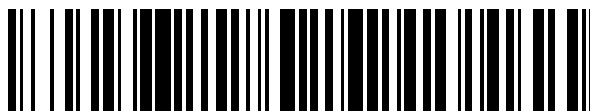


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 003**

51 Int. Cl.:

C02F 3/30 (2006.01)

C05F 17/00 (2010.01)

A01C 3/00 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

C02F 103/20 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.11.2016 PCT/IL2016/051177**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.11.2017 WO17203505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2016 E 16865270 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3268319**

54 Título: **Procedimiento e instalación para el tratamiento de residuos del ganado**

30 Prioridad:

26.05.2016 IL 24587216

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

12.11.2020

73 Titular/es:

**S.G.T. -SUSTAINABLE GREEN TECHNOLOGIES LTD (100.0%)
12 Ha'Melacha Street P.O. Box 8641
4250547 Netanya, IL**

72 Inventor/es:

LEVIN, GAL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 793 003 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación para el tratamiento de residuos del ganado

Campo de la invención

La presente invención se refiere al tratamiento de residuos del ganado. Más particularmente, la invención se refiere a un sistema y procedimiento para convertir los residuos del ganado en compost, agua tratada y energía.

Antecedentes de la invención

El tratamiento de los residuos, en particular los residuos del ganado, es un problema crítico en la mayoría de los países desarrollados, ya que causa graves problemas ambientales y económicos. Las granjas grandes, de 10.000 y más animales, ejercen presión sobre el ecosistema y presentan problemas difíciles de resolver tanto a corto como a largo plazo. En un intento por prevenir un desastre ecológico, varios países han legislado limitaciones a la cantidad de residuos del ganado que se pueden esparcir por año por unidad de superficie. Por ejemplo, en Europa se ha introducido recientemente una limitación de esparcido basada en el contenido de nitrógeno de los residuos, lo que prácticamente limita el tamaño de las granjas porcinas.

Tradicionalmente, la materia orgánica que contiene una excesiva demanda biológica de oxígeno (DBO) se ha tratado mediante acción microbiana. El procedimiento comienza con la separación de la materia orgánica del resto o fracción líquida, formando una masa de sólidos en forma de lodo activado. El tratamiento normalmente implica la digestión del material orgánico a través de la fermentación del lodo que implica la acción bacteriana aeróbica o anaeróbica o alguna combinación de las mismas. Estos procedimientos se utilizan para reducir la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno (DBO) del material a un nivel ambientalmente seguro. También es necesario eliminar materiales inorgánicos indeseables de la fracción de agua, que normalmente contiene cantidades indeseables de compuestos de fósforo y nitrógeno, incluidos fosfatos y nitratos.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales pueden incluir pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento avanzado. El pretratamiento incluye tamizado, trituración (limpieza mecánica de tamices al desmenuzar sólidos a un tamaño que pueda pasar a través de las aberturas del tamiz), desarenado y eliminación de grasa y escoria. El tratamiento primario incluye la eliminación de sólidos suspendidos de las aguas residuales por clarificación y despumación. Esto generalmente implica un tanque o canal y las etapas de reducir la velocidad del flujo, sedimentar sólidos más pesados y despumar sólidos relativamente ligeros. El tratamiento primario puede incluir procedimientos de digestión anaerobia, procedimientos de digestión aerobia o una combinación de los mismos. Los sistemas de tratamiento primario normalmente incluyen mecanismos de recolección de lodos, dispositivos de succión de lodos, dispositivos de eliminación de arenas y dispositivos de deshidratación de lodos para reducir el volumen de los lodos que se van a eliminar. Los sistemas de tratamiento secundario son normalmente sistemas aeróbicos que incluyen una fase de aireación y una fase de clarificación. Dichos sistemas incluyen normalmente un tanque de aireación, un sistema de distribución de aire, un clarificador, mecanismos de recolección de lodos y dispositivos de eliminación de lodos. El tratamiento avanzado incluye la eliminación adicional de sólidos orgánicos suspendidos y disueltos por medios que incluyen filtración y eliminación de patógenos por oxidación, cloración o calentamiento, precipitación de minerales, adsorción u otros métodos. En etapas adicionales del tratamiento avanzado, el licor purificado del clarificador generalmente se filtra y se refina a través de cloración, oxidación o calentamiento.

En el procedimiento de lodos activados del tratamiento primario o secundario, los microorganismos están contenidos en un lodo activado y se mezclan con las aguas residuales entrantes, lo que proporciona alimento para los microorganismos de modo que se produce más lodo activado. Dicha mezcla se realiza en un tanque o canal de aireación. En el procedimiento de lodo activado aeróbico, el oxígeno se mezcla intrínsecamente con el lodo activado y las aguas residuales. Los microorganismos usan los sólidos como nutrientes para su crecimiento y reproducción, convirtiendo los sólidos orgánicos suspendidos en biomasa, dióxido de carbono y agua. El procedimiento de lodo activado aeróbico, por lo tanto, normalmente incluye el mezclamiento de aguas residuales, lodo activado y oxígeno en un tanque de aireación; el consumo de sólidos orgánicos en suspensión por bacterias; sedimentación de lodos activados en un clarificador; devolución del lodo activado al tanque de aireación para un tratamiento adicional; separación del licor purificado del clarificador; y separación y eliminación del lodo inerte final. El documento US 2005/0035059 A1 describe un sistema de tratamiento de aguas residuales que emplea un reactor anaeróbico, reactores aeróbicos y dispositivos de filtración.

Los procedimientos e instalaciones existentes para el tratamiento de dichos residuos del ganado, especialmente para granjas grandes, generalmente han sido operaciones a gran escala que tienen altos costes de instalación. Existe la necesidad de proporcionar un sistema y método compacto y de bajo coste para el tratamiento de aguas residuales.

Sumario de la invención

La invención proporciona una instalación para tratar un volumen diario de aguas residuales del ganado, que comprende a) un depósito colector para recoger y agitar continuamente los residuos líquidos brutos del ganado;

- 5 b) un canal de pretratamiento que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida, capaz de contener al menos dicho volumen diario de aguas residuales, conectado en dicho extremo de entrada con dicho depósito colector y que acepta dichos residuos brutos, que fluyen a través del canal y forman unas aguas residuales pretratadas mientras permite la sedimentación parcial de sólidos dispersos y enriquece la parte inferior del canal con dichos sólidos en relación con la parte superior;
- 10 c) un reactor discontinuo secuencial anaeróbico (ASBR) conectado con dicho canal en dicho extremo de salida y que acepta dichas aguas residuales pretratadas de la parte media o superior de dicho canal en lotes separados, cada lote puede reaccionar en el tanque ASBR y sedimentar parcialmente, formando aguas residuales tratadas anaeróbicamente que se enriquecen con sólidos en la parte inferior del ASBR en relación con la parte superior, en donde una porción de dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente de dicha parte inferior se alimenta a dicho canal en dicho extremo de entrada donde se combina con dichos residuos brutos, estando dicha tubería de conexión ramificada para permitir que una parte de dichas aguas residuales pretratadas fluya a un reactor aeróbico;
- 15 d) un reactor discontinuo secuencial (SBR) aeróbico conectado con dicho canal en dicho extremo de salida y que acepta dichas aguas residuales pretratadas de la parte media o superior de dicho canal en lotes separados, y además conectado con dicho ASBR y que acepta dichas aguas tratadas anaeróbicamente de la parte superior de dicho reactor anaeróbico en lotes separados, a cada lote se le permite reaccionar en el tanque SBR y sedimentar parcialmente, formando aguas residuales tratadas aeróbicamente que se enriquecen con sólidos en la parte inferior del SBR en relación con la parte superior, en donde una porción de dichas aguas residuales tratadas aeróbicamente de dicha parte inferior se retroalimentan a dicho ASBR, y dichas aguas tratadas aeróbicamente de la parte superior se eliminan como un producto de agua segura; estando el SBR conectado a dicha tubería ramificada, que conecta dicho canal con dicho ASBR, cuya tubería está provista de una válvula que permite dividir el flujo de dichas aguas residuales pretratadas de la parte superior de dicho canal entre dicho ASBR y dicho SBR; y
- 20 e) un depósito de compost al que se alimentan los residuos sólidos basados en celulosa, conectado con dicho canal de pretratamiento en dicho extremo de salida y que recibe dichas aguas residuales pretratadas de la parte inferior de dicho canal, estando el depósito provisto de medios de mezclamiento, proporcionando así un compost de calidad; y
- 25 f) medios de transferencia para transferir el líquido tratado desde dicho colector, a través de dicho canal y dicho reactor anaeróbico, a dicho reactor aeróbico y a dicho depósito de compost, en donde dichos medios comprenden bombas y medios accionados por gravedad;
- 30 en donde dicho volumen diario de aguas residuales del ganado se convierte en un compost de calidad y agua segura para su liberación en el sistema municipal o para usar en agricultura. En una realización de la invención, la instalación comprende a) dicho depósito que tiene un volumen para contener al menos dos de dichos volúmenes diarios de aguas residuales;
- b) dicho canal de pretratamiento que tiene una longitud de al menos 10 veces mayor que su anchura, y un volumen para contener al menos dos de dichos volúmenes diarios de aguas residuales;
- 35 c) dicho ASBR que tiene un volumen para contener al menos uno de dichos volúmenes diarios de aguas residuales, preferiblemente al menos dos de dichos volúmenes diarios, y está provisto de medios de recolección para recoger y procesar biogás para proporcionar energía para el funcionamiento de la instalación;
- d) dicho reactor aerobio que tiene un volumen para contener al menos uno de dichos volúmenes diarios de aguas residuales, preferiblemente al menos dos de dichos volúmenes diarios, y está provisto de medios de dispersión de aire; y
- 40 e) dicho depósito de compost que tiene un volumen para contener al menos dos, preferiblemente al menos cinco, de dichos volúmenes diarios, y está provisto de medios de mezclamiento que mezclan regularmente dichos residuos de celulosa y dichas aguas residuales, y medios de transporte que transportan los residuos de celulosa dentro del depósito y el compost preparado fuera; en donde dicho volumen diario de aguas residuales del ganado se convierte en un compost de calidad y agua segura para usar en agricultura o para su eliminación. El sistema de la invención es muy eficiente y también económicamente menos exigente; entre otros, el canal de sedimentos, posiblemente un paralelepípedo rectangular largo simple excavado en el suelo y hecho a prueba de agua, aunque técnicamente es un elemento lo más simple posible, sin ningún medio técnico costoso de reactores habituales, contribuye sustancialmente a la eficiencia del procedimiento.
- 45 La instalación según la invención puede ajustarse a cualquier necesidad de manera flexible, normalmente estando configurada para tratar de 50 a 400 m³ por día, pero posiblemente hasta 2000 m³ por día o más. La instalación según la invención comprende además medios de transferencia para transferir el líquido tratado desde dicho colector, a través de dicho canal y dicho reactor anaeróbico, a dicho reactor aeróbico y a dicho depósito de compost, comprendiendo los medios bombas y medios accionados por gravedad. En una realización preferida, la instalación de la invención comprende medios de automatización, que comprenden al menos un microprocesador, y medios de medición analíticos, sensores de nivel de líquido, medios analíticos para toma de muestra automática y medición de la concentración de componentes, incluida la cantidad de sólidos, en el agua tratada, y los medios para analizar los parámetros del líquido, incluyendo la concentración de sólidos, a lo largo de la altura de dichos reactores anaerobios
- 50
- 55

y aeróbicos. Dicho(s) microprocesador(es) gestiona(n) ventajosamente la transferencia de materiales en el sistema y gestiona(n) las etapas del procedimiento. Los residuos procesados pueden proceder de cualquier criadero de animales. Ventajosamente, el sistema de la invención se emplea en explotaciones de ganado o granjas de cerdos. En una realización preferida, la instalación y el método de la invención se emplean en granjas de cerdos.

- 5 La invención proporciona un procedimiento de tratamiento de aguas residuales del ganado, que comprende i) recoger residuos líquidos brutos en un tanque colector agitado; ii) transferir dichos residuos líquidos brutos desde dicho tanque colector a un reactor de canal de flujo continuo no agitado, proporcionando dichos residuos líquidos brutos un residuo líquido pretratado en dicho canal; iii) transferir dichos residuos líquidos pretratados desde dicho canal por una primera salida a un ASBR y a un SBR a una velocidad de transferencia de v_3 , y por una segunda salida a un depósito de
- 10 compost a una velocidad de transferencia de v_4 , donde dicho residuo líquido pretratado se mezcla en dicho depósito con un residuo de celulosa añadido de modo regular a dicho depósito, en donde dicha v_4 es como máximo 20% de dicha v_3 , por ejemplo aproximadamente 10% de dicha v_3 , y en donde dicha segunda salida está más cerca del fondo de dicho depósito que dicha primera salida, obteniendo así compost; iv) transferir una parte de dicha agua pretratada desde dicha primera salida a dicho SBR a una velocidad de transferencia de v_{11} y una parte de dicho ASBR a una
- 15 velocidad de transferencia de $(v_3 - v_{11})$ en donde dicho v_{11} es cero o hasta $v_3/3$, normalmente cero o hasta $v_3/5$, y hacer reaccionar dichas aguas residuales pretratadas en dicho ASBR, permitiendo que dichas aguas residuales sedimenten, obteniendo así unas aguas residuales tratadas anaeróbicamente, estando los sólidos más concentrados en la parte inferior del ASBR (lodo) que en la parte superior del ASBR; v) opcionalmente recoger biogás a través de un colector de gas; vi) transferir dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente desde dicha parte superior del
- 20 ASBR por una tercera salida a dicho SBR a una velocidad de transferencia de v_5 , y transferir dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente desde dicha parte inferior del ASBR por una cuarta salida a dicho canal a una velocidad de transferencia de v_6 , en donde dicha v_6 es como máximo 15% de dicha v_5 , y en donde dicha cuarta salida está más cerca del fondo de dicho ASBR que dicha tercera salida, suministrando de ese modo a dicho canal un lodo activado; y vii) hacer reaccionar dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente en dicho SBR, permitiendo que dichas aguas residuales sedimenten, obteniendo así unas aguas residuales tratadas aeróbicamente, estando los sólidos más
- 25 concentrados en la parte inferior del SBR (lodo) que en la parte superior del SBR, y transferir dichas aguas residuales tratadas aeróbicamente desde dicha parte superior del SBR por una quinta salida a una velocidad de transferencia de v_7 para obtener agua tratada segura, y transferir dichas aguas residuales tratadas aeróbicamente desde dicha parte inferior del SBR por una sexta salida de regreso a dicho ASBR a una velocidad de transferencia de v_8 , en donde v_8 es como máximo 5% de dicho v_7 , y en donde dicha sexta salida está más cerca del fondo de dicho SBR que dicha quinta salida; obteniendo así agua segura para liberar en el sistema municipal o para usar en agricultura, y además un compost de calidad, y opcionalmente biogás. Dichas etapas de transferencia de materiales en el procedimiento de la invención normalmente comprenden porciones, que se procesan secuencialmente, normalmente en 2 a 6 lotes al día. Dicha etapa iv) comprende la homogeneización del contenido del reactor que se logra mediante el flujo de entrada
- 35 y de salida de los líquidos. Dicha transferencia de los residuos líquidos pretratados desde dicha primera salida al ASBR y SBR en las etapas iii) y iv) comprende ramificar la corriente de dichas aguas, preferiblemente por una válvula regulada, de modo que solo se transfiera hasta 1/3 de la corriente al SBR y solo en ciertos periodos; normalmente, el agua puede fluir hacia el SBR cuando el pH en el SBR ha disminuido por debajo del valor de 6,5, y el flujo se detiene cuando el pH alcanza un valor predeterminado, por ejemplo al menos 6,9, tal como al menos 7,4, de modo que dicha v_{11} normalmente es cero o hasta $v_3/3$, tal como hasta $v_3/5$. Dicha etapa vii) comprende la homogeneización del contenido del reactor que se logra mediante un flujo de entrada y dispersión intensiva de aire, y por una agitación mecánica intensiva. Las mezclas en dichas etapas iv) y vii) normalmente se dejan sedimentar durante un periodo de tiempo entre aproximadamente 1 y aproximadamente 12 horas. El procedimiento de la invención se emplea preferiblemente para aguas residuales del ganado que comprende cerdos o ganado vacuno.
- 40
- 45 En una realización preferida de la invención, se proporciona un procedimiento para tratar unas aguas residuales de granjas de cerdos, que comprende pasar dichas aguas a través de un sistema que comprende
- un canal de pretratamiento, de flujo continuo, no agitado, de sedimentación al menos 10 veces más largo que ancho,
 - un ASBR, y
 - un SBR,
- 50

en donde una porción de lodo de dicho SBR se devuelve a dicho ASBR, una porción de lodo de dicho ASBR se devuelve a dicho canal, y una porción de lodo de dicho canal se mezcla con un residuo a base de celulosa para formar compost; proporcionando así un agua segura y un compost de alta calidad.

Breve descripción de los dibujos

- 55 Las características y ventajas anteriores y otras de la invención serán más evidentes a través de los siguientes ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de una realización del sistema según la invención, que convierte las aguas residuales de animales y el residuo a base de celulosa en agua tratada de manera segura, compost de alta calidad y biogás;

5 la figura 2 es una representación esquemática de una realización del sistema según la invención; los elementos de equipo 1 a 6 y las salidas 12 a 18 constituyen la base de una instalación según la invención, los materiales 7 y 8 entran en el procedimiento de la invención, y los materiales 9 a 11 se producen en el procedimiento y las velocidades de transferencia $v1$ a $v11$ caracterizan el movimiento de los materiales en el procedimiento de la invención; y

10 la figura 3 es una representación esquemática de una realización del sistema según la invención, que proporciona agua limpia a partir de residuos líquidos de animales, y que además proporciona compost y biogás como productos secundarios a la vez que utiliza residuos de celulosa; el sistema comprende el depósito colector 1 y el depósito de compost 5, los elementos de tratamiento primario 2 y 3 (reactor de canal y ASBR), el elemento de tratamiento secundario 4 (SBR), el elemento de tratamiento terciario 19 (filtro de arena) y los elementos de tratamiento cuaternario 20-24 (microfiltro, filtro de carbón 1, filtro de carbón 2, dispositivo RO, filtro de carbón 3).

Descripción detallada

15 Ahora se ha descubierto que los residuos líquidos de las granjas de cerdos pueden tratarse de manera rentable y eficiente en dos reactores discontinuos secuenciales conectados en serie, de los cuales el primero es un reactor discontinuo secuencial anaeróbico (ASBR) y el segundo es un reactor discontinuo secuencial aeróbico (SBR), en donde a) los residuos líquidos brutos recogidos se pretratan primero en un reactor de canal no agitado, proporcionando un residuo líquido pretratado para alimentar a dicho ASBR, b) una pequeña parte del lodo de dicho ASBR se dosifica a dicho canal, donde se combina con dicho residuo líquido bruto; c) una pequeña parte del lodo de dicho SBR se dosifica a dicho ASBR, y d) una pequeña parte de dicho residuo líquido pretratado se alimenta a un depósito de compost donde se mezcla con un residuo de celulosa; produciendo así agua purificada de dicho SBR y compost de dicho depósito. El término lodo en este contexto significa que el líquido comprende más materiales suspendidos que el contenido promedio en el reactor del que fluye, como resultado de la sedimentación.

25 La instalación según la invención comprende al menos elementos como se representan esquemáticamente en la Fig. 1. Las aguas residuales del ganado fluyen a través del depósito colector (1) y a través del reactor de canal de flujo de sedimentación (2), y además en paralelo a ASBR (3) y SBR (4) para producir agua tratada, y al depósito de compost (5) para mezclarlo con residuos que comprenden celulosa y producir compost; en paralelo, una cantidad relativamente pequeña de lodo fluye del SBR al ASBR y del ASBR al canal. Dicho canal permite la descomposición hidrolítica anaerobia preliminar de los residuos. Dicho reactor ASBR está provisto ventajosamente de un colector de gas (6) para producir biogás. Por lo tanto, en la instalación según la invención, y según el método de la invención, los residuos del ganado y los residuos de celulosa se procesan para producir agua tratada, compost y biogás.

En una realización preferida, la instalación y el procedimiento según la invención comprenden elementos como el sistema representado esquemáticamente en las Figs. 1 y 2 a las que se refiere la siguiente descripción. Un procedimiento preferido de tratamiento de residuos líquidos de granja de cerdos (7) comprende i) recoger los residuos líquidos brutos en un depósito colector agitado (1) a una velocidad $v1$ (todas las velocidades están en m^3 por día), en donde $v1$ es normalmente entre 20 y 200 m^3/d ; ii) transferir dichos residuos líquidos brutos desde dicho depósito colector a un reactor de canal de flujo no agitado (2) a una segunda velocidad de transferencia $v2$, proporcionando dicho residuo líquido bruto un residuo líquido pretratado en dicho canal; iii) transferir dichos residuos líquidos pretratados desde dicho canal por una primera salida (12) a un ASBR (3) a una tercera velocidad de transferencia $v3$, y por una segunda salida (13) a un depósito de compost a una cuarta velocidad de transferencia $v4$, donde dicho residuo líquido pretratado se mezcla en dicho depósito con un residuo de celulosa (8) añadido a una novena velocidad de transferencia $v9$, donde dicha cuarta velocidad de transferencia es como máximo 20% de dicha tercera velocidad de transferencia, y preferiblemente como máximo 15% de dicha tercera velocidad de transferencia, por ejemplo aproximadamente 10% de dicha tercera velocidad, y en donde dicha segunda salida está más cerca del fondo de dicho depósito que dicha primera salida, obteniendo así el compost (11) a una velocidad décima $v10$; iv) hacer reaccionar dichas aguas residuales pretratadas en dicho ASBR, permitiendo que dichas aguas residuales sedimenten, obteniendo así unas aguas residuales tratadas anaeróbicamente, estando los sólidos más concentrados en la parte inferior del ASBR (lodo) que en la parte superior del ASBR; v) opcionalmente recoger biogás (9) por un colector de gas (6); vi) transferir dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente desde dicha parte superior del ASBR por una tercera salida (14) a dicho SBR a una quinta velocidad de transferencia $v5$, y transferir dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente desde dicha parte inferior del ASBR por una cuarta salida (15) a dicho canal a una sexta velocidad de transferencia $v6$, en donde dicha sexta velocidad de transferencia es como máximo 15% de dicha quinta velocidad de transferencia, por ejemplo, aproximadamente 10% de dicha quinta velocidad, y en donde dicha cuarta salida está más cerca del fondo de dicho ASBR que dicha tercera salida, suministrando así a dicho canal un lodo activado; vii) hacer reaccionar dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente en dicho SBR, permitiendo que dichas aguas residuales sedimenten, obteniendo así unas aguas residuales tratadas aeróbicamente, estando los sólidos más concentrados en la parte inferior del SBR (lodo) que en la parte superior del SBR, y transferir dichas aguas residuales tratadas aeróbicamente desde dicha parte superior del SBR por una quinta salida (16) a una séptima velocidad de transferencia ($v7$) para obtener agua tratada (10), y transferir dichas aguas residuales tratadas aeróbicamente desde dicha parte inferior del SBR por una sexta salida de vuelta a dicho ASBR a una octava velocidad de transferencia $v8$,

en donde dicha octava velocidad de transferencia es como máximo 5% de dicha séptima velocidad de transferencia, por ejemplo aproximadamente 2% de dicha séptima velocidad, y en donde dicha sexta salida está más cerca del fondo de dicho SBR que dicha quinta salida. Dichas velocidades de transferencia normalmente comprenden porciones (lotes) en las que el líquido se transfiere de una parte del sistema a la otra. Particularmente, dichas etapas iv) a vi) normalmente comprenden de 2 a 6 lotes por día. Como es habitual en los reactores discontinuos secuenciales, una parte del volumen máximo de dichos ASBR y SBR, tal como por ejemplo de 1/10 a 1/2, se añade en un lote, el contenido del reactor se homogeneiza, la reacción se deja que proceda. La homogeneización en dicho ASBR se logra al menos por el flujo de entrada y salida del líquido, opcionalmente mediante un agitador. La homogeneización de dicho SBR se logra mediante un flujo de entrada de aire y dispersión intensivos, y mediante una agitación mecánica intensiva. En cada lote, la mezcla se deja sedimentar durante un periodo de entre 3 y 12 horas en dicho ASBR, tal como entre 4 y 6 horas; cada ciclo normalmente dura entre aproximadamente un cuarto y la mitad del día. En dicho SBR, la mezcla se deja sedimentar normalmente entre 0,5 y 3 horas, tal como 1-2 horas. Dado que las salidas segunda, cuarta y sexta están más cerca del fondo que la parte líquida promedio en el sistema, se producen fraccionamientos en las etapas implicadas. Los residuos líquidos brutos normalmente comprenden 1-3 sólidos; los residuos usualmente contienen entre 1,2% y 1,8% de materiales no acuosos, tal como 1,5%, comprendiendo normalmente de aproximadamente 0,6 a 0,9% de partículas suspendidas. El líquido en dichas salidas segunda, cuarta y sexta puede contener hasta 10% de materiales no acuosos, normalmente entre 4% y 8%, por ejemplo 6%. Las salidas primera, tercera y quinta drenan los líquidos decantados, y su contenido de materiales no acuosos puede ser, en algunas realizaciones de la invención, por ejemplo, menos de aproximadamente 0,8%, menos de aproximadamente 0,2% y menos de aproximadamente 0,08% respectivamente.

En un aspecto, la invención proporciona un procedimiento semicontinuo efectivo para limpiar aguas residuales del ganado, a cualquier escala, durante el cual las aguas residuales se recogen continuamente y se procesan en lotes repetidos para obtener agua purificada, compost y biogás. Al referirse a la Fig. 2, los materiales residuales (7) y (8) proporcionan productos (9), (10) y (11). En cuanto a los flujos de material y las velocidades de transferencia, $v1$ a $v8$ comprenden líquidos acuosos, normalmente suspensiones acuosas, mientras que $v9$ y $v10$ comprende sólidos húmedos; prácticamente también $v9$ y $v10$ puede expresarse convenientemente en m^3/d . Prácticamente, en el procedimiento semicontinuo de la invención, $v1+v9 = v7+v10$, dado que el peso del biogás es relativamente pequeño, y las densidades de los residuos a base de celulosa y el compost no están muy lejos de 1. En una realización de la invención, $v9$ es de aproximadamente $v4/2$ a aproximadamente $2*v4$, tal como aproximadamente $v4$. El agua pretratada del canal puede distribuirse a ASBR y el depósito de compost a velocidades de transferencia $v3$ y $v4$ en una relación de aproximadamente 10:1; el lodo activado de ASBR puede distribuirse a SBR y al canal a velocidades de transferencia $v5$ y $v6$ en una relación de aproximadamente 10:1; el lodo activado de SBR puede transferirse a ASBR a velocidad de transferencia $v8$ de aproximadamente $0,02*v7$. En cualquier caso, las siguientes relaciones se mantendrán aproximadamente: $v2+v6 = v3+v4$ para el canal; $v4+v9 = v10$ para el depósito de compost; $v3+v8 - v11 = v5+v6$ para el ASBR; y $v5+v11 = v7+v8$ para el SBR.

En un aspecto importante de la invención, los residuos líquidos de animales fluyen a través del sistema de purificación de la invención y proporcionan agua segura, por ejemplo, como se ve en la Fig. 3, o en la Fig. 1 en la que el líquido residual 7 proporciona agua segura 10. Se logran resultados excelentes del sistema según la invención a través de una pluralidad de etapas de fraccionamiento ajustadas y una pluralidad de contracorrientes adaptadas, como se ve en la figura 2: dicha partición ocurre en el reactor de canal a la salida de la cual se separa una parte más pequeña de la corriente ($v4 < v3$), y los flujos de retorno ajustados se producen en el ASBR desde el cual una parte más pequeña vuelve al canal del reactor ($v6 < v5$), y en el SBR desde el cual una parte más pequeña vuelve al ASBR ($v8 < v7$); siendo las proporciones de $v4/v3$, $v6/v5$, y $v8/v7$ importantes parámetros de regulación.

En una realización preferida de la invención, el sistema para tratar aguas residuales del ganado, que incluye la instalación y el procedimiento según la invención, comprende etapas adicionales de purificación de agua según los requisitos externos y según el uso deseado del producto de agua final; dichas etapas adicionales siguen preferiblemente el tratamiento aeróbico, por ejemplo el tratamiento en un SBR. Dichas etapas adicionales comprenden preferiblemente etapas de filtración, tales como filtración en arena y filtración por ósmosis inversa (RO). En una realización preferida, el agua tratada en un SBR fluye a un filtro de arena y luego a un sistema de RO. Todo el procedimiento, que comprende una etapa anaeróbica primaria (preferiblemente empleando un canal de pretratamiento y un ASBR) y una etapa aeróbica secundaria (preferiblemente empleando un SBR), comprende por lo tanto en una realización una etapa terciaria (filtro de arena) y una etapa cuaternaria (RO). Dicha etapa cuaternaria normalmente emplea microfiltro (μF) seguido de dos filtros de carbón (CF1, CF2) antes de emplear el procedimiento de ósmosis inversa, y normalmente se finaliza con otro filtro de carbón (CF3). La filtración en arena normalmente elimina la mayoría de las partículas mayores de 50 μm , dicho microfiltro la mayoría de las partículas mayores de 5 μm . El etapa de RO reduce ventajosamente la salinidad de las aguas residuales, por ejemplo, el agua de las granjas de cerdos, después del tratamiento aeróbico; el tratamiento de RO puede repetirse según la necesidad, y después del tercer ciclo de RO, se puede obtener hasta 90% de agua final tratada en relación con el volumen del agua tratada aeróbicamente. En caso de reciclaje de RO, se incluyen uno o dos tanques de retención en el sistema para almacenar el concentrado antes del reprocesamiento.

La figura 3 muestra esquemáticamente un sistema según una realización de la invención, en el que los residuos líquidos de animales se convierten en agua segura de alta calidad, proporcionando además compost y biogás como productos secundarios a la vez que se utilizan residuos de celulosa; el sistema comprende el depósito colector 1 y el

depósito de compost 5, los elementos de tratamiento primario 2 (reactor de canal) y 3 (ASBR), el elemento de tratamiento secundario 4 (SBR), el elemento de tratamiento terciario 19 (filtro de arena) y los elementos de tratamiento cuaternario que incluyen el microfiltro 20, 1^{er} filtro de carbón 21, 2^o filtro de carbón 22, unidad de RO 23 y 3^{er} filtro de carbón 24. El reactor anaeróbico 3 produce biogás, y la fracción de sedimento del canal de pretratamiento, junto con los residuos de celulosa, y con la descarga salina de la unidad de RO forman el compost.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a una instalación y un método para tratar residuos del ganado. El sistema de la invención, que constituye la base de dicha instalación y método, comprende:

- Un depósito colector, donde se recogen todos los residuos del recinto de los animales (secreciones, líquidos de lavado). Las aguas residuales recogidas se agitan mientras se produce algo de oxidación preliminar. Por ejemplo, en el caso de una granja de cerdos, las aguas residuales recogidas pueden contener aproximadamente 1,5% de sólidos.
- Un depósito de compost, y al menos un canal de sedimentación a través del cual las aguas residuales se transfieren a dicho depósito de compost, a un tanque anaeróbico, e intermitentemente a un tanque aeróbico; a medida que dichas aguas residuales fluyen a través del canal, los sedimentos sólidos y la suspensión más cercana al fondo con relativamente más material sedimentado llega al depósito de compost, y se agita con astillas de madera y se deja formar un compost de alta calidad. Como una pequeña parte de dicho contenido del ASBR, cerca del fondo del ASBR, se lleva al canal junto con las aguas residuales brutas, el canal contiene un lodo activado, que contiene los microorganismos de dicho reactor anaeróbico, que mantienen los procesos biológicos deseados en el canal, y que empiezan el proceso de descomposición anaeróbica ya en el canal. El tiempo de retención hidráulica en el canal es normalmente de 2-4 días. El tiempo de retención en el depósito del compost suele ser de entre 10 y 30 días.
- Al menos un tanque anaeróbico y un tanque aeróbico, preferiblemente un reactor discontinuo secuencial anaeróbico (ASBR) y un reactor discontinuo aeróbico (SBR), en donde en el primer tanque, se eliminan los fosfatos y se reducen el nitrógeno y la DQO, y en el último, se elimina el nitrógeno restante. El reactor anaeróbico recibe pequeñas cantidades del lodo de dicho reactor aeróbico; el término lodo en este contenido significa que el líquido comprende más materiales suspendidos que el contenido promedio en el reactor del que fluye, como resultado de la sedimentación. La suspensión parcialmente decantada de dicho canal fluye al ASBR y al SBR, en donde el flujo se ramifica, de modo que solo se transfiere hasta 1/3 de la corriente al SBR y solo en ciertos periodos; generalmente, el agua se deja que fluya al SBR cuando el pH en el SBR ha disminuido por debajo del valor de 6,5, y el flujo se detiene cuando el pH alcanza un valor predeterminado, por ejemplo al menos 6,9, tal como al menos 7,4, por ejemplo 7,5, de modo que dicho flujo al SBR es cero o hasta 1/3 del flujo al ASBR, tal como 1/5 o menos del flujo al ASBR; el periodo del flujo cero puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 20 días, seguido de un periodo de aproximadamente diez días de flujo distinto de cero. El tiempo de retención de lodo en los reactores es normalmente de 12-24 horas, mientras que el tiempo de retención de sólidos en el ASBR puede ser de 20-35 días y en el SBR de 10-20 días.
- Opcionalmente, una cúpula colectora en el ASBR para recoger el biogás liberado. El biogás, principalmente metano, puede usarse para calentar el reactor, calentar los recintos de los animales y producir la electricidad necesaria para el funcionamiento de la granja.

En una realización de la invención, la instalación tiene una capacidad de 25-400 m³ de aguas residuales brutas por día, por ejemplo entre 50 y 200 m³ de líquidos residuales de granjas de cerdos por día.

El término "ganado" se refiere en el presente documento a animales domesticados criados en un entorno agrícola para producir productos tales como alimentos, fibra y mano de obra. Ejemplos de dichos animales domésticos incluyen alpaca, buey salvaje, bisonte, camello, ganado vacuno, venado, burro, toro salvaje, cabra, caballo, lama, cerdo, reno, oveja, búfalo de agua y yak. Más particularmente, el término se refiere a cerdos y ganado vacuno.

La expresión "tiempo de retención" (RT), también conocido como tiempo de permanencia o τ (tau), se refiere en el presente documento al período de tiempo promedio que el material (por ejemplo, suspensión de agua) permanece en una unidad contenedora (por ejemplo, reactor). RT es el volumen de la unidad contenedora dividido entre el caudal de flujo entrante (velocidad de transferencia). Los caudales o velocidades de transferencia se expresan aquí en m³ por día, m³/d, el RT es en días. La expresión "tiempo de retención de lodo" o "tiempo de retención de sólidos (SRT)" se refiere al tiempo promedio que los microorganismos son retenidos en la unidad contenedora (por ejemplo, reactor). El tiempo de retención de lodo es la cantidad de biosólidos en el sistema dividida entre la velocidad de pérdida de biosólidos del sistema.

La invención proporciona un sistema técnicamente no complejo, sin equipo costoso, flexible y escalable, particularmente para neutralizar el agua de granjas de cerdos y explotaciones ganaderas, que comprende sedimentación preliminar, tratamiento anaeróbico, tratamiento aeróbico y tratamiento del lodo mediante compostaje. En una realización, una instalación según la invención puede comprender:

un depósito de mezcla;

un depósito de compost, que comprende al menos un canal de pretratamiento y un tanque de compost;
al menos un reactor anaeróbico; y
al menos un reactor aeróbico.

En otra realización, un procedimiento según la invención comprende:

- 5 recoger los residuos en el depósito de mezcla;
transferir los residuos al canal, en donde el tiempo de retención hidráulica es de 2-4 días;
transferir los líquidos desde el depósito de compost al reactor anaeróbico, en el cual el tiempo de retención hidráulica es de 12-24 horas, y el tiempo de retención de lodo es de 35-37 días; y
transferir los líquidos del reactor anaeróbico al reactor aeróbico;

- 10 en donde una parte del lodo del reactor aeróbico se transfiere al reactor anaeróbico y una parte del lodo del reactor anaeróbico se transfiere al final del canal, y en donde una parte de la corriente del canal al reactor anaeróbico ocasionalmente se ramifica al reactor aeróbico para aumentar el pH.

El sistema de la invención es particularmente ventajoso para las granjas de cerdos, y el sistema se puede escalar según la necesidad. La esencia de la invención radica en A) convertir las aguas residuales del ganado en una suspensión enriquecida con un lodo activado, y B) fraccionar la suspensión en al menos dos etapas de sedimentación durante las cuales se transfiere una fracción más concentrada a un depósito de compost para reaccionar con un residuo a base de celulosa y una fracción menos concentrada se transfiere a un procesamiento de aguas adicional. Dicha etapa A) se logra transfiriendo una parte del lodo sedimentado desde un reactor ASBR a un reactor de canal de flujo continuo, dicha etapa B) se logra sedimentando la suspensión en el canal de flujo continuo y en dicho reactor ASBR y recogiendo el líquido para procesamiento adicional de la parte superior de la mezcla sedimentada. Sin comprometerse con ninguna teoría en particular, basándose en sus hallazgos experimentales, los autores de la invención creen que los excelentes resultados se obtienen debido a una combinación especial de los efectos físicos y biológicos que ocurren en el sistema según la invención, lo que permite procesar de manera eficiente grandes volúmenes de residuos de animales, al tiempo que proporciona agua de la pureza deseada y buen compost.

El sistema se puede ajustar según la calidad de los residuos de animales brutos y también según la calidad requerida del agua final. Por ejemplo, en una realización, el agua final se puede liberar al sistema municipal de residuos; en otra realización, el agua final puede emplearse en agricultura. La calidad del agua final puede regularse, por ejemplo, ajustando los tiempos de retención en los reactores; sin embargo, se pueden añadir etapas de purificación adicionales para modificar la calidad del agua segura final según los requisitos y regulaciones relevantes. La calidad del compost obtenido puede regularse según las necesidades, por ejemplo modificando la relación de lodo/residuos de celulosa, o empleando varios tipos de residuos de celulosa. En un primer aspecto, la invención se dirige a un sistema, que incluye una instalación y un método, para tratar residuos líquidos de animales y proporcionar agua segura y compost, en donde dicho tratamiento comprende al menos una etapa de tratamiento primario y una etapa de tratamiento secundario que emplea un reactor anaeróbico y un reactor aeróbico, en cuyo sistema dicho residuo líquido de animales y un residuo a base de celulosa se convierten en dicha agua segura y compost, y opcionalmente biogás. Dicho sistema es particularmente útil en granjas de cerdos. En un segundo aspecto, la invención se dirige a un sistema, que incluye una instalación y un método, para tratar residuos de animales que comprenden un componente líquido y un componente sólido, en donde dicho componente líquido se trata al menos mediante una etapa de tratamiento primario y una etapa de tratamiento secundario que emplea un reactor anaeróbico y un reactor aeróbico, en cuyo sistema dicho residuo líquido de animales y un residuo a base de celulosa se convierten en agua segura y compost, y opcionalmente biogás, en donde dicho componente sólido se añade a dicho residuo a base de celulosa o esencialmente forma dicho residuo a base de celulosa. Dicho sistema es particularmente útil en la explotación de ganado lechero.

La invención se describirá e ilustrará adicionalmente en el siguiente ejemplo.

Ejemplos

- 45 Los siguientes acrónimos se usan en el presente documento:

ASBR Reactor discontinuo secuencial anaeróbico

SBR Reactor discontinuo secuencial

DQO Demanda química de oxígeno

DBO Demanda biológica de oxígeno

- 50 TSS Sólidos totalmente suspendidos

TKN	Nitrógeno total Kjeldahl
N-NH ₄	Nitrógeno amoniacal
FOG	Grasas, aceites y lubricantes
TP	Fósforo total
5 μF	Microfiltro
CF	Filtro de carbón
RO	Osmosis inversa

Ejemplo 1

- 10 Se construyó una instalación prototipo en una granja de cerdos del norte de Israel, con el fin de procesar los residuos recogidos de ~4.000 cerdos. La instalación es una instalación de tratamiento biológico secuencial para el tratamiento del rendimiento diario de 50 metros cúbicos de residuos líquidos. Los residuos tratados contenían orina de cerdo, excrementos y agua de lavado de una granja de cerdos. La instalación de tamaño medio comprendía un canal de pretratamiento de 200 m³ y dos reactores de 100 m³ cada uno, que sirven como los reactores anaeróbicos y aeróbicos.
- 15 Unos 50 m³ de las aguas residuales brutas recogidas del depósito colector se bombeaban al canal de pretratamiento todos los días. El canal se alimentaba adicionalmente con un lodo activado del reactor anaeróbico, de la parte inferior después de la sedimentación. La parte inferior del líquido en el canal, con sólidos precipitados, era conducida al depósito de compost, donde se mezclaba con astillas de madera, 5 m³ de suspensión al día y aproximadamente 5 toneladas de astillas. Se recogían diariamente dos lotes de 25 m³ cada uno desde el final del canal hasta el reactor anaeróbico. El líquido se alimentaba desde el fondo del contenedor, generando una agitación. Durante la reacción anaeróbica, se redujeron la DQO, DBO, TSS y PT. Se estimó que quemar el biogás liberado en la reacción anaeróbica podría proporcionar al menos 100 KW durante todo el día. Los residuos decantados del reactor anaeróbico luego se alimentan al reactor aeróbico dos veces al día, para el etapa final de desnitrificación. El lodo del reactor aeróbico, después de la sedimentación, se devolvía en una cantidad de 2 m³ al reactor anaeróbico. El tiempo de retención de lodo se estimó en 37 días, mientras que la retención hidráulica era de aproximadamente 12-24 horas.
- 20
- 25 Se obtuvieron los siguientes valores para el agua tratada (los valores promedio de varios ciclos de tratamiento experimental son seguidos por los valores objetivo para el agua eliminada):

	pH	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	TSS (mg/l)	TKN (mg/l)	N-NH ₄ (mg/l)	FOG (mg/l)	TP (mg/l)
Entrada al canal	7,5	6.500	15.000	9.200	1.800	800	400	320
Salida del canal al ASBR		6.000	12.000	6.000	1.600			280
Salida del ASBR al SBR		1.150	2.300	900	1.100			50
Salida del SBR para eliminar		900	1.900	800	450			19
Salida del canal al compost		50.000	90.000	80.000	5.500			2.000
Valor de eliminación objetivo	6 - 10	<500	<2.000	<1.000	<100		<100	<30

Al final del procedimiento, los residuos se encontraban dentro del parámetro permitido para desecharlos en el sistema municipal de tratamiento de aguas residuales.

Ejemplo 2

- 30 Se construyó un pequeño sistema piloto en un establo de vacas del centro de Israel con 300 vacas lecheras, que procesaba los residuos recogidos de 20 vacas. Los residuos líquidos se procesaron de manera similar al Ejemplo 1, pero se emplearon volúmenes aproximadamente 20 veces menores del canal de pretratamiento y dos reactores (reactor de canal de aproximadamente 6 m³ y aproximadamente 5 m³ cada uno), que servían como los reactores anaeróbicos y aeróbicos. Aproximadamente 3 m³ al día de las aguas residuales brutas recogidas del depósito colector se bombeaban al canal de pretratamiento, y el agua del reactor aeróbico se filtraba en un filtro de arena y luego en una secuencia de μF/CF1/CF2 seguido por el dispositivo de RO y el dispositivo final de CF3.
- 35

	DQO (mg/l)	N-NH4 (mg/l)	Cloruros (mg/ml)	Polifenoles (mg/ml)	Na (mg/ml)
Salida del SBR	1190	89	334	59	253
Descarga salina	1350	101	366	57	256
Agua pura final	129	37	157	<20	112

Si bien esta invención se ha descrito en términos de algunos ejemplos específicos, son posibles muchas modificaciones y variaciones. Por lo tanto, se entiende que dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención puede realizarse de otra manera que la descrita específicamente.

REIVINDICACIONES

1. Una instalación provista de un reactor anaeróbico (3) y un reactor aeróbico (4) para tratar un volumen diario de aguas residuales del ganado, que comprende

a) un depósito colector (1) configurado para recolectar y agitar continuamente residuos líquidos del ganado brutos;

5 b) un canal de pretratamiento (2) que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida, configurado para contener al menos dicho volumen diario de aguas residuales, conectado en dicho extremo de entrada con dicho depósito colector y configurado para aceptar dichos residuos brutos, que fluyen a través del canal y forman unas aguas residuales pretratadas mientras permite la sedimentación parcial de sólidos dispersos y enriquecimiento de la parte inferior del canal con dichos sólidos en relación con la parte superior;

10 c) un reactor discontinuo secuencial anaeróbico (ASBR, 3) conectado con dicho canal a través de una tubería de conexión en dicho extremo de salida y configurado para aceptar dichas aguas residuales pretratadas de la parte superior de dicho canal en lotes separados a través de la tubería de conexión, cada lote puede reaccionar en el ASBR y sedimentar parcialmente, formando aguas residuales tratadas anaeróbicamente enriquecidas con sólidos en la parte inferior del ASBR en relación con la parte superior, en donde una porción de dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente de dicha parte inferior se alimenta a dicho canal en dicho extremo de entrada donde se combina con dichos residuos brutos, estando dicha tubería de conexión ramificada para permitir que una parte de dichas aguas residuales pretratadas fluya a un reactor aeróbico;

20 d) un reactor discontinuo secuencial aeróbico (SBR, 4) conectado con dicho ASBR a través de la tubería de conexión y configurado para aceptar dichas aguas tratadas anaeróbicamente de la parte superior de dicho ASBR en lotes separados, cada lote puede reaccionar en el SBR y sedimentar parcialmente, formando aguas residuales tratadas aeróbicamente que se enriquecen con sólidos en la parte inferior del SBR en relación con la parte superior, en donde una porción de dichas aguas residuales tratadas aeróbicamente de dicha parte inferior se retroalimenta a dicho ASBR, y dichas aguas tratadas aeróbicamente de la parte superior se retiran como un producto de agua segura, el SBR está conectado a dicho tubo de conexión, que conecta dicho canal con dicho ASBR, cuyo tubo está provisto de una válvula (18) que permite dividir el flujo de dichas aguas residuales pretratadas de la parte superior de dicho canal entre dicho ASBR y dicho SBR;

30 e) un depósito de compost (5) configurado para ser alimentado con residuos sólidos a base de celulosa, conectado con dicho canal de pretratamiento en dicho extremo de salida y configurado para aceptar dichas aguas residuales pretratadas de la parte inferior de dicho canal, con el depósito provisto de medios de mezclamiento, proporcionando así un compost de calidad; y

f) medios de transferencia para transferir el líquido tratado desde dicho colector, a través de dicho canal y dicho reactor anaeróbico, a dicho reactor aeróbico y a dicho depósito de compost, en donde dichos medios comprenden bombas y medios accionados por gravedad;

35 en donde dicho volumen diario de agua residual del ganado se convierte en un compost de calidad y agua segura para su liberación en el sistema municipal o para su uso en la agricultura.

2. La instalación de la reivindicación 1, en donde

a) dicho depósito colector tiene un volumen para contener al menos dos de dichos volúmenes diarios de aguas residuales;

40 b) dicho canal de pretratamiento tiene una longitud al menos 10 veces mayor que su anchura, y un volumen para contener al menos dos de dichos volúmenes diarios de aguas residuales;

c) dicho ASBR tiene un volumen para contener al menos uno de dichos volúmenes diarios de aguas residuales, y está provisto de medios de recolección configurados para recoger y procesar biogás que suministra energía para hacer funcionar la instalación;

45 d) dicho SBR tiene un volumen para contener al menos uno de dichos volúmenes diarios de aguas residuales, y está provisto de medios de dispersión de aire; y

e) dicho depósito de compost tiene un volumen para contener al menos diez de dichos volúmenes diarios, y está provisto de medios de mezclamiento configurados para mezclar regularmente dichos residuos de celulosa y dichas aguas residuales, y con medios de transporte configurados para transportar los residuos de celulosa al depósito y que salga el compost listo;

50 en donde dicho volumen diario de aguas residuales del ganado se convierte en un compost de calidad, biogás y agua segura para uso en la agricultura.

3. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, donde la capacidad de la instalación es de 50 a 400 m³ por día.

4. La instalación de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además medios analíticos configurados para tomar muestras y medir automáticamente la concentración de componentes, incluida la cantidad de sólidos, en el agua tratada a lo largo de la altura de dicho ASBR y SBR, en donde los resultados de dichas mediciones se envían a un microprocesador que está configurado para gestionar la transferencia de materiales en el sistema.
- 5 5. La instalación de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un filtro de arena para procesar agua proporcionada por dicho SBR, y un sistema de ósmosis inversa para procesar agua proporcionada por dicho SBR.
6. Un procedimiento que emplea un reactor anaeróbico y un reactor aeróbico para tratar aguas residuales del ganado que comprende
- 10 i) recolectar residuos líquidos brutos (7) en un tanque colector agitado (1);
ii) transferir dichos residuos líquidos brutos de dicho tanque colector a un reactor de canal de flujo continuo no agitado (2), proporcionando dichos residuos líquidos brutos un residuo líquido pretratado en dicho canal;
iii) transferir dichos residuos líquidos pretratados desde dicho canal por una primera salida (12) a un ASBR (3) y a un SBR (4) a una velocidad de transferencia de v_3 , y por una segunda salida (13) a un depósito de compost (5) a una
15 velocidad de transferencia de v_4 , donde dicho residuo líquido pretratado se mezcla en dicho depósito con un residuo de celulosa (8) añadido regularmente a dicho depósito, en donde dicha v_4 es como máximo 20% de dicha v_3 , en donde dicha segunda salida está más cerca del fondo de dicho depósito que dicha primera salida, obteniendo así un compost de calidad (11), y
iv) dividir una parte de dichos residuos líquidos pretratados transferidos de dicha primera salida, a través de una válvula regulada (18), de modo que una parte de la corriente se transfiera al SBR, en periodos predeterminados, a una
20 velocidad de transferencia de v_{11} para rectificar el pH en dicho SBR a valores alcalinos;
v) hacer reaccionar dichas aguas residuales pretratadas en dicho ASBR, permitiendo que dichas aguas residuales sedimenten, obteniendo así aguas residuales tratadas anaeróbicamente, estando los sólidos más concentrados en la parte inferior del ASBR (lodo) que en la parte superior del ASBR;
25 vi) opcionalmente recoger el biogás (9) a través de un colector de gas (6);
vii) transferir dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente de dicha parte superior del ASBR por una tercera salida (14) a dicho SBR a una velocidad de transferencia de v_5 , y transferir dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente de dicha parte inferior del ASBR por una cuarta salida (15) a dicho canal a una velocidad de
30 transferencia de v_6 , en donde dicha v_6 es como máximo 15% de dicha v_5 , y en donde dicha cuarta salida está más cerca del fondo de dicho ASBR que dicha tercera salida, suministrando de ese modo a dicho canal un lodo activado; y
viii) hacer reaccionar dichas aguas residuales tratadas anaeróbicamente en dicho SBR, permitiendo que dichas aguas residuales sedimenten, obteniendo así unas aguas residuales tratadas aeróbicamente, estando los sólidos más concentrados en la parte inferior del SBR (lodo) que en la parte superior de SBR, y transferir dichas aguas residuales
35 tratadas aeróbicamente desde dicha parte superior del SBR por una quinta salida (16) a una velocidad de transferencia de v_7 para obtener agua tratada segura (10), y transferir dicha agua residual tratada aeróbicamente de dicha parte inferior del SBR por una sexta salida (17) de regreso a dicho ASBR a una velocidad de transferencia de v_8 , en donde v_8 es como máximo 5% de dicha v_7 , y en donde dicha sexta salida está más cerca del fondo de dicho SBR que dicha quinta salida;
40 obteniendo así agua segura para liberar en el sistema municipal o para uso en agricultura, y además un compost de calidad, y opcionalmente biogás.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en donde dicha etapa iv) comprende abrir la válvula (18) y permitir el flujo de dicho residuo líquido pretratado desde dicha primera salida al SBR cuando el pH en el SBR disminuye a 6,9 o menos, y cerrar la válvula y detener el flujo cuando el pH en el SBR alcanza 7,3 o más.
- 45 8. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, en donde dicha etapa vi) comprende utilizar el biogás para obtener energía para llevar a cabo el procedimiento.
9. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde dichas etapas de transferencia comprenden porciones, normalmente de 2 a 6 lotes al día, y en donde las mezclas en las etapas v) y viii) se dejan sedimentar durante un periodo de entre 2 a 10 horas.
- 50 10. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde dicha etapa v) comprende la homogeneización del contenido del reactor que se logra mediante el flujo de entrada y el flujo de salida de los líquidos, y en donde dicha etapa viii) comprende la homogeneización del contenido del reactor que se logra mediante un flujo de entrada y dispersión intensiva de aire y mediante una agitación mecánica intensiva.

11. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que dicho ganado comprende cerdos o ganado vacuno.
12. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, para tratar una agua residual de granjas de cerdos, en donde dicho canal de pretratamiento, de flujo continuo, no agitado es un canal de sedimentación al menos 10 veces más largo que ancho.
- 5 13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, que comprende filtrar dichas aguas tratadas aeróbicamente en un filtro de arena y en un sistema de ósmosis inversa.

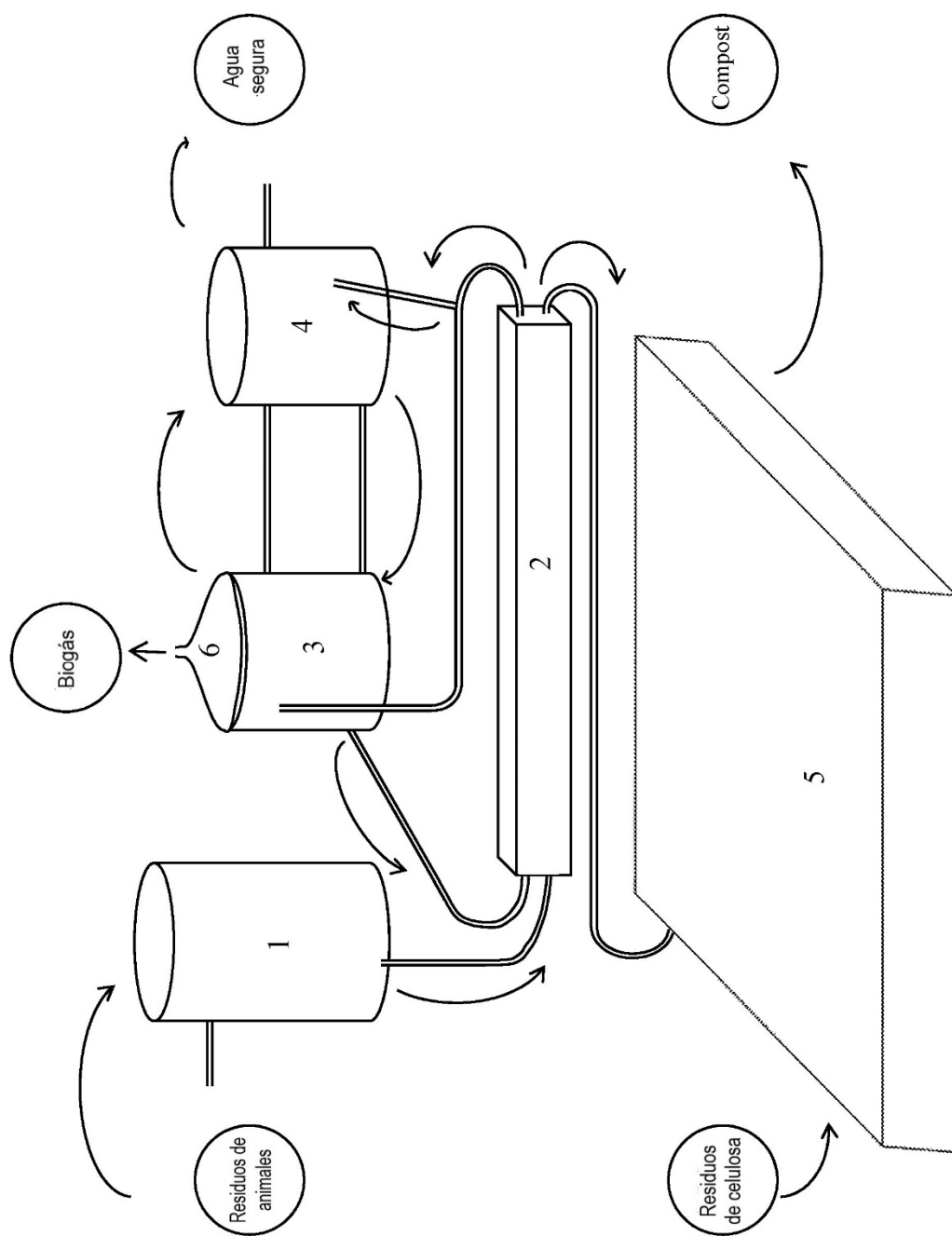


Fig.1

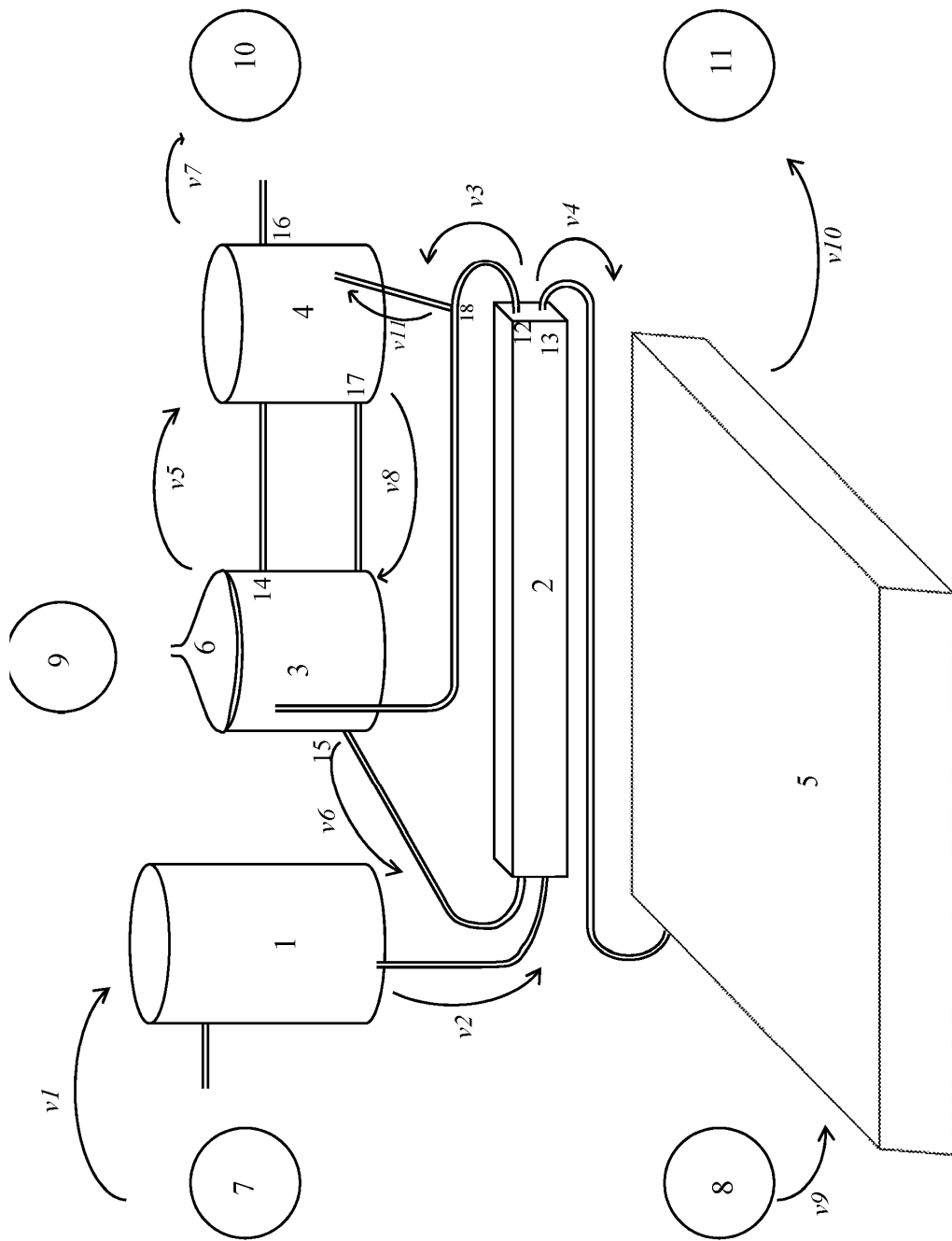


Fig.2

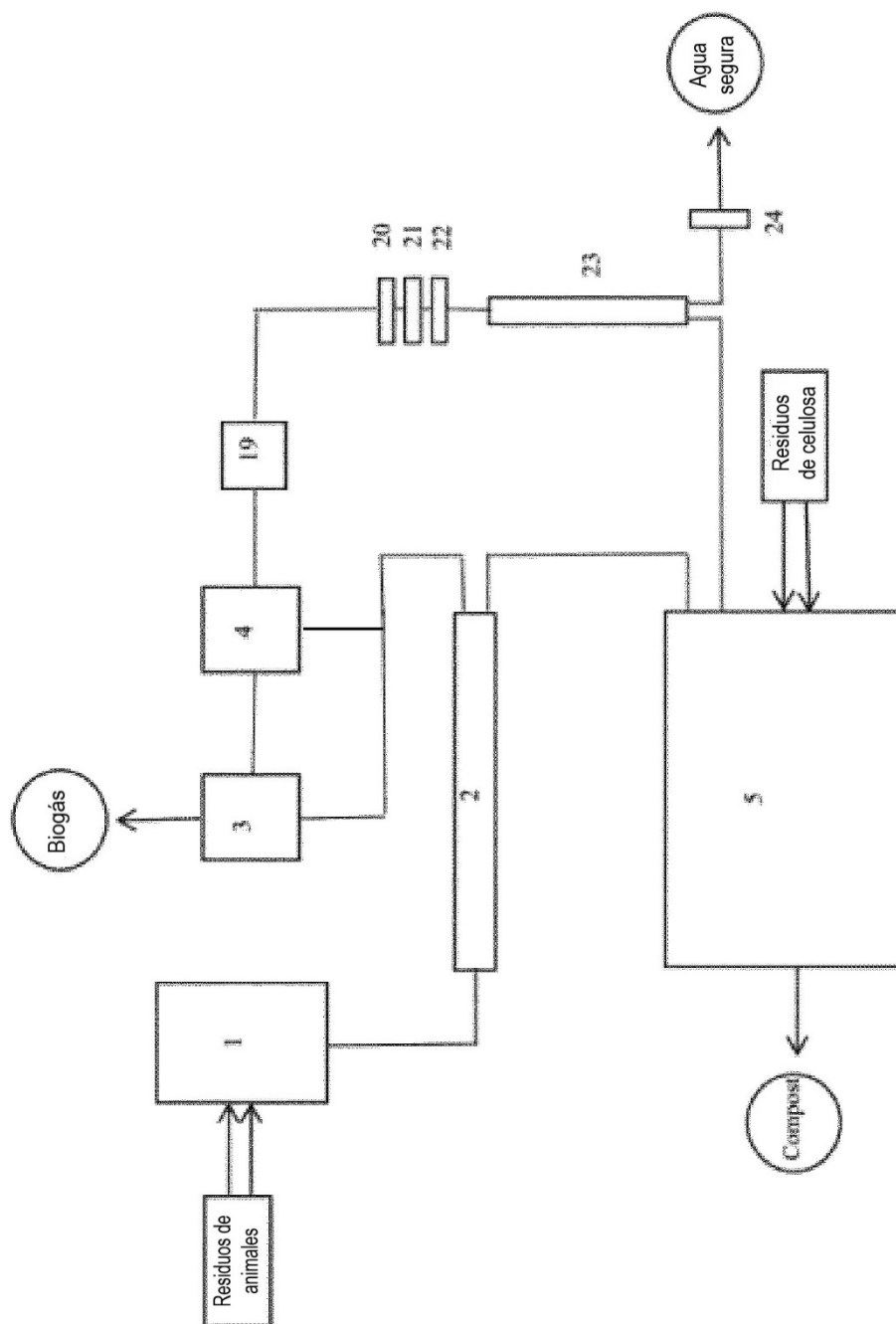


Fig.3