

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 353**

51 Int. Cl.:

C02F 3/32	(2006.01)
C02F 3/28	(2006.01)
C05F 17/00	(2006.01)
C02F 11/04	(2006.01)
C12M 1/107	(2006.01)
C02F 103/20	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2014 PCT/IB2014/001234**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014 WO14207547**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2014 E 14759256 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 3013758**

54 Título: **Instalación de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera que comprende una metanización, unos cultivos de microalgas y de macrofitos y un lombricultivo**

30 Prioridad:

28.06.2013 FR 1301538

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.01.2018

73 Titular/es:

SKYWORLD INTERNATIONAL OVERSEAS LIMITED (50.0%)
15/F Hong Kong and Macau Building 156-157
Connaught Road Central
Hong Kong, CN y
GUILLARD, RENÉ-JEAN (50.0%)

72 Inventor/es:

GUILLARD, RENÉ-JEAN

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 651 353 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

Instalación de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera que comprende una metanización, unos cultivos de microalgas y de macrofitos y un lombricultivo.

5

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a una instalación de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera, así como a un procedimiento de tratamiento y de aprovechamiento de estos efluentes.

10

La gestión de efluentes procedentes de explotaciones ganaderas, en particular el estiércol de granjas de cerdos, es uno de los mayores problemas de esta actividad para los próximos años, en particular por los problemas ecológicos que plantean y las reglamentaciones aplicadas.

Antecedentes tecnológicos de la invención

Los efluentes de granjas de animales, como el estiércol de cerdo, ricos en elementos nutritivos como nitrógeno, fósforo y potasio "NPK", se esparcen habitualmente sobre los terrenos agrícolas como fertilizantes según unos planes de esparcimiento controlados por reglamentaciones. Para limitar las contaminaciones de los suelos, de las cuencas hidrográficas y de las capas freáticas, las tasas de esparcimiento autorizadas son cada vez más reducidas.

20

Se puede obtener así con estos esparcimientos una concentración de dichos elementos NPK en ciertas orillas del mar, los cuales, con el calor, conllevan la proliferación de algas verdes que son difícilmente aprovechables debido a sus cargas de sal de mar y de arena.

25

Otra utilización de estos efluentes es el tratamiento en estaciones de deshidratación dedicadas con el fin de obtener extractos concentrados en elementos NPK que permite suministrarlos a clientes exteriores. No obstante, estos tratamientos necesitan un aporte de energía y producen diferentes materiales que no son todos ellos aprovechados en su sitio. El balance ecológico puede ser mediocre y los costes no están optimizados.

30

Un procedimiento de tratamiento de los efluentes de animales conocido, presentado particularmente por el documento GB-A-2 484 530 realiza una metanización de estos efluentes, produciendo principalmente metano, gas carbónico y calor. Los materiales resultantes de esta mecanización alimentan un cultivo de microalgas para obtener unos productos reciclados.

35

En particular, con un cogenerador que utilice el metano, se puede realizar una producción de energía eléctrica consumida en su sitio o reinyectada en una red de distribución de electricidad y de calor utilizada para calefacciones de edificios o de actividades locales.

40

Por otra parte, otro procedimiento de tratamiento conocido, presentado particularmente por el documento US-A1 2009/0294354 utiliza el líquido que sale del cultivo de microalgas para alimentar un cultivo de plantas con el fin de consumir los productos nutritivos de este líquido.

45

Un problema que se plantea con estos procedimientos es que algunos materiales residuales producidos son económicamente poco aprovechables. Además, estas actividades no comportan un equilibrio biológico y, adicionalmente, no consumen todos los materiales principales producidos. Es necesario entonces tratar los residuos que pueden plantear problemas de transformación, transporte o eliminación, lo cual aumenta el coste global de tratamiento de los efluentes y degrada el balance ecológico.

50

En particular, la metanización y el cultivo de plantas de agua producen fangos y una gran cantidad de agua cargada que es necesario eliminar, en particular por expulsión de las aguas o por esparcimiento. No obstante, estas expulsiones y estos esparcimientos pueden conllevar contaminaciones de suelos o aguas; por tanto, están sometidos a reglamentaciones y son cada vez más limitados.

55

Descripción general de la invención

La presente invención tiene particularmente por objetivo evitar estos inconvenientes de la técnica anterior. Dicho esto, su enorme ventaja es que la sucesión de las diferentes etapas que ésta preconiza permite aprovechar el 100% de los entrantes y, en cambio, no produce ningún desecho fuera del sitio.

60

Propone con este fin una instalación de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera, que comprende una unidad de metanización apta para producir y tratar los biogases obtenidos, una unidad de cogeneración que suministra electricidad y calor a partir de estos biogases, una unidad de cultivo hidropónico de microalgas, en fotobiorreactores alimentados por una parte de la fase líquida del digestato bruto producido por la metanización y un sistema de separación apto para suministrar una fase líquida de digestato y una fase sólida

65

5 que comprende los fangos de digestato, estando dicha instalación caracterizada por que comprende además una unidad de cultivo de macrofitos alimentada por el agua que sale de la unidad de cultivo de microalgas y por otra parte de la fase líquida del digestato bruto producido por la metanización, y una unidad de lombricultivo alimentada por la recolección de macrofitos y por los fangos que constituyen la fase sólida del digestato bruto de la metanización.

10 Una ventaja de esta instalación es que se realiza con estas diferentes unidades, reagrupadas en la instalación, y con luz, incluso del sol, una sucesión de procedimientos de transformación que comprenden interacciones que utilizan una gran parte de los materiales así como de la energía generada que es renovable.

15 Se debe observar que cada uno de los procedimientos que son realizados sucesivamente por la invención es un procedimiento biológico natural que puede asegurar la descontaminación del NPK que entra en el sitio.

20 Esta combinación permite aprovechar lo mejor posible los productos obtenidos, que son incluso completamente aprovechados, limitar los transportes, reducir los costes de tratamiento de los efluentes y optimizar el balance ecológico. Además, tiene la enorme ventaja de no producir ningún desecho que deba eliminarse, y realiza una captación de gas carbónico.

25 En particular, alimentando el lombricultivo por los fangos producidos por la unidad de metanización y por las plantas producidas por el cultivo de macrofitos, se tratan estos fangos y se absorbe la gran cantidad de agua suministrada por la instalación, lo cual evita expulsiones a la naturaleza. Además, este lombricultivo proporciona productos altamente aprovechables, de fuerte valor económico.

30 De una manera general, ajustando el dimensionamiento de cada unidad, se reproducen los diferentes procedimientos sucesivos que se realizan espontáneamente en la naturaleza con el ciclo natural de la vida para resolver el problema de tratamiento de los efluentes.

35 La instalación de tratamiento y de aprovechamiento según la invención puede comprender además una o varias de las características siguientes que pueden combinarse entre ellas.

40 Ventajosamente, los digestores de la unidad de metanización son unos tanques cubiertos por invernaderos de las unidades de cultivo de microalgas, de macrofitos o de lombricultivo.

45 Ventajosamente, la unidad de cultivo de macrofitos utiliza una planta de la familia "Eichhornia crassipes".

50 Ventajosamente, los macrofitos son cultivados en invernaderos, fuera del suelo en tanques calentados a aproximadamente 25°C.

55 En particular, los tanques de cultivo pueden comprender una profundidad de aproximadamente 30 cm y una anchura de aproximadamente 2 m, y formar unas hileras espaciadas por un camino de rodadura que permite que una máquina ruede por encima.

60 Ventajosamente, las lombrices del lombricultivo son de tipo "californiano".

65 Ventajosamente, la instalación comprende un sistema que mantiene el compost de lombricultivo con un porcentaje de humedad del medio superior a 80%.

Ventajosamente, la unidad de lombricultivo comprende unos medios de recuperación del percolado.

En particular, se puede disponer el compost de lombricultivo en invernaderos, en el mismo suelo sobre una lona estanca, instalándose unos tubos de drenaje para la recuperación del percolado.

Ventajosamente, la unidad de lombricultivo se calienta a aproximadamente 20°C por una circulación de agua caliente que procede de las unidades de metanización y de cogeneración.

La instalación puede comprender además una explotación de madera enriquecida por el compost del lombricultivo.

60 Ventajosamente, la explotación de madera utiliza sauces de rotación corta para los ciclos de tala.

65 La invención tiene también por objeto un procedimiento de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera que comprende las etapas siguientes: una metanización de los efluentes que comprende un tratamiento de los biogases obtenidos, una cogeneración que suministra electricidad y calor a partir de estos biogases, un cultivo hidropónico de microalgas en fotobiorreactores alimentados por una parte de la fase líquida del digestato bruto producido por la metanización, una separación que suministra una fase líquida de digestato y una fase sólida que comprende los fangos de digestato, un cultivo de macrofitos alimentado por el agua que sale

de la unidad de cultivo de microalgas y por otra parte de la fase líquida del digestato bruto producido por la metanización, y un lombricultivo alimentado por la recolección de los macrofitos y por los fangos que constituyen la fase sólida del digestato bruto de la metanización.

- 5 Las especificaciones detalladas de la invención se dan en la descripción que sigue en relación con los dibujos adjuntos. Se debe observar que estos dibujos no tienen otro objeto que el de ilustrar el texto de la descripción y que, por tanto, no constituyen en ningún caso una limitación del alcance de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

10 En las dos páginas de dibujos adjuntos:

- la figura 1 es un esquema de una instalación según la invención; y
- 15 - la figura 2 es un gráfico que presenta las diferentes etapas de esta instalación que comprende además una explotación de madera.

Descripción de un modo de realización preferido de la invención

20 La figura 1 representa esquemáticamente una instalación de tratamiento y de aprovechamiento que recibe los efluentes procedentes de la explotación ganadera de la región 2 que llegan por transportadores 4, comprendiendo dicha instalación para su parte conocida una unidad de metanización 6 que produce biogás 34 suministrado a una unidad de cogeneración 8 que produce electricidad utilizada sobre el conjunto del sitio, suministrándose el exceso de producción a la red exterior de distribución de electricidad 10.

25 La unidad de metanización 6 produce residuos orgánicos ricos en nutrientes NPK, cuya fase líquida 12 alimenta una unidad de cultivo hidropónico de microalgas 14 realizada bajo invernadero de tipo hortícola en fotobiorreactores. La producción de este cultivo es tratada por un puesto de concentración y envasado 16 para obtener productos aprovechables concentrados, fácilmente transportables, con un gasto de energía reducido, que son suministrados a clientes exteriores 18.

30 De acuerdo con la invención, una parte de la fase líquida 12 de los residuos orgánicos así como el agua 20 procedente de la unidad de cultivo de microalgas 14, que contiene todavía una parte de nutrientes NPK, son suministradas a una unidad de cultivo de macrofitos 22 o plantas acuáticas, realizada bajo invernadero de tipo hortícola.

35 La producción 30 de gas carbónico CO₂ que procede de las unidades de metanización 6 y de cogeneración 8 se difunde hacia las unidades de cultivo de microalgas 14 y de macrofitos 22 para mejorar los rendimientos.

40 La recolección de los macrofitos 22 se muele y después se utiliza para el lombricultivo 24 bajo invernaderos que se encuentran al lado, que recibe también fangos de digestato 36 que proceden de la unidad de metanización 6. Los productos resultantes del lombricultivo 24 proporcionan un percolado 26, así como el compost de lombricultivo 28, que son suministrados a clientes exteriores 64.

45 El agua caliente 32 producida por las unidades de metanización 6 y de cogeneración 8 es conducida hacia las unidades de cultivo 14, 22 y hacia el lombricultivo 24 para activar los procedimientos de transformación.

50 Como complemento, la instalación de tratamiento y de aprovechamiento podrá comprender muy ventajosamente en la proximidad explotaciones de madera, en particular de variedades de sauces que presentan un crecimiento rápido, que utilizan el compost producido por el lombricultivo 24.

55 La figura 2 es un gráfico que presenta los diferentes procedimientos utilizados en la instalación de tratamiento y de aprovechamiento que realizan una combinación, utilizando cada uno de estos procedimientos unas técnicas probadas en instalaciones en Francia o en el extranjero.

60 La estrategia global de combinación de los diferentes procedimientos utilizados pretende garantizar una seguridad óptima de los procesos de descontaminación, en caso de desarreglo de uno de los procedimientos biológicos, y diversificar la gama de productos salientes comercializables, y esto con el fin de asegurar una mejor estabilidad de ingresos de la empresa, en particular en caso de variación del curso de los productos en los mercados internacionales.

Para la unidad de metanización 6, los efluentes 40 que proceden de las granjas 2 pasan por un puesto de recepción 42 y después por unos medios de almacenamiento 44 antes de realizar la metanización 46.

65 La metanización 46 es una digestión anaerobia que constituye un procedimiento natural en ausencia de oxígeno, y que se encuentra particularmente en las marismas, los ríos, así como en el sistema digestivo de ciertos

animales como los rumiantes. La metanización, asegurada gracias a la acción de bacterias, tiene como principal efecto producir biogás 34 compuesto por aproximadamente 60% de metano CH₄ y 40% de dióxido de carbono CO₂.

5 La unidad de metanización 6 comprende varios reactores denominados digestores que suministran biogás bruto 48 que es tratado por depuración 50 con el fin de eliminar particularmente el vapor de agua y el sulfuro de hidrógeno H₂S, y esto para proporcionar el biogás aprovechable 34, equivalente al gas natural, pero renovable.

10 Los reactores suministran también un residuo orgánico estabilizado denominado digestato bruto 52. El digestato bruto 52, que comprende la integridad de los nutrientes NPK presentes en el estiércol, pero en una forma más asimilable por las plantas, pasa por un sistema de separación 54 que comprende una decantación, una filtración y una higienización para suministrar una fase líquida de digestato 12 y una fase sólida que comprende los fangos de digestato 36.

15 El procedimiento de metanización utilizado es del tipo mesófilo, que comprende una temperatura comprendida entre 32 y 40°C, que es menos sensible y más estable que otros procedimientos que comprenden gamas de temperatura limitadas y más elevadas. Se favorece así la estabilidad de los procedimientos en detrimento de una productividad más importante, con el fin de garantizar una descontaminación ininterrumpida y un aporte constante de energía térmica para el buen desarrollo de los cultivos de la instalación.

20 Además, este procedimiento mesófilo está mejor adaptado para las regiones que comprenden un clima templado, puesto que evita un consumo de energía más importante para obtener temperaturas más elevadas.

25 La tecnología reservada para los digestores es la del tanque cubierto, que permite la gestión de grandes volúmenes con garantías de seguridad y un coste de construcción razonable. Esta técnica tiene además la ventaja de asegurar una buena integración en los paisajes, evitando silos en altura habitualmente utilizados para la metanización por vía húmeda.

30 En particular, se pueden realizar de manera económica unos tanques rectangulares semienterrados, huecos en un suelo arcilloso y elevados sobre los lados por la tierra excavada, que reciben en el fondo una membrana estanca.

35 Ventajosamente, se realizan varios tanques conectados unos con otros con el fin de obtener una flexibilidad en la gestión de estos tanques referente al mantenimiento con la posibilidad de transferir rápidamente los efluentes de un tanque hacia el otro sin detener el ciclo de descontaminación, tanto en caso de problemas como para las revisiones periódicas. Se obtiene entonces una mejor seguridad medioambiental.

40 Ventajosamente, se disponen los tanques bajo los invernaderos de las unidades de cultivo de microalgas 14, de macrofitos 22 o de lombricultivo 24, con el fin de realizar un aislamiento térmico suplementario de la superficie de estos tanques, que permite garantizar un buen funcionamiento de la digestión anaerobia, limitar la superficie total al suelo de la instalación completa y reducir el impacto visual sobre el paisaje.

45 El biogás aprovechado 34 es suministrado a la unidad de cogeneración 8 que comprende un cogenerador 56 que dispone de un motor que acciona un alternador que suministra una potencia eléctrica 58 que permite cubrir las diferentes necesidades de electricidad de la instalación de tratamiento, vendiéndose el excedente 72 a la red de distribución eléctrica exterior 10. Por razones de seguridad, se pone una cierta distancia entre la unidad de cogeneración 8 y la unidad de metanización 6.

50 La unidad de metanización 6 y la unidad de cogeneración 8 producen calor en forma de un caudal de agua caliente 32 que es aprovechado todo el año en el sitio 74 por un calentamiento de los invernaderos de cultivo de microalgas 14, de macrofitos 22 y de lombricultivo 24. El calor se utiliza también para mantener a temperatura los digestores de la unidad de metanización. Se realizan así unos procedimientos que trabajan a temperaturas sustancialmente constantes a lo largo del año, lo cual permite atenuar los fenómenos estacionales.

55 El dióxido de carbono 30 producido por la unidad de metanización 6 y la unidad de cogeneración 8 es aprovechado a la vez que se suministra a los cultivos de microalgas 14 y de macrofitos 22, con el fin de acelerar los crecimientos de la biomasa fotosintética. El dióxido de carbono 30 es captado en los humos de combustión del cogenerador 56 para proporcionar un gas que contiene aproximadamente el 13% de este dióxido, que es inyectado en los fotobiorreactores.

60 Las microalgas seleccionadas para el cultivo hidropónico de la unidad de cultivo de microalgas 14 se desarrollan en tubos transparentes denominados fotobiorreactor "PBR" que reciben un líquido que contiene los elementos nutritivos NPK que proceden de la fase líquida del digestato 12, así como el dióxido de carbono 30 disueltos en este líquido, con el fin de sintetizar su biomasa.

65 Ventajosamente, los tubos transparentes, realizados en polimetacrilato de metilo "PMMA", presentan un diámetro

de aproximadamente 100 mm y están superpuestos para formar unas baterías de hileras dispuestas paralelamente. El agua contenida en los tubos de cultivo se mantiene a una temperatura de 25°C por el efecto de invernadero y por un intercambiador agua/agua alimentado por el circuito de agua caliente 32.

5 Las dosis de aportes de elementos nutritivos NPK y de dióxido de carbono, y los ajustes de la temperatura, son pilotados por sistemas automatizados. En particular, se pueden adaptar los parámetros para obtener
 10 crecimientos específicos ricos en ciertos elementos buscados según las aplicaciones, tales como los mercados farmacéuticos, cosméticos o alimentarios. Estos parámetros pueden ser el ajuste de elementos nutritivos NPK, la dosis de dióxido de carbono, la temperatura, el ajuste de la acidez pH, la dosis de microelementos específicos, el
 15 aporte de solución carbonada, el ajuste de la luminosidad y del espectro luminoso, la velocidad de circulación del agua y la saturación de gas de esta agua.

Las variedades de algas elegidas están dotadas de un crecimiento rápido que puede proporcionar una
 15 duplicación de la masa en un día y son ricas en aceites y en elementos aprovechables. Se obtienen unos rendimientos por hectárea muy elevados que pueden ser más de cien veces superiores a los rendimientos de las plantas cultivadas en tierra. La recolección de las microalgas se realiza por filtración tangencial sobre una membrana.

Las microalgas son tratadas en el puesto de concentración y de envasado 16 para ser suministradas en fase
 20 líquida en unos toneles. Se obtiene así un producto que comprende unos volúmenes y unas masas limitadas, lo cual permite reducir los costes de los transportes así como sus contaminaciones.

Las microalgas concentradas se utilizan en particular en los mercados de la cosmética, con extractos lipídicos,
 25 proteínicos y moléculas denominadas antiedad, de la farmacia con los omega 3/6, de la alimentación con complementos nutricionales humanos o animales, de la industria con los bioplásticos y los colorantes, y de la energía con extracciones de aceite para sustituir las energías fósiles, o la metanización de la biomasa.

Además, el cultivo de microalgas puede generar una producción de oxígeno o de hidrógeno con ciertas cepas de
 30 microalgas, siendo entonces este gas recuperado por unos intercambiadores a nivel de los tubos fotobiorreactores PBR.

El cultivo de microalgas absorbe aproximadamente el 75% de los elementos nutritivos NPK, el agua que sale de
 35 los fotobiorreactores 20 es suministrada a continuación al cultivo hidropónico de los macrofitos 22 en invernaderos calentados para una etapa siguiente de refinado complementario de esta agua.

La unidad de cultivo de macrofitos 22 utiliza ventajosamente una planta de la familia "Eichhornia crassipes"
 40 denominada comúnmente jacinto de agua, cultivada fuera del suelo en tanques calentados a aproximadamente 25°C. Esta planta acuática de origen tropical implica un cultivo bajo los invernaderos en las regiones templadas; su crecimiento es uno de los más rápidos del reino vegetal.

Este tipo de planta acuática tiene una buena capacidad de extracción de los elementos nutritivos NPK y de
 45 metales pesados contenidos en el agua, y puede realizar una depuración total del agua contaminada, así como una disminución de su volumen por una transpiración y una evaporación importante.

El cultivo de macrofitos 22 recibe a la vez la fase líquida 12 del digestato bruto 52 rico en elementos nutritivos
 50 NPK y el agua 20 procedente del cultivo de microalgas 14 que contiene todavía una parte de elementos nutritivos para depurarlos. En particular, una hectárea de cultivo de jacinto de agua puede depurar aproximadamente 250 m³ de agua por día.

Por otra parte, esta planta se puede utilizar como abono orgánico, y su flor, sus hojas y sus racimos se pueden
 55 utilizar para la alimentación animal.

Ventajosamente, los tanques de cultivo dispuestos en los invernaderos, que comprenden una profundidad
 60 limitada de aproximadamente 30 cm y una anchura de aproximadamente 2 m, forman unas hileras espaciadas por un camino de rodadura que permite que una máquina ruede por encima para efectuar de manera automática las recolecciones. Los macrofitos son recogidos fácilmente por una máquina automática dedicada, ya que son flotantes sobre el agua y no necesitan corte o arranque como para las plantas que comprenden racimos en tierra.

Los macrofitos recogidos son molidos a continuación en una picadora, y después mezclados con los fangos de
 65 metanización 36, antes de expandirse sobre los cultivos de lombrices 24 para ser digeridos proporcionando un complemento vegetal indispensable para el crecimiento de las lombrices.

El cultivo bajo invernaderos permite mantener unas condiciones de desarrollo óptimas todo el año en los planos
 70 de la luz, la temperatura y la tasa de CO₂. Se permite así asegurar una continuidad del procedimiento, cualesquiera que sean las estaciones y las condiciones meteorológicas. Se puede inyectar además en atmósfera controlada el dióxido de carbono procedente del biogás y de la cogeneración para acelerar el crecimiento de la

planta. La eichhornia crassipes, como todos los organismos fotosintéticos, tiene en efecto necesidad de CO₂ para asegurar su crecimiento.

5 Se debe observar que los macrofitos que pueden depurar aguas muy cargadas tienen un coeficiente de producción de biomasa entre los más elevados para las plantas aéreas.

10 La filtración por el cultivo de las lombrices 24 consiste en criar lombrices sobre un compost que forma un soporte orgánico regado por un líquido cargado de materiales orgánicos para realizar un procedimiento biológico que favorece la digestión de estos materiales mientras asocia de manera simple una indicación biológica de la estabilidad del medio y del buen desarrollo del procedimiento de depuración.

15 La lombriz respira por contacto con el agua de su medio y, por tanto, es importante conservar un porcentaje de humedad del medio superior al 80%. En particular, los fangos de metanización 36 concentrados al 15% de materia seca permiten conservar una humedad óptima del compost. Ventajosamente, se utilizan lombrices del tipo "californiano" que se adaptan bien a esta función.

20 Naturalmente, las lombrices dejan escapar del tubo digestivo un líquido denominado percolado 26 cargado de bacterias que servirá de activador del suelo. El compost está dispuesto en forma de bandas en invernaderos de tipo hortícola, en el mismo suelo sobre una lona estanca que garantiza la recuperación del percolado 26 por unos tubos de drenaje.

La temperatura óptima del cultivo de lombrices 24 que es de 20°C está asegurada por una circulación de agua caliente bajo la capa de compost.

25 El crecimiento de la población de lombrices está asegurado por el aporte de vegetales procedentes del cultivo de macrofitos 22 y de fangos de metanización 36. Una vez que el compost ha llegado al estado de madurez, las lombrices son retiradas para sembrar líneas vecinas.

30 El compost obtenido 28 es retirado y después envasado 62, el percolado 26 es también envasado 62, aprovechándose estos productos con un valor económico importante por parte de los usuarios que realizan cultivos biológicos 64.

35 Las lombrices consumen las fases sólidas de los fangos de metanización 36. El percolado cargado al 100% de humedad así como el compost producido, cargado aproximadamente al 85% de humedad, absorben una parte de las aguas producidas por la instalación, como complemento de las aguas disipadas por evaporación y transpiración por el cultivo de macrofitos.

40 Dimensionando los diferentes elementos de la instalación, se puede realizar así un consumo completo de los fangos así como de las aguas producidas por esta instalación, lo cual evita expulsarlos, esparcirlos o descargarlos según unos planes sometidos a normas y autorizaciones para evitar las contaminaciones.

45 Se debe observar que un exceso de aporte de elementos nutritivos NPK sobre una tierra puede destruir la fauna bacteriana indispensable para realizar una absorción de estos elementos por las plantas y puede volver la tierra estéril. El crecimiento de vegetales es entonces imposible. La utilización del percolado 26 o del compost 28 de las lombrices permite aportar al suelo las baterías procedentes del tubo digestivo de la lombriz, siendo éstas transmisores iónicos que devuelven a las plantas la capacidad de absorber los elementos nutritivos NPK presentes en la tierra.

50 La última unidad de la instalación de tratamiento y de aprovechamiento de acuerdo con la invención, puesta como complemento de manera opcional, comprenderá ventajosamente un cultivo intensivo de sauces de rotación corta 66, denominado también "monte bajo" de muy corta rotación "TTCR" que recibe el compost del cultivo de lombrices 24. Su papel principal es la captación del dióxido de carbono CO₂, pero este cultivo juega también un papel en la evaporación natural de las expulsiones líquidas ya filtradas por las unidades de tratamiento anteriores, con el fin de limitar el retorno al medio natural de las aguas por la red hidráulica de superficie.

55 Para una instalación que trata entre 110000 y 146000 toneladas de estiércol de cerdo por año, o sea un tratamiento medio de 350 toneladas por día, con una capacidad instalada de 400 toneladas por día, las estimaciones dan una producción de microalgas utilizadas por las industrias agroalimentarias, farmacéuticas y cosméticas de 2500 toneladas de materias secas por año, una producción de compost de lombriz de 21000 toneladas por año y un acelerador de crecimiento biológico listo para su uso en forma líquida proporcionado por el percolado de lombriz de 9000 toneladas por año. La superficie de cultivo de jacintos de agua prevista es de 5 ha.

65 Esta instalación permite absorber por evaporación natural o por exportación a través de los productos aprovechados, la integridad de las 350 toneladas por día de líquido entrante en el procedimiento.

Realiza en particular un aprovechamiento de tierras agrícolas de poco valor agronómico como las landas o las tierras poco fértiles, gracias al sistema de cultivo fuera del suelo.

5 Como es evidente, la invención no se limita a los únicos modos de realización preferidos descritos anteriormente.

Por el contrario, abarca todas las variantes posibles de realización, en tanto que estas últimas no se aparten del marco delimitado por las reivindicaciones adjuntas que definen el alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera (2), que comprende una unidad de metanización de los efluentes (6) apta para producir y para tratar los biogases obtenidos (48), una
5 unidad de cogeneración (8) que suministra electricidad (58) y calor (32) a partir de estos biogases, una unidad de cultivo hidropónico de microalgas (14), en unos fotobiorreactores alimentados por una parte de la fase líquida (12) del digestato bruto (52) producido por la metanización, y un sistema de separación (54) apto para suministrar una fase líquida (12) de digestato y una fase sólida (36) que comprende los fangos de digestato, caracterizada por que comprende además una unidad de cultivo de macrofitos (22), alimentada por el agua (20)
10 que sale de la unidad (14) de cultivo de las microalgas y por otra parte de la fase líquida (12) del digestato bruto (52) producido por la metanización, y una unidad de lombricultivo (24) alimentada por la recolección de los macrofitos (22) y por los fangos (36) que constituyen la fase sólida del digestato bruto (52) de la metanización (46).
- 15 2. Instalación según la reivindicación 1, caracterizada por que los digestores de la unidad de metanización (6) son unos tanques cubiertos por unos invernaderos de las unidades de cultivo de microalgas (14), de macrofitos (22) o de lombricultivo (24).
- 20 3. Instalación según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que la unidad de cultivo de macrofitos (22) utiliza una planta de la familia "Eichhornia crassipes".
4. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los macrofitos se cultivan en unos invernaderos, fuera del suelo en unos tanques calentados a aproximadamente 25°C.
- 25 5. Instalación según la reivindicación 4, caracterizada por que los tanques de cultivo comprenden una profundidad de aproximadamente 30 cm y una anchura de aproximadamente 2 m y forman unas hileras espaciadas por un camino de rodadura que permite que una máquina ruede por encima.
- 30 6. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las lombrices del lombricultivo (24) son del tipo "californiano".
7. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende un sistema que mantiene el compost de lombricultivo (24) con un porcentaje de humedad del medio superior al 80%.
- 35 8. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la unidad de lombricultivo (24) comprende unos medios de recuperación del percolado (26).
9. Instalación según la reivindicación 8, caracterizada por que el compost de lombricultivo (24) está dispuesto en unos invernaderos, en el mismo suelo, sobre una lona estanca, estando instalados unos tubos de drenaje para la
40 recuperación del percolado (26).
10. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la unidad de lombricultivo (24) se calienta a aproximadamente 20°C por una circulación de agua caliente procedente de las unidades de metanización (6) y de cogeneración (8).
- 45 11. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende una explotación de madera (66) enriquecida por el compost del lombricultivo (24).
12. Instalación según la reivindicación 11, caracterizada por que la explotación de madera utiliza sauces de rotación corta (66) para los ciclos de tala.
- 50 13. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada por que comprende unos medios que permiten recuperar el gas carbónico CO₂ contenido en los biogases y difundir este gas hacia la unidad (14) de cultivo de microalgas y hacia la unidad (22) de cultivo de macrofitos.
- 55 14. Procedimiento de tratamiento y de aprovechamiento de efluentes de explotación ganadera (2), caracterizado por que comprende las etapas siguientes: una metanización (46) de los efluentes que comprende un tratamiento de los biogases obtenidos (48), una cogeneración (56) que suministra electricidad (58) y calor (32) a partir de estos biogases, un cultivo hidropónico de microalgas (14) en unos fotobiorreactores alimentados por una parte de la fase líquida (12) del digestato bruto (52) producido por la metanización, una separación que suministra una fase líquida (12) de digestato y una fase sólida (36) que comprende los fangos de digestato, un cultivo de macrofitos (22) alimentado por el agua (20) que sale de la unidad (14) de cultivo de microalgas y por otra parte de la fase líquida (12) del digestato bruto (52) producido por la metanización, y un lombricultivo (24) alimentado por la recolección de los macrofitos (22), y por los fangos (36) que constituyen la fase sólida del digestato bruto
60 (52) de la metanización (46).
- 65

Fig. 1



