

DISPOSITIVO DE SISTEMA MECÁNICO PARA BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención se enmarca en el ámbito de los dispositivos y tecnologías ambientales, específicamente en aquellos orientados al tratamiento y conversión de materiales orgánicos, tales como material fecal (heces), mieles, sustratos y residuos orgánicos, a través de procesos de biodigestión anaeróbica. Estos dispositivos y máquinas están diseñados para producir subproductos como biogás y biofertilizantes, entre otros, optimizando así la gestión de desechos y la generación de recursos energéticos y agrícolas sostenibles.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Existen en el mundo desde décadas anteriores varios sistemas de fermentación y biodigestión que buscan tratar y aprovechar todos los desechos orgánicos producidos en las distintas actividades agropecuarias, agroindustriales y residenciales, convirtiéndolos en energías renovables que contribuyen a una economía circular en las explotaciones agrícolas medio ambientales.

Los sistemas de biodigestión anaeróbica realizan la fermentación de la materia orgánica disuelta en agua, transformándola en biogás y biofertilizantes, con lo que se reduce la carga contaminante causada por las heces, los desechos orgánicos y agroindustriales, eliminando los malos olores, reduciendo la tala de árboles para la cocción de alimentos y recuperando los suelos productivos con la materia orgánica resultante de estos procesos.

Estos sistemas se han ido ajustando a normas y legislaciones vigentes en cada país, y buscan disminuir el impacto medioambiental y de salubridad pública que se da por la tala de árboles, la contaminación de las fuentes de agua, la emisión de

gases de efecto invernadero, la contaminación por olores y por la cocción de alimentos con leña.

Tradicionalmente se han venido desarrollando distintos modelos para la biodigestión como lo son (i) el biodigestor taiwanés o de bolsa de polietileno, (ii) el biodigestor de cúpula fija o chino y (iii) el biodigestor de campana flotante o tipo hindú.

El biodigestor tipo Taiwán o de flujo continuo, como lo describe *la “Guía de Biogás para el sector porcícola en Colombia”* (Porkcolombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2020) se construye generalmente semi-enterrado, pero a diferencia de los dos anteriores, la zanja es menos profunda, lo que implica que no requiere de complejos sistemas de contención, o de recubrimientos en materiales costosos como el cemento para garantizar la estabilidad de los taludes, es el sistema más económico de los tres modelos estudiados, porque a diferencia de los demás, está elaborado en plástico o geotextil, y no requiere de mucha mano de obra, o de la compra de materiales como cemento, ladrillos, varillas, y otros elementos de construcción que incrementan los costos de implementación. Si bien es cierto que inicialmente la instalación es relativamente económica cuando se analiza el costo beneficio se encuentran muchas falencias como la baja presión para el suministro del biogás y poca capacidad para el almacenamiento del mismo, así mismo al ser un diseño artesanal en forma horizontal se presentan problemas de sedimentación, ya que las partículas más pesadas tienen problemas por la longitud de desplazamiento, de igual forma se presentan acumulación de natas disminuyendo la eficiencia de la biodigestión, adicionalmente por su diseño lineal y con poco desnivel no cuenta con un sistema de purga eficiente para su mantenimiento.

El biodigestor chino o de cúpula fija, como lo describe *la “Guía de Biogás para el sector porcícola en Colombia”* (Porkcolombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2020) , se compone de una cámara de digestión con techo en forma de

domo, y dos tanques conectados a la cámara, uno para la entrada, o alimentación del biodigestor con la mezcla de materia orgánica y agua, y otro, para la salida del biol. El biogás se acumula en la parte superior de la cámara de digestión anaerobia, sale a través de un tubo que se conecta con una válvula de seguridad, y continúa hacia el lugar de aprovechamiento, donde será utilizado el biogás. A diferencia de los otros dos modelos, este se encuentra completamente enterrado, y es más eficiente para el tratamiento de aguas y la producción de bio-abono, que para la producción de biogás. En promedio un biodigestor de este tipo requiere entre 30 y 60 días para la completa digestión del sustrato; este diseño presenta baja capacidad de almacenamiento del biogás y baja presión en el suministro del mismo, esto debido a la rigidez de su estructura que no permite ningún desplazamiento, adicionalmente se tiene el riesgo de fisuras o agrietamientos ocasionados por terremotos, desplazamientos y/o inestabilidad del terreno, por otro lado, al ser un diseño subterráneo su mantenimiento es muy complejo, ya que no cuenta con sistema de purga práctico y funcional, lo que hace que se interrumpa el proceso de suministro de biogás debido a que se debe realizar un vaciado total de la planta y esperar a que realice el proceso de biodigestión nuevamente.

El biodigestor hindú o de campana flotante, como lo describe *la “Guía de Biogás para el sector porcícola en Colombia”* (Porkcolombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2020) está semi-enterrado, y consta de un tanque o reactor vertical, muy similar a un aljibe o pozo, y de una campana flotante o gasómetro, generalmente metálica, para acumular el biogás y generar presión constante, lo que es muy deseable para la operación de los equipos y sistemas que se alimentan con dicho biogás. De manera similar al biodigestor chino, este modelo también tiene una caja de entrada para alimentar el biodigestor, y una caja de salida por donde sale el bio-abono en un volumen equivalente al que se introduce en la caja de entrada. A diferencia del modelo chino, este sistema es mucho más eficiente para la producción de biogás; este modelo al igual que el anterior presenta problemas para el mantenimiento del tanque de lodos por falta de un sistema de purga, adicionalmente

ambos diseños carecen de un sistema de agitación lodos y/o natas que eviten la sedimentación, adicionalmente este diseño como lo menciona anteriormente su campana flotante es metálica, lo que se convierte en un aspecto negativo por el mantenimiento del mismo, ya que es un material corrosivo el cual requiere mantenimientos continuos para alargar su vida útil, dichos mantenimientos interrumpen el proceso de biodigestión y por ende el suministro de biogás y biol.

Como se evidencia en el estado del arte y en los sistemas que se describen, entre otros, el documento CN203820782U el cual divulga un modelo de utilidad se refiere a un tanque de biogás agitador de carcasa rota auto sellante, que comprende un cuerpo de piscina principal (1) y una cámara de presión de agua (2) dispuesta en un lado del cuerpo de piscina principal (1) y una claraboya (3) en un extremo superior del cuerpo de piscina principal (1). Cuando el cuerpo de piscina principal (1) produce gas, la parte superior de la superficie del líquido es la cámara de almacenamiento de gas (11), y debajo de la superficie del líquido está la cámara de fermentación (12); el extremo inferior de la claraboya (3) está provisto de un tubo de alimentación (4), y el tubo de alimentación (4) soporta la pared de tela (5) provista en la parte inferior del cuerpo de piscina principal (1). La pared de tela (5) está dispuesta en una columna hueca en la cámara de fermentación (12), y una pluralidad de orificios pasantes están formados en la pared lateral de la pared de tela (5); una bomba de circulación (6) está dispuesta en la cámara de presión de agua (2), y una bomba de circulación (6) está dispuesta en la cámara de almacenamiento de gas (11) La boquilla de carcasa (7) con el puerto de líquido conectado.

El documento WO9967176A1 el cual divulga un sistema de tratamiento anaeróbico de material orgánico que comprende un tanque de fermentación (1), un tanque de desplazamiento (2) dispuesto a un nivel por encima del tanque de fermentación (1), y un tanque de almacenamiento de gas (3) dispuesto por encima del tanque de fermentación (1). El tanque de fermentación (1) está interconectado con el tanque de desplazamiento (2) a través de un conducto de conexión (4) que conecta la porción inferior del tanque de fermentación (1) con la porción inferior del tanque de

desplazamiento (2). El conducto de conexión (4) está conectado tangencialmente con el tanque de fermentación (1). Un segundo conducto (5) se ramifica desde el conducto de conexión (4) y se conecta tangencialmente con el tanque de fermentación (1). El segundo conducto (5) está conectado con el tanque de fermentación (1) en el nivel máximo del material orgánico M en el tanque de fermentación (1).

El documento WO2018102847A1 el cual divulga un biodigestor anaeróbico prefabricado (10) que comprende una cámara de biodigestión (11) para contener biopurín y biogás. La cámara de biodigestión (11) tiene una pared lateral cilíndrica (12), una base plana (13) y una parte superior o techo en forma de cúpula (en adelante "techo") (17) que está formado integralmente con las partes superiores de la pared lateral (12). El biodigestor (10) comprende además un tanque de desplazamiento (14) para contener biopurín. El tanque de desplazamiento (14) está dispuesto encima de (y por lo tanto encima de) la cámara de biodigestión (11), con un techo (17) que forma el piso del tanque de desplazamiento (14). El tanque de desplazamiento (14) tiene una pared lateral cilíndrica (15) y un techo (16) y, aunque el techo (16) no es realmente necesario, reduce o minimiza ventajosamente la evaporación y la entrada de agua de lluvia en el tanque de desplazamiento (14). La pared lateral (15) está unida a la cámara de biodigestión (11) a lo largo de una costura hermética (18), y proporciona contención para el biopurín en el tanque de desplazamiento (14). La cámara de biodigestión (11) y el tanque de desplazamiento (14) son ambos cilíndricos y tienen sustancialmente el mismo diámetro, de modo que el biodigestor (10) también es sustancialmente cilíndrico.

Todos estos diseños aún en su desarrollo siguen presentando limitaciones para lograr un sistema integral, por lo que se hace necesario un dispositivo con sistema mecánico que ofrezca una presión constante en el suministro del biogás a los equipos, un sistema de presurización o seguridad que regule la presión del biogás para evitar accidentes y/o daños en el dispositivo, un sistema de agitación y cortanatas para evitar sedimentación y áreas muertas, medidor de nivel de lodos y

sistema de purga, para la evacuación de los sedimentos, lo que a su vez permitirá aumentar la eficiencia y la vida útil del dispositivo.

Actualmente los sistemas de biodigestión anaeróbica son en gran medida la mejor alternativa para la problemática medioambiental y estos a su vez requieren de equipos técnicos, sencillos e industrializados de fácil manejo, alta resistencia, eficiencia y sostenibles en el tiempo.

BREVE DESCRIPCIÓN

La presente invención describe modalidades de un dispositivo con un sistema mecánico integrado para biodigestión anaeróbica, que ofrece una presión constante en el suministro del biogás a los equipos, un sistema de presurización o seguridad que regula la presión del biogás para evitar accidentes y/o daños en el dispositivo, un sistema de agitación y corta natas para evitar sedimentación y áreas muertas, medidor de nivel de sedimentación y sistema de purga, para la evacuación del sedimento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un dispositivo con sistema mecánico integrado para biodigestión anaeróbica que incluye; un compartimiento para el depósito de lodos (1), como se muestra en la figura 1, compartimiento principal donde se almacena y procesa el material orgánico para la biodigestión, el cual en su estructura tiene un puerto de entrada de lodos (2), ubicado en la parte intermedia del compartimiento 1, el cual permite la entrada del material orgánico al compartimiento para su procesamiento; un puerto de salida de biofertilizante líquido (3), ubicado en el lateral opuesto intermedio del compartimiento 1, el cual está diseñado para la evacuación del biol y para mantener el nivel de lodos dentro del compartimiento 1; un puerto de salida de sedimento que en su estructura cuenta con una llave de paso como sistema de purga (4), ubicado en la parte inferior del

compartimiento 1, el cual permite la evacuación controlada de sedimento resultante del proceso de biodigestión, evitando áreas muertas que disminuyan el rendimiento del equipo y facilitando los mantenimientos periódicos; y un fijador de aro (5), ubicado en la parte exterior intermedia del compartimiento 1, el cual permite la fijación del dispositivo mecánico (14).

Un segundo compartimiento cámara de biogás (6) como se muestra en la figura 2, el cual es el encargado de almacenar y distribuir el biogás producido durante el proceso de biodigestión anaeróbica, que en su estructura tiene un puerto de salida de biogás (7), ubicado en el centro de la parte superior de la cámara de biogás (6), el cual permite la salida del biogás producido durante el proceso de biodigestión hacia los equipos de almacenamiento o consumo; sujeto al puerto de salida de biogás (7) hay un eje o émbolo (8), que se extiende verticalmente en la parte interna del compartimiento (6) y sirve como soporte para el elemento cortanatas (9), ubicado en la parte intermedia de este eje (8), el cual rompe y dispersa las natas que se forman en la superficie de los lodos dispuestos en el compartimiento 1, mejorando la eficiencia en el proceso de biodigestión; este eje (8) soporta en su parte inferior un elemento agitador (10), el cual mueve el material en la parte inferior del compartimiento 1 previniendo la sedimentación y mejorando la distribución uniforme del material para una biodigestión eficiente, adicionalmente funciona como medidor de sedimentación; además la cámara de biogás (6) tiene un fijador de aro (11) ubicado en la parte superior externa, el cual permite la fijación del dispositivo mecánico (14), de igual manera la cámara de biogás 6 cuenta con una o más aberturas de presurización (12), ubicadas en la parte inferior, las cuales permiten el control de la presión interna del biogás asegurando que la presión se mantenga dentro de niveles seguros y óptimos para el funcionamiento del sistema.

El compartimiento de depósito de lodos (1) y el compartimiento de cámara de biogás (6) están unidos mediante un sistema mecánico (13) como se evidencia en la Figura 3, el cual está conformado por un aro inferior (14), instalado en el compartimiento de depósito de lodos (1) sujeto al fijador de aro (5) el cual proporciona un punto de

unión estable y resistente; un aro superior (15), instalado en la cámara de biogás (6) sujeto al fijador de aro (11) el cual proporciona un punto de unión estable y resistente; el aro inferior (15) está unido al aro superior (16) por tres o más elementos elásticos (16), los cuales proporcionan una conexión firme y flexible.

El funcionamiento de este dispositivo inicia mediante la biodigestión anaeróbica que se realiza en el compartimiento de depósito de lodos (1), donde al ingresar la biomasa se inicia el proceso de fermentación anaeróbica, actividad en la cual las bacterias hacen la transformación, dando paso a la producción de biogás, el cual ejerce presión interna entre el biolodo y el compartimiento de cámara de biogás (6) y provoca un desplazamiento vertical ascendente del compartimiento de cámara de biogás (6), activando los elementos elásticos (16), los cuales le ejercen una fuerza inversa controlada que garantiza la presión constante del suministro de biogás a los equipos de almacenamiento o consumo, dicho movimiento activa los elementos de agitación (10) y el elemento cortanatas (9). Cuando el compartimiento (6) alcanza su altura programada activa el sistema de presurización (12), garantizando la seguridad en la operación del dispositivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- Figura 1. Vista frontal del compartimiento 1 depósito de lodos; cuerpo principal del depósito de lodos (1), puerto de entrada de lodos (2), puerto de salida de biofertilizante líquido (3), puerto de salida de sedimento (4) y fijador de aro (5).
- Figura 2. Vista frontal compartimiento de Cámara de Biogás (6); cuerpo principal de cámara de biogás (6), puerto de salida de biogás (7), eje o embolo (8), elemento cortanatas (9), elemento agitador (10), fijador de aro (11) y aberturas de presurización (12).
- Figura 3. Vista esquemática del sistema mecánico (13); esquema completo sistema mecánico (13), aro inferior (14), aro superior (15) y elementos elásticos (16).
- Figura 4. Vista frontal del dispositivo ensamblado; cuerpo principal del depósito de lodos (1), puerto de entrada de lodos (2), puerto de salida de biofertilizante líquido (3), puerto de salida de sedimento (4) y fijador de aro (5); cuerpo principal de cámara de biogás (6), puerto de salida de biogás (7), eje o embolo (8), elemento cortanatas (9), elemento agitador (10), fijador de aro (11) y aberturas de presurización (12) y esquema completo sistema mecánico (13), aro inferior (14), aro superior (15) y elementos elásticos (16).

Figura 1

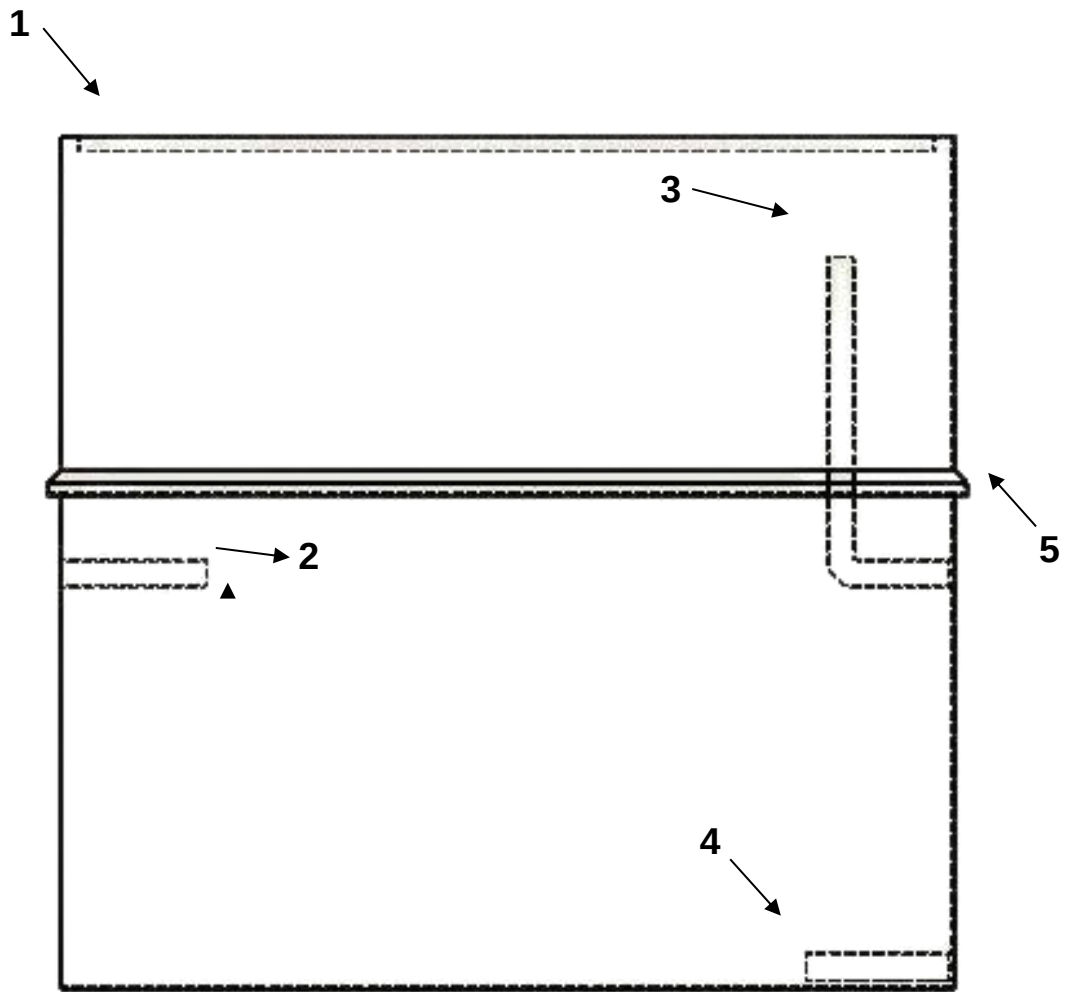


Figura 2

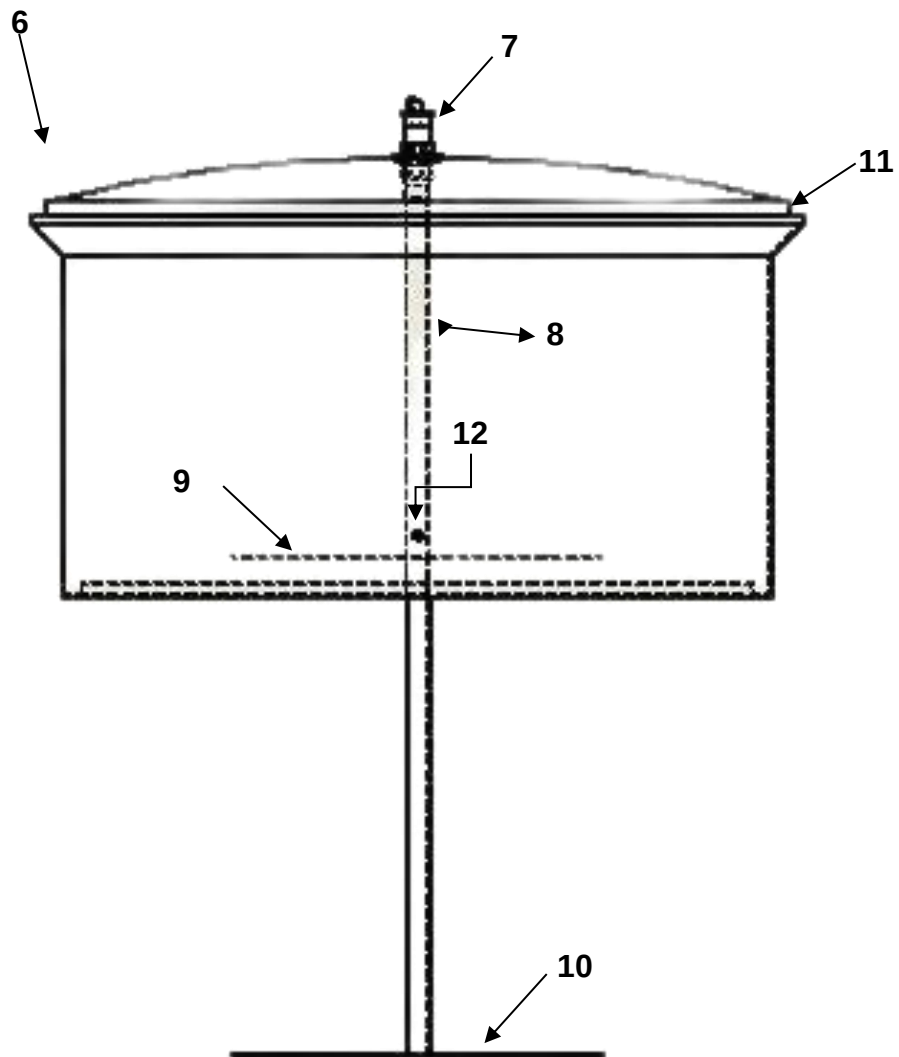


Figura 3

