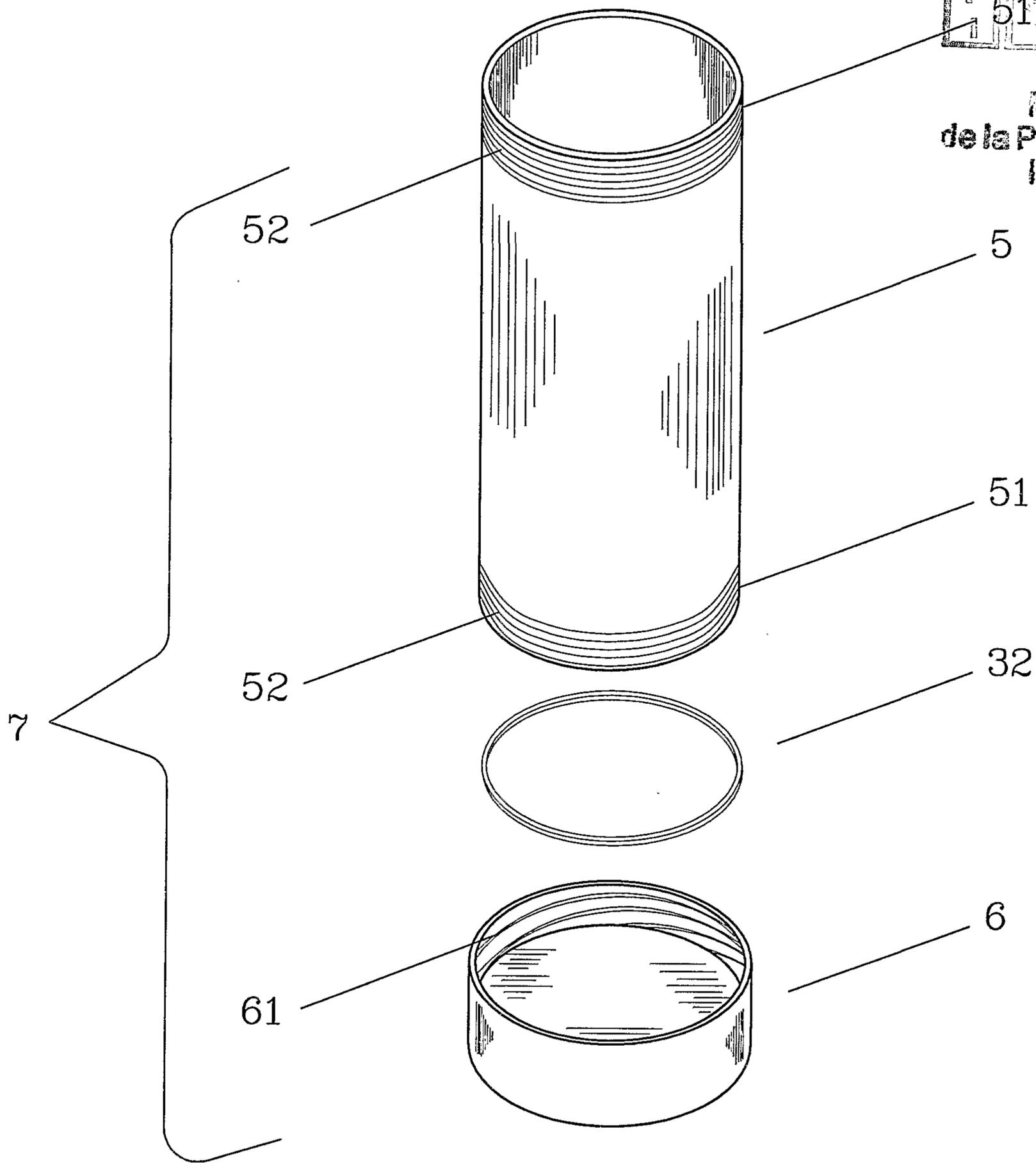


FIGURA 6

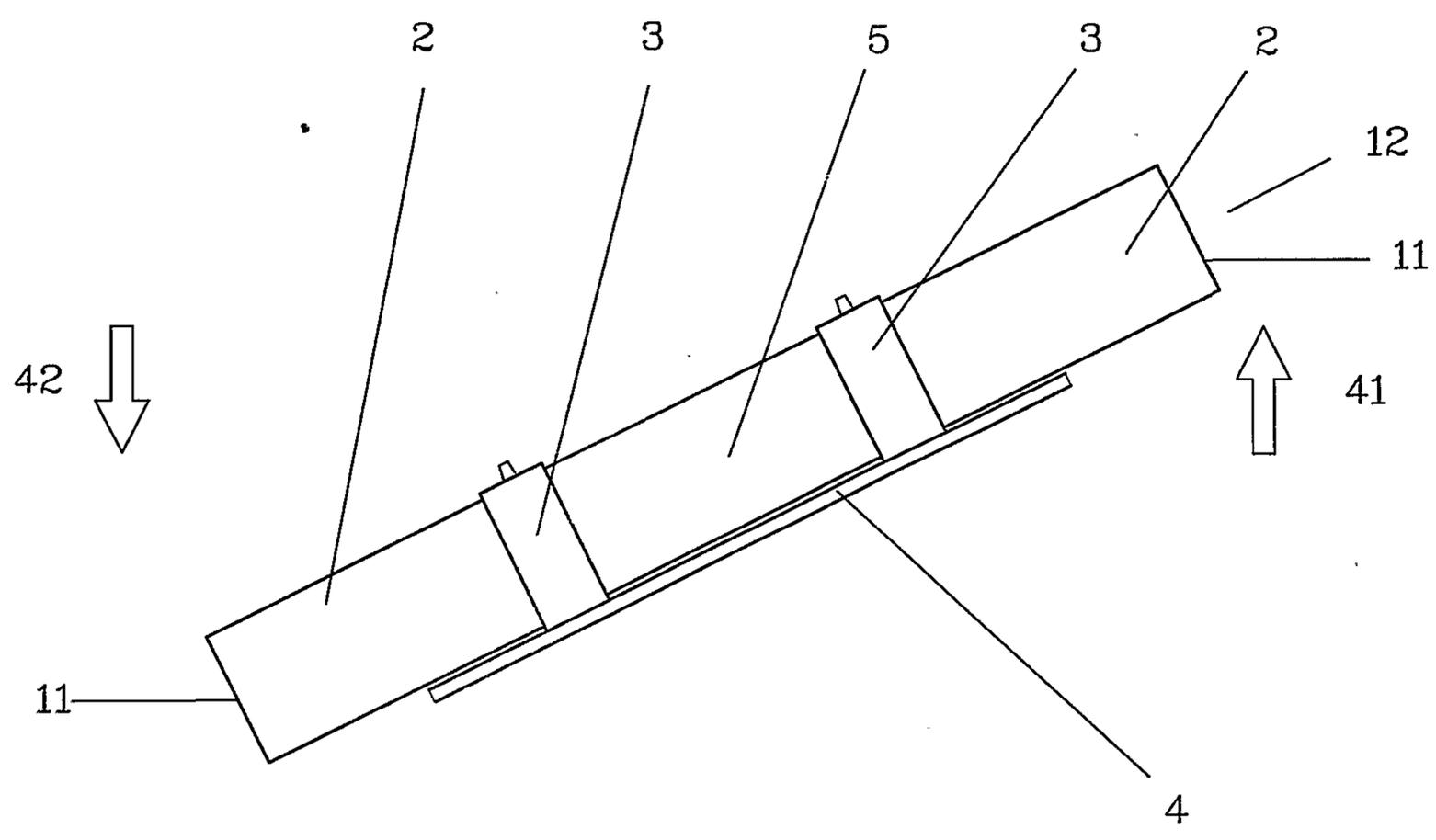
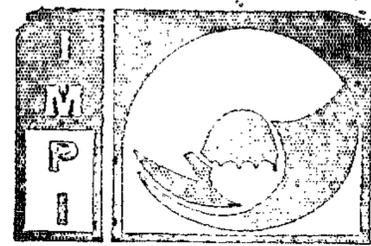


FIGURA 7



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

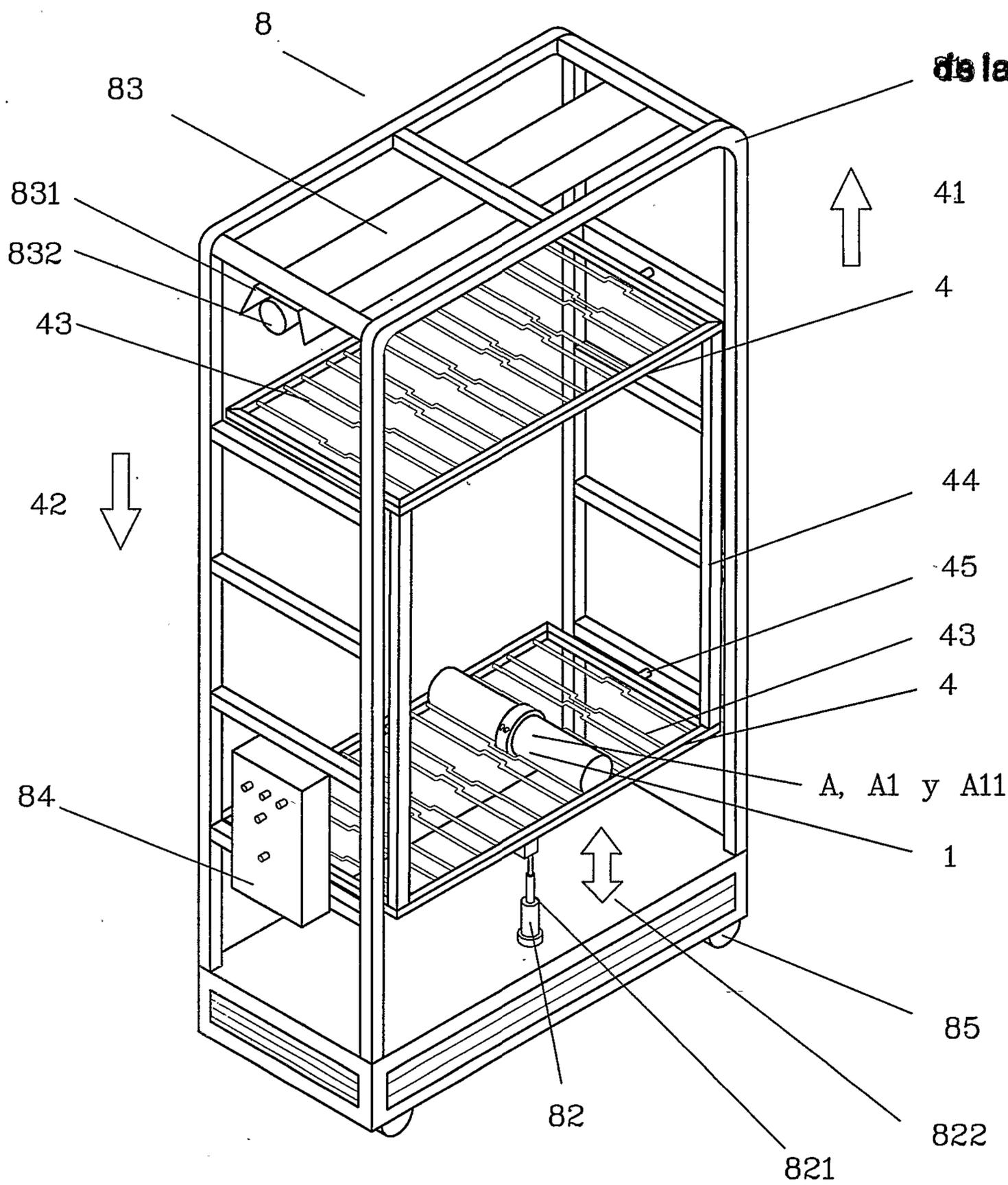


FIGURA 8