

**DISPOSITIVO Y SISTEMA BIOLÓGICO BASADO EN UN
5 BIORREACTOR AEROBIO CERRADO DE DISCOS GIRATORIOS
PARA DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES
CONTAMINADAS CON CIANURO**

10 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se encuentra relacionada con el campo de los procesos de biorremediación ambiental, específicamente con el desarrollo de sistemas para el tratamiento biológico de aguas residuales contaminadas con cianuro.

15 OBJETOS DE LA INVENCION

Es proveer un sistema, dispositivo y/o método de tratamiento biológico de aguas
20 residuales usando el género de Pseudomonas para la degradación de cianuro en aguas contaminadas provenientes de la industria minera y obtención de biogás.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION.

25 T.I. Mudder; M.M. Botz y Ata Akcil, en sus artículos "Cyanide treatment: Physical, chemical and biological processes" y "Cyanide Treatment: Physical, Chemical and Biological Processes", hacen una amplia mención de los diferentes métodos usados para el tratamiento de cianuro, tales como métodos Físico, químicos y biológicos.

Respecto a los métodos biológicos, sostienen que “Una gran variedad de microorganismos están naturalmente presentes en el agua, incluyendo las aguas residuales domésticas e industriales. Los procesos de tratamiento biológico promueven el crecimiento y desarrollo de grandes poblaciones de bacterias, las cuales son esenciales para el tratamiento del agua residual. Las bacterias convierten los contaminantes orgánicos solubles, en energía, masa celular y en otros menos tóxicos. Muchas especies microbianas (bacterias, hongos, algas) y plantas pueden desintoxicar el cianuro, a niveles ambientalmente aceptables y en subproductos menos dañinos (Akcil, 2003; Akcil y Mudder, 2003; Akcil et al., 2003; Trapp, et al., 2003; Gurbuz, et al, 2004; Kuyucak y Akcil, 2013).

Una de las investigaciones más representativas relacionadas con degradación de cianuro por *Pseudomonas*, es la investigación realizada por Luque-Almagro V.M en el año 2005, en el cual se analiza el metabolismo del cianuro y del cianato en bacterias *Pseudomonas pseudoalcaligenes* CECT5344. En dicha investigación se presenta una visión general de las vías de degradación bacteriana del cianuro y posteriormente se realiza una aplicación biotecnológica, que consiste en un biosensor de cianato, utilizando la enzima cianasa.

En el campo de las patentes, se observa en el estado de la técnica cercano a la invención la patente CN105948227 (A) — 2016-09-21, en la cual se describe el tratamiento de aguas residuales portadoras de cianuro usando microorganismos, tales como *Bacillus* y *Pseudomonas alcaligenes*.

En la patente ES2470819 (A1) — 2014-06-24, se describe un ensayo y procedimiento para la evaluación de la biodegradabilidad rápida de aguas mediante *Pseudomonas putida*. La invención consiste en un nuevo kit y procedimiento de evaluación de la "biodegradabilidad rápida" de aguas contaminadas.

En la patente US2008135474 (A1) — 2008-06-12, denominada “System and Method for Biological Wastewater Treatment and for Using the Byproduct Thereof “, el sistema de tratamiento incluye una serie de ruedas y medios giratorios para el crecimiento sostenido de algas. Las ruedas de los medios de comunicación están
5 soportadas de manera que las algas giran dentro y fuera de las aguas residuales para la exposición a la luz solar.

En la patente US4093539 (A) — 1978-06-06, denominada “Activated sludge treatment of wastewater”, se describe un método para operar una planta de
10 tratamiento de aguas residuales de lodos activados que utiliza contactores giratorios que están parcialmente sumergidos en el agua residual proporcionando un medio de película fijo para el crecimiento de la vida biológica. La diferencia con nuestra invención, radica en que en la patente US4093539 (A) se visualiza un solo disco con borde dentado y actúa para el tratamiento de lodos activados de aguas
15 residuales, mientras que nuestra invención está diseñada para actuar en agua cianurada, además consta de un sistema de cinco discos, los cuales tienen diferente geometría, en la cara correspondiente al grosor del disco tienen hendiduras rómbicas, alto relieve y un sistema de rectángulos huecos dispuestos en forma horizontal para facilitar la adhesión bacteriana y el suministro de oxígeno para que
20 el proceso de degradación de cianuro sea altamente eficiente. También se visualiza una diferencia en el proceso de operación del disco, en la patente mencionada los contactores giran debido a la energía suministrada por gas comprimido, mientras que en nuestro sistema los discos giran por un motor eléctrico. Además no se visualiza similitud en el funcionamiento de la planta, específicamente con todo
25 nuestro sistema en conjunto que consta de cinco discos.

A su vez, existen reportados diseños de biorreactores (ES2522274T3; ES2537065 (T3); ES2612212 (T3); ES2378191 (T3)) o plantas para el tratamiento de aguas residuales de diversas actividades industriales, pero no se ha encontrado una planta
30 que coincida con cada uno de los dispositivos que hacen partes de esta invención

o con el diseño y funcionamiento de nuestro sistema en conjunto. Además, esta invención, consta de un biorreactor aerobio y cuatro dispositivos adicionales, cada uno de los cuales tiene un diseño característico y particular. Un valor agregado importante de la planta biológica para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con cianuro, es que los gases (biogás) producidos en el biorreactor durante el proceso de descontaminación de cianuro, son utilizados para la generación de energía eléctrica, la cual posteriormente será usada en el alumbrado de la planta biológica.

- 5
- 10 Si bien en el estado de la técnica se encuentran divulgados varios procesos y dispositivos para el tratamiento de cianuro, resulta necesario desarrollar procesos y sistemas más eficientes de degradación. En este sentido, la presente invención divulga un sistema biológico a partir de diversos géneros de *Pseudomonas* para la degradación de aguas contaminadas con cianuro.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS.

- 5 Figura 1: Porcentaje de degradación de NaCN por una concentración alta de *Pseudomonas aeruginosa* durante 72 horas.

Figura 2: Porcentaje de degradación de NaCN por una concentración alta de *Pseudomonas fluorescens* durante 72 horas.

10

Figura 3: Sistema de planta biológica para el tratamiento de aguas residuales, con sus componentes.

Figura 4: Tanque de contaminantes cianurados

15

Figura 5: (a). vista frontal del tanque de incubación. (b). vista isométrica del tanque de incubación para *Pseudomonas* (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens*) y orificio de salida de los microorganismos hacia el biorreactor.

- 20 Figura 6: (a). Vista lateral de uno de los discos del biorreactor. (b). Muestra la formación de película bacteriana en la superficie del disco.

Figura 7: (a). Vista lateral de un disco con el sistema de aletas huecas dispuestas en forma radial. (b) Detalle de vista isométrica del disco, geometría, aletas huecas, 25 altos relieves y hendiduras.

Figura 8: Muestra el biorreactor para eliminación de cianuro de aguas residuales.

Figura 9: Discos separados entre sí a una distancia L_1 , acoplados sobre un eje horizontal de longitud L_2 y que giran acoplados a una velocidad angular constante (ω).

5 Figura 10: Vista isométrica de biorreactor con la unidad de riego bacteriano.

Figura 11: Vista lateral del biorreactor con la unidad de riego bacteriano.

10 Figura 12: Unidad de riego bacteriano ubicado en el biorreactor, el cual comprende aspersores y una entrada, por donde ingresan los microorganismos.

Figura 13: Vista frontal del aspersor. El aspersor tiene salidas ubicados en la posición central superior y dos laterales enfrentadas.

15 Figura 14 (a) y (b) Vista frontal e isométrica del cilindro colector de gases y vapores orgánicos.

Figura 15 (a) y (b) Vistas isométricas del tanque de filtrado bacteriano acoplado con membrana(s) y/o tamiz.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 La presente invención surge teniendo como referencia los antecedentes de investigaciones donde se indica la eficiencia de diversos géneros de *Pseudomonas* en la degradación de aguas contaminadas con cianuro y, en especial, sobre trabajos realizados en relación con las actividades mineras de extracción de oro, las cuales, presentan implicaciones directas en el medio ambiente, debido al uso continuo de
10 cianuro.

En las investigaciones previas (Bambague K, 2017), las figuras 1 y 2 reporta un tratamiento de aguas residuales que arrojó un porcentaje de degradación del 84% de NaCN, a partir de la actividad de una cepa de *Pseudomonas aeruginosa*, un 40%
15 por *Pseudomonas fluorescens*; y un 30% de degradación por un cultivo mixto, todo anterior en un lapso de tiempo de 72 horas.

Teniendo en cuenta los antecedentes y los porcentajes de degradación de cianuro previamente mencionados, la presente invención divulga, en un primer objeto, un
20 sistema biológico para descontaminar aguas residuales con cianuro.

La invención comprende como ejemplo la incorporación de *Pseudomonas* sp., en un biorreactor (Figura 8), el cual en conjunto con otros dispositivos que conforman el sistema (Figura 3), realizan el proceso de descontaminación como ejemplo de
25 cianuro presente en aguas contaminadas provenientes de la industria minera.

La figura 3 muestra un sistema biológico para descontaminación de aguas residuales (1) que comprende depósito (10) de agua residual con contaminantes que como ejemplo puede agua residual con contaminantes cianurados, donde el
30 depósito (10) está conectado por medio de conductos de alimentación (103) hacia

un biorreactor (30), el fluido puede ser impulsado por un dispositivo de impulsión de fluido como ejemplo una bomba o por medio de gravedad con un cambio de altura o desnivel; el conducto (103) pueden tener válvulas u otros accesorios para el control del flujo.

5

Un tanque de incubación (20) está conectado por medio de conductos de riego (101) hacia un biorreactor (30), el fluido con bacterias puede ser impulsado por un dispositivo de impulsión de fluido como ejemplo una bomba o por medio de gravedad con un cambio de altura o desnivel; el conducto (101) puede tener válvulas u otros accesorios para el control del flujo hacia el biorreactor (30).

10

El biorreactor (30) tiene una conexión aire (107) entrante que permite generar las condiciones de oxigenación adecuadas en el cultivo de las bacterias dentro del biorreactor (30). La conexión de aire (107) es opcional.

15

El biorreactor (30) tiene un conducto de salida de agua tratada (104), hacia un tanque de filtración (50), que a su vez tiene una salida de agua descontaminada (105), el flujo de fluido tratado puede ser inducido por un dispositivo de impulsión de fluido como ejemplo una bomba o por medio de gravedad con un cambio de altura o desnivel; los conductos de salida (104) (105) puede tener válvulas u otros accesorios para el control del flujo.

20

El biorreactor (30) es cerrado lo que permite conducir los gases producidos en la fermentación que ocurre en el biorreactor (30) hacia una salida superior de gases que es conducida por un conducto de gases (102) hacia un colector de gases y vapores (40), donde los gases acumulados pueden ser usados en un sistema generación eléctrica que puede incluir una turbina para dicha generación u otro tipo de máquina o dispositivo que permita el aprovechamiento de la energía de dichos gases almacenados en el colector (40); el colector (40) tiene opcionalmente conductos de salida (106), para conectar hacia el sistema de generación eléctrica.

25

30

La figura 4 muestra el depósito (10) con contaminantes cianurados, donde se controla el pH y la temperatura del fluido residual contaminado. El fluido cianurado que se encuentre en el depósito (10), previamente se somete a un proceso de separación de sólidos, desechos, sedimentos y materiales suspendidos, la cual tiene en su parte inferior una salida (11) por un conducto hacia el biorreactor, donde se realizará el tratamiento biológico del agua residual contaminada con cianuro.

Las figuras 5a y 5b muestran el tanque de incubación (20) donde realiza el proceso de cultivo de bacterias que como ejemplo pueden ser seleccionadas las *Pseudomonas* (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens*); el tanque de incubación (20) tiene una salida inferior (21) que mediante un conducto son transportados a hacia el biorreactor.

El tanque de incubación (20) tiene un cuerpo cilíndrico con terminación inferior cónica, en cuyo vértice del cono se encuentre la salida (21) de los microorganismos incubados hacia el birreactor mediante un conducto.

Este tanque de incubación (20) provee las condiciones óptimas para el crecimiento bacteriano y para el traslado de las *Pseudomonas* incubadas hacia cada uno de los discos dispuestos en el biorreactor.

Las figuras 6a a 8 muestran el biorreactor (30) donde se realiza el proceso de descontaminación del agua residual con cianuro, donde el biorreactor (30) tiene discos (31) soportados en un eje (34), que gira entre los puntos extremos de apoyo ubicados en las caras laterales (35A) (35B) del biorreactor (30).

El flujo bacterias que son alimentadas desde el tanque de incubación hacia el biorreactor (30) donde ingresan por la entrada (32) de la unidad de riego (33) bacteriano, para esparcir los microorganismos hacia los discos (31), los cuales

permiten formar la biopelícula (BP) en cada uno de los discos (31); los discos (31) son sumergidos en el agua residual (AR) en proceso de tratamiento, en un rango de altura de sumersión (N) de los discos (31) entre el 20% al 50%.

- 5 Los discos (31) recubiertos con la biopelícula de bacterias que, al entrar en contacto con el agua contaminada, generan un ambiente biológicamente activo de *Pseudomonas*, se sugiere: *P. aeuroginosa*, *P. fluorescens* ó *P. putida*; géneros que tienen características para asimilar y metabolizar el cianuro, los cuales van creando una adhesión y crecimiento bacteriano (ACB) en la superficie de cada disco (31).

10

La figura 8 muestra el biorreactor (30), donde el biorreactor es cerrado, formando por una carcasa inferior (35C) unida a superficies laterales (35A) (35B) y una cubierta superior (35D), la cubierta superior para evitar problemas derivados de contaminación y ayuda a contener los gases producidos durante el proceso de
15 biorremediación. Los gases producidos durante el proceso son expulsados a través de la salida (38). El biorreactor es del tipo cerrado.

El aire que entra a través de la entada (107) opcional, es distribuido a través de un conducto (36) ubicado en la parte inferior interna del biorreactor (30).

20

El agua residual contaminada ingresa al biorreactor (30) por medio de la entrada (37) y el agua tratada sale a través de la salida (39).

En la modalidad preferida de la invención, el tanque se somete a una agitación
25 orbital constante (ω) y a una temperatura ambiente en el rango entre 18°C a 25°C.

Las figuras 7a y 7b, muestran un disco (31) que tiene en ambas superficies laterales (310A) (310B), aletas rectangulares huecas (313) ubicadas de forma radial distribuidas en filas sustancialmente rectas y sobre la superficie perimetral exterior

(311) tiene hendiduras (312) y protuberancias superficiales que tienen bajo o alto relieve en diversas formas geométricas preferentemente polígonos regulares.

5 A medida que el disco (31) gira sobre su eje, las bacterias se van alternando entre el agua con cianuro y el aire, el contacto alternado entre las bacterias degradadoras y el agua cianurada depende de la velocidad de rotación del disco, mediante la cual se controla la intensidad de contacto entre estos dos medios. En la figura 7.a, se muestra un disco; en este diseño, cada uno de los discos tiene una matriz de aletas en forma de rectángulo huecas en alto relieve dispuestos radialmente, lo que
10 favorece el crecimiento microbiano y la formación de película bacteriana.

La figura 7a muestra la superficie perimetral (311) correspondiente al grosor del disco presenta rugosidad y hendiduras poligonales para que se facilite proveer a los microorganismos del oxígeno suministrado en el biorreactor (30). Cada uno de los
15 sectores de los discos tiene una forma geométrica que favorece la adhesión bacteriana, el crecimiento bacteriano, oxigenación y el giro de los discos sobre su propio eje.

El número de discos (31) en el biorreactor (30) están en el rango entre 4 a 10,
20 preferentemente 5 discos (31).

La figura 9 muestra los discos (31) que se encuentra en el interior del biorreactor (30), espaciados entre sí a una distancia L1, deben estar dispuestos sobre un eje horizontal de longitud L2 y giran a una velocidad angular (ω).
25

Las figuras 10 a 12 muestran la unidad de riego (33) que dirige el flujo de bacterias hacia los aspersores (330) que están unidos a la unidad de riego (33), los aspersores (330) rocían las bacterias a las caras perimetrales y laterales cada disco (31) que están acoplados al eje (34).
30

La figura 13, muestra un aspersor (330) que tiene tres canales de salida ubicados en posición central (331) y dos canales de salida laterales (332A) (332B).

5 La unidad de riego bacteriano tiene una entrada por donde ingresan las bacterias y se distribuyen en cada uno los discos (31), mediante aspersores (330) unidos por una tubería horizontal, la cual se encuentra ubicada en la parte superior del biorreactor.

10 Una vez el sistema de riego cumpla con la función de esparcir las bacterias y formar biopelícula en los discos, se cierran los aspersores e inmediatamente se habilita la segunda entrada de fluido hacia el biorreactor, el cual proviene del depósito con contaminantes cianurados.

15 Desde el depósito con contaminantes cianurados y mediante tubería se transporta el agua a descontaminar. El caudal de entrada Q dependerá del área de la sección transversal de la tubería (A), y la velocidad (V) con la que el fluido se desplaza por la misma $Q=AV$.

20 Para efectos de la operación del biorreactor, opcionalmente se emplea una inyección de aire (107) dentro del biorreactor, teniendo en cuenta que los microorganismos empleados en este proceso (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens*) son aerobios.

25 Otra consideración importante es el tiempo de retención hidráulica (TRH) o tiempo de permanencia del agua cianurada dentro del reactor biológico, ya que después de este tiempo, se abriría una válvula y el agua descontaminada, junto con algunos microorganismos pasa a un tercer tanque, el tanque de filtrado (50).

30 El principio de funcionamiento del biorreactor se basa en aprovechar la adhesión bacteriana y en este caso específico, la adhesión de las *Pseudomonas* (*P.*

aeruginosa y *P. fluorescens*) al plástico, material del cual están fabricados los discos (31). Por debajo de 50 nm no es posible que exista interacción entre la superficie sólida (plástico) y el microorganismo, pero cuando la bacteria se acerca y se disminuye esta distancia, inmediatamente se presenta una atracción (adhesión) entre las bacterias y la superficie plástica. Teniendo en cuenta estos aspectos, las bacterias se adhieren a los discos de plástico y seguidamente se generará un crecimiento biológico, conformándose una biopelícula en la superficie de los discos (31), como se observa en la figura 6.b.

- 10 También se aprovechan los propulsores del movimiento o flagelos, que presentan los microorganismos, los cuales les permiten desplazarse con mayor facilidad sobre el fluido a descontaminar (cianuro).

Los discos presentan un sistema de giro acoplado, en el que cada uno de los discos gira a una velocidad angular constante ω y están situados perpendicularmente a la dirección de flujo como se muestra en la figura 8. Este sistema gira acoplado a un mecanismo de transmisión mecánica y un motor eléctrico no mostrado en las figuras.

El material de fabricación de estos discos es cualquier polietileno de alta densidad para favorecer la adhesión bacteriana.

Las figuras 14a y 14b muestran el colector de gases (40) y vapores (CCGV) donde llegan los gases que se generan en el biorreactor, durante el proceso de degradación de cianuro llevado a cabo por *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*. En este proceso se aprovecha el biogás que se genera por la digestión microbiana presentada durante el proceso.

Los gases y vapores colectados pasan a una estación transformadora donde estos son aprovechados para la generación de energía eléctrica.

30

Una vez los gases son transformados en energía eléctrica u otros posibles usos, ésta se distribuye a través de un tendido eléctrico y podrá usarse en actividades de alumbrado del sistema biológico. Se pueden considerar otros diversos usos.

- 5 Las figuras 15a y 15b muestran el tanque de filtrado (50) donde llega el agua libre de cianuro, junto con algunos posibles microorganismos. Teniendo en cuenta esta condición, al tanque de filtrado (50) se le debe incorporar entre una y cuatro membranas de filtrado, preferentemente tres membranas que presente un poro de requerido, para que se filtren posibles *Pseudomonas*, considerando se incluye un
- 10 tamiz antes de las membranas de filtrado.

El tanque de filtrado (50) tiene un cuerpo (51) con una ranura (52) que permite cambiar las membranas de filtrado (53).

- 15 Una vez separados los posibles microorganismos del agua, se realizan controles y pruebas químicas para verificar que el agua se encuentre libre de cianuro o con niveles menores al límite permitido para vertimiento de cianuro en aguas residuales.

- El ejemplo que se describe a continuación es presentado con el objetivo de describir
- 20 los aspectos preferidos de la invención, pero no constituyen una limitación al alcance de la misma.

EJEMPLO

Los microorganismos son cultivados en el tanque de incubación, posteriormente
5 cuando estos presentan un crecimiento adecuado y en una descarga inicial, se
habilita la válvula de salida y mediante tubería, estos son transportados desde el
tanque de incubación a la unidad de riego bacteriano.

En la unidad de riego, el material biológico es distribuido por aspersión en cada uno
10 de los discos que se encuentran girando acopladamente dentro del biorreactor, por
lo cual se forma una película bacteriana en cada uno de los discos.

Cuando se ha recubierto de biopelícula bacteriana la totalidad de la superficie de
estos discos, se cierran los aspersores junto con la válvula del tanque de incubación.

15 A continuación, se habilita la válvula correspondiente a la piscina de contaminantes
cianurados e ingresa al biorreactor el agua residual con cianuro, sin que el volumen
exceda un 40% de sumersión de los discos.

20 Dentro del biorreactor se realiza el proceso de descontaminación del agua residual
que contiene cianuro, ya que, dentro de él, se encuentran los discos que, al entrar
en contacto con el agua contaminada, generaran un ambiente biológicamente activo
de Pseudomas (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens* o un cultivo mixto).

25 A medida que los discos rotan, las bacterias se van alternando entre el agua
cianurada y el aire, lo que favorece la eficiencia en el proceso de degradación de
cianuro. Opcionalmente, se inyecta aire dentro del biorreactor, teniendo en cuenta
que el género *Pseudomonas* es aerobio.

Una vez finalizada la descontaminación del agua cianurada, se abre una válvula y el agua descontaminada, junto con algunos microorganismos, es transportada a un tercer tanque, denominado tanque de filtrado. Los gases o vapores producidos en este proceso serán colectados y tratados para su transformación y aplicación en diferentes usos, como la generación de energía eléctrica para el alumbrado del sistema.

La unidad de riego bacteriano por aspersión, presente las siguientes ventajas técnicas:

10

- Dosifica constantemente la cantidad de microorganismos que entran en contacto con el agua cianurada.
- Favorece la formación de película bacteriana en la superficie de cada uno de los discos del biorreactor.

15

- Garantizar la actividad biológica dentro del biorreactor.

20

Finalmente, al tanque de filtrado llega el agua descontaminada, junto con posibles microorganismos, por lo cual al tanque de filtrado se le deben incorporar tres filtros o membranas de filtrado, con poro de 0,45 μm o 0,2 μm o el que se considere conveniente, para que queden retenidas las *Pseudomonas* (*P. aeruginosa*, *P. fluorescens*). Estas bacterias tienen un tamaño mínimo de 0,58 μm .

25

Una vez separados los microorganismos del agua y degradado el cianuro, se realizan controles y pruebas químicas para verificar que, antes de verterla al medio ambiente, esta agua residual presente una concentración menor al límite permitido por entidades ambientales reguladoras.

El sistema puede ser usado en el tratamiento de agua residual contaminada con cianuro proveniente de la industria minera, joyería u otras actividades industriales donde se requiera el uso de cianuro.

- 5 El biorreactor puede ser usado como dosificador y mezclador en diferentes actividades que se basen en el principio de adhesión microbiana.

El biorreactor puede ser usado para producir biogás y con este gas, se pueden explorar múltiples aplicaciones para su uso como generación de energía eléctrica,
10 producción de abonos, etc.

El sistema biológico que se describe en esta invención, puede ser usado con distintas clases de bacterias que generen biopelícula y presenten adhesión a superficies para descontaminar otro tipo de elementos, aparte del cianuro.

15

No requiere una elevada infraestructura e inversión tecnológica y económica, comparado con otros elementos disponibles en el mercado. Es de fácil manejo en su operación.

- 20 Tampoco requiere controlar demasiadas variables de proceso, como usualmente sucede con mecanismos empleados en tratamientos de aguas residuales cianuradas. Las variables más importantes y representativas a controlar son: pH, volumen, caudal, tiempo de retención hidráulica y velocidad angular constante.

- 25 El uso de algunos términos como “(...) *inferior, superior, interno,*” es definido de acuerdo a la posición normal de ubicación del biorreactor sobre una superficie plana horizontal que coincide con el plano de referencia del piso, las definiciones anteriores deben ser tomadas de acuerdo al diccionario de la Real Academia de la Lengua Española y no otro, de acuerdo al contexto de la invención. Los términos
30 son lo suficientemente claros y no debe generar duda pues son basados en la RAE.

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.