

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 264**

51 Int. Cl.:

C12M 1/107 (2006.01)

C05F 17/00 (2006.01)

C12M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2015 E 15178146 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2977440**

54 Título: **Proceso y sistema para el reciclado en la agricultura de nutrientes que vienen de la cadena alimentaria**

30 Prioridad:

25.07.2014 IT MI20141362

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

30.07.2019

73 Titular/es:

**NEORURALE S.P.A. (100.0%)
Via Vittor Pisani, 16
20124 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**NATTA, FRANCESCO;
NATTA, GIUSEPPE y
DONATI, GIANNI**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 721 264 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

Proceso y sistema para el reciclado en la agricultura de nutrientes que vienen de la cadena alimentaria

5 El objeto de la presente invención es un proceso y un sistema que funciona continuamente para el reciclaje de nutrientes y para la preparación de fertilizantes a partir de sustratos orgánicos a partir de residuos procedentes del ciclo de producción y consumo de productos alimenticios de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 7. Más particularmente, la invención se refiere a un nuevo proceso y sistema para la digestión anaeróbica de dichos sustratos orgánicos, constituidos por digestores colocados en serie y en los que la transferencia del digestato entre los digestores se realiza con elevadores de gas accionados con biogás comprimido. En cada reactor se proporcionan una serie de elevadores de gas auxiliares que extraen el digestato de varios puntos de la base y lo transportan a un conducto central, realizando de esta manera la mezcla de los digestores y una extracción eficiente del amoníaco.

15 Estado de la técnica

Los residuos que se derivan del uso de productos de la cosecha que contienen los nutrientes, en el ciclo natural y en las producciones agrícolas del pasado, se utilizaron principalmente en la tierra de producción.

20 Esta práctica consolidada se interrumpió debido a la urbanización e industrialización de las actividades corriente abajo de los cultivos agrícolas, de modo que el desperdicio del ciclo de los alimentos se produce y desecha en áreas generalmente alejadas de aquellas en las que se produce la cosecha.

25 Este problema se suma a los problemas medioambientales, especialmente percibidos en los compuestos nitrogenados y fosfóricos. De hecho, dado que las cantidades extraídas de los suelos cultivados se reemplazan por fertilizantes químicos, los desechos que se derivan del ciclo de producción y consumo de alimentos, de la cosecha y de los alimentos para humanos, terminan en el medio ambiente, causando problemas conocidos de contaminación de la región en cuestión.

30 Sin embargo, recientemente, la posibilidad de concentrar los residuos provenientes del ciclo de producción de productos alimenticios en forma de lodos biológicos de purificación y la separación de restos de alimentos contenidos en los residuos urbanos ha permitido el suministro de nutrientes reciclados en una forma más concentrada. y transportarlos, después de un posible tratamiento, a los suelos cultivables, también lejos de la tierra donde se producen. Para reducir el impacto ambiental debido a los olores emitidos por los residuos rotativos, se utilizan procesos de estabilización aeróbica, como en la producción de compost a partir de la fracción de los residuos urbanos constituidos por restos de alimentos y en la estabilización de los lodos de purificación urbana. El estiércol de las explotaciones ganaderas. Esta estabilización se realiza también por medio de sistemas de digestión anaeróbica, mediante los cuales los compuestos orgánicos rotables, la fuente de olores desagradables, se transforman en biogás. Estos procesos producen materiales que, si tienen características adecuadas, a menudo regidas por la ley, pueden destinarse a la eliminación en tierras agrícolas.

40 Este nuevo enfoque y la amplia disponibilidad de residuos requieren la construcción de sistemas a gran escala que ya no operan en una sola granja, sino en áreas agrícolas completas e incluso a escala regional y la implementación de procesos y tecnologías con alta eficiencia energética y rendimiento.

45 Se han descrito muchos procedimientos, dirigidos principalmente a obtener biogás a partir de los componentes digestibles de dichos residuos. La digestión se realiza en condiciones diluidas y suele ir seguida de la separación de materiales sólidos que pueden ser compostados aeróbicamente y de desechos acuosos, casi nunca en ningún caso con el fin de obtener fertilizantes líquidos concentrados, libres de patógenos y almacenables en Tanques cerrados para evitar la posible contaminación de los mismos, sin la producción de otros residuos.

50 Además, la presencia de amoníaco en el digestor inhibe la finalización de la digestión, lo que ralentiza el proceso de fermentación anaeróbica y reduce los rendimientos.

55 Numerosas patentes se refieren a la digestión anaerobia de sustratos similares, destinados únicamente a la producción de biogás, y no a la recuperación de nutrientes mediante la producción de fertilizantes.

Los métodos descritos hasta la fecha no resuelven completamente los siguientes problemas:

60 - la necesidad de producir un fertilizante libre de patógenos y, por lo tanto, totalmente digeridos y no mezclados con los residuos originales;

- la dificultad de mezclar fluidos concentrados en el límite de la capacidad de bombeo para tener una distribución uniforme de nutrientes en la masa;

65 - la necesidad simultánea de eliminar el amoníaco que, en condiciones de sustrato concentrado, aumenta a medida que avanza la digestión hasta que se inhibe la fermentación anaeróbica;

- la necesidad de suministrar calor económicamente para mantener grandes volúmenes a temperaturas homogéneas y altas, alrededor de 55°C, para garantizar, durante la fermentación termofílica, también la pasteurización contra patógenos;

5 - la necesidad de obtener como producto de la digestión exclusivamente dos materiales fluidos que puedan utilizarse como fertilizantes, digestato y sulfato de amoníaco.

10 El CA 1102019 divulga un sistema combinado de calentamiento y mezcla que utiliza un conducto vertical con una chaqueta colocada en el centro del digestor provista de medios para el bombeo de la suspensión desde abajo hacia arriba.

15 El documento DE 10354063 reivindica la digestión, preferiblemente en lotes a altas temperaturas y en vacío (10-80 kPa) para la eliminación del amoníaco y la absorción del amoníaco que contiene el biogás que sale del digestor a una temperatura más baja en una suspensión de sulfato de calcio que contiene posiblemente ácido sulfúrico.

El documento EP 0563434 propone la mezcla del lodo en la fermentación con un sistema de tuberías colocadas en la base del digestor en las zonas en las que el mismo lodo y el biogás se bombean en secuencia.

20 El documento GB 2457681 propone como sistema de mezcla de un brazo móvil que gira sobre la base del digestor accionado por un flujo de gas.

25 El documento US 4824571 divide la base del digestor en zonas provistas de sistemas de distribución del gas a activar en secuencia.

El documento US 2007102352 realiza la separación del amoníaco del producto del digestor con aire caliente calentado, por ejemplo, quemando biogás y tratando el gas efluente con un biofiltro.

30 De manera similar, el documento WO 2010098343 calienta el líquido procedente del fermentador para eliminar el amoníaco y el documento WO 2011018269 utiliza gases calientes en una columna en la que neutraliza el amoníaco extraído con ácido sulfúrico.

35 El documento US 2003/038078 realiza un filtrado preliminar de los residuos después de mezclarlos con un reciclaje del producto ya tratado en el digestor para eliminar los sólidos gruesos y que definitivamente no puede considerarse un fertilizante higienizado. La parte líquida se trata con vapor para eliminar el amoníaco que se neutraliza con ácido: el digestato se recicla en el digestor y luego se transforma completamente en biogás.

40 El documento US 6299774 opera esencialmente en lotes con un aparato agitado mecánicamente y mientras, por un lado, puede controlar la calidad del producto al final del proceso, por otro lado, opera necesariamente en una escala reducida.

El documento US 6464875 es similar al documento US 2003/038078, pero realiza el filtrado después de la digestión, extrae parte de los sólidos y la extracción del amoníaco se realiza fuera del sistema de digestión.

45 El CA 2416690 realiza una centrifugación después del digestor para dar un fertilizante sólido y se produce agua refluyente y en parte se utiliza en el proceso y en parte para la fertirrigación.

50 El documento WO 2005/051852 A1 propone realizar la higienización del producto por medio de una serie de reactores de pasteurización que operan en lotes antes de realizar la fermentación anaeróbica en un digestor. La operación en lotes es necesaria para vaciar parcialmente cada reactor, variando los niveles y eliminando las costras flotantes.

55 El documento US 2013/291608 A1 divulga una serie de fermentadores que funcionan con fermentación aeróbica y fermentaciones anaeróbicas sucesivas en diversas condiciones de trabajo, diferentes microorganismos y temperaturas crecientes. Las diferentes etapas pueden operar en diferentes porciones de los residuos por separado o en combinación y producir diferentes productos higienizados.

60 El documento EP 2578558 A1, en nombre de algunos de los mismos solicitantes, está dirigido a la producción de un fertilizante digestato y de un fertilizante amoniacal mediante la combinación de un fermentador único que opera en un proceso continuo con un aparato de eliminación y neutralización del amoníaco incluido. En el reciclaje del digestato. La eliminación del amoníaco se realiza en las dos versiones propuestas, ya sea con biogás en un ciclo cerrado en el digestor o con biogás o gas inerte en un ciclo cerrado entre el extractor y el neutralizador.

65 A partir del digestor, se extrae una alta capacidad de producto que es funcional para la eliminación del amoníaco y que se recicla después de agregar residuos frescos al digestor. Mientras que, por un lado, esta capacidad contribuye a la mezcla en el digestor, por otro lado, transfiere con él una fracción del producto no higienizado.

Como puede verse, la mayoría de estos métodos ofrecen soluciones dirigidas a la producción de biogás, pero no a la producción de fertilizantes fluidos con alto contenido de sustancia seca para poder ser almacenados y distribuidos económicamente.

5 Además, con la excepción de los procesos por lotes, la operación en un solo digestor no garantiza la no contaminación del producto con el alimento.

10 Otros procesos conocidos, además de los descritos anteriormente, después de la producción de biogás, separan una fase sólida, utilizable como fertilizante, de un líquido diluido, opcionalmente desechable en el suelo, pero incompatible con un uso sustituto de la fertilización, este uso requiere el uso de almacenamiento de dimensiones excesivas y fertilizantes para ser distribuidos en un espacio de tiempo estrecho.

15 También se debe considerar que los sustratos orgánicos son generalmente de origen fecal, posiblemente concentrados en forma de lodo de plantas de purificación biológica y, por lo tanto, contienen, además de los nutrientes (N, P, K, etc.) sustancias orgánicas rotativas que generan olores desagradables, posibles patógenos, que causan problemas de salud y tienen un estado físico variable (sólido, sedoso o líquido). Esto, junto con los problemas de salud y medioambientales, dificulta la producción de fertilizantes homogéneos e inodoros, no contaminados por patógenos, su almacenamiento y su distribución.

20 Los ejemplos de sustratos orgánicos comprenden el estiércol de las explotaciones ganaderas, los residuos orgánicos de la industria alimentaria y agrícola, los lodos biológicos de los purificadores urbanos y la fracción húmeda limpia de los residuos urbanos.

25 En este escenario, la construcción de un sistema que permita el reciclaje en el suelo, del cual se extrajo la cosecha, del desperdicio del ciclo de producción y consumo de alimentos, resolvería tanto el problema de la disponibilidad de estos recursos como el ambiental conectado a la dispersión en el ambiente de exceso de nutrientes.

Descripción de la invención

30 Se ha encontrado ahora un proceso que permite superar los límites y las desventajas de procesos conocidos y permite la recuperación de nutrientes y para la preparación de fertilizantes a partir de sustratos orgánicos a partir de residuos procedentes del ciclo de producción y consumo de productos alimenticios.

35 Más particularmente, el digestor que constituye el objeto de la presente invención permite superar las desventajas de la higienización incompleta del producto encontrado en el documento EP 2578558 A1 y el sistema de extracción del amoníaco se simplifica como se describe a continuación.

Este proceso comprende las siguientes etapas:

40 a) digestión anaeróbica como un proceso continuo en una pluralidad de digestores colocados en serie (I, II, III) de los sustratos orgánicos (1) a temperaturas más altas que la temperatura de pasteurización, generalmente alrededor de 55°C, durante un tiempo suficiente para la digestión termofílica de los mismos sustratos orgánicos con la producción de un digestato (fertilizante 1) y de biogás;

45 b) la recirculación como un proceso continuo de parte del fluido presente en los digestores e inyección de vapor para proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura de los mismos digestores y fomentar la extracción de amoníaco;

50 c) la extracción como un proceso continuo del amoníaco mediante el envío de biogás proveniente de dichos digestores a un lavador Venturi (V) para la neutralización con ácido para dar una sal de amonio (fertilizante 2);

d) extracción continua de biogás de un segundo lavador Venturi (V1) para eliminar y usar como combustible en motores de combustión interna y para proporcionar el calor y toda la energía requerida por el proceso;

55 e) almacenamiento del fertilizante 1 en un tanque con capacidad suficiente para suministrar fertilizante 1, preferiblemente en el período de fertilización antes de la siembra, y almacenamiento del fertilizante 2 en un tanque con capacidad suficiente para suministrar el fertilizante 2 en el período de fertilización también posterior a la siembra.

60 f) en el que la transferencia del digestato entre los digestores se realiza desde la base hasta el techo de cada digestor (I, II, III) por medio de una serie respectiva de elevadores de gas de servicio o tuberías (Sa, Sb, Sc) accionadas con biogás comprimido y distribuido a lo largo del perímetro de los digestores.

65 El proceso que es el objeto de la invención permite la producción de dos fertilizantes, un fertilizante orgánico mixto (fertilizante 1), para ser utilizado antes de la siembra, y un fertilizante nitrogenado (fertilizante 2), por ejemplo, fosfato o sulfato de amoníaco. también se puede utilizar con los cultivos en curso, a partir de los desechos provenientes del ciclo de producción y consumo de alimentos (sustratos orgánicos) y permite realizar, a nivel regional, el reciclaje en

las tierras agrícolas de los nutrientes extraídos por la cosecha, resolviendo problemas de salud, medioambientales y logísticos sostenibles y económicos, pudiendo utilizar para satisfacer las necesidades energéticas del proceso exclusivamente la energía obtenible mediante la digestión de dichos sustratos orgánicos en condiciones de temperatura adecuadas para lograr la pasteurización de los fertilizantes obtenidos.

5 El proceso que es el objeto de la presente invención permite crear un sistema regional, capaz de restablecer una actividad agrícola sostenible, que permita el reciclaje de nutrientes, que la agricultura tradicional realizó a escala local, también a escala regional.

10 El proceso que constituye el objeto de la presente invención funciona de forma continua y resuelve los principales problemas de mezcla del digestor en grandes volúmenes del mismo digestor y en presencia de fluidos concentrados y viscosos. También resuelve el problema de la eliminación del amoníaco en presencia de balances de líquido y vapor desfavorables para la presencia de reacciones en fase líquida, del dióxido de carbono y de la lentitud de los fenómenos de transporte de materia y de calor ligados a la viscosidad de los fluidos.

15 La definición de este proceso innovador con respecto a los anteriores se debe a varios factores originados en las pruebas piloto, en la realización de pruebas tecnológicas y en la fase de diseño de la planta industrial.

20 En primer lugar, dada la gran masa de residuos a tratar y el gran tamaño del digestor (15,000 m³), no tenía sentido operar con líneas paralelas, pero era conveniente colocar al menos tres digestores en serie (cada uno un 5.000 m³), lo que garantiza una distribución de los tiempos de residencia más cercana a la del flujo de un pistón y, por lo tanto, la certeza de una descontaminación completa del producto final.

25 El bombeo de los lodos densos con bombas Monyo entre un reactor y el otro a una altura de aproximadamente 15 m presentó algunos problemas para los lodos digeridos con alto contenido de sólido seco (más del 10% y hasta el 17%).

La realización de pruebas tecnológicas con un sistema de bombeo por medio de la extracción de gas en el lodo producido por la digestión resaltó algunos fenómenos interesantes:

30 - la presión inicial del gas es de aproximadamente 15 m de columna de agua, pero la que funciona durante el bombeo es menos de la mitad debido a la menor densidad de la columna aireada con el consiguiente consumo reducido de energía;

35 - el flujo de lodo bombeado aumenta de manera proporcional con la altura de la elevación con un efecto de escala favorable en el digestor industrial;

40 - el lodo tratado con el levantamiento tiene sorprendentemente una viscosidad medida aproximadamente un 30% más baja que la del lodo no tratado y similar a la que se puede obtener mediante ultrasonidos: por lo tanto, se ofrece la posibilidad de operar con contenido de sólido seco en el digestato superior al 17% y superior al 21% en entrada, lo que proporciona una mejora importante en la eficiencia y la economía de todo el proceso;

- obviamente, los costes y la fiabilidad del sistema de bombeo han mejorado considerablemente.

45 Para agitar el fermentador, algunas patentes proporcionan bombas de circulación mecánica y la invención ha permitido la identificación de un sistema de circulación más favorable con elevadores de gas externos a los fermentadores accionados con biogás comprimido que aspiran el lodo de varios puntos de la base del digestor e introducirlo en el techo del mismo digestor para formar un lento movimiento descendente en el digestor.

50 También se encontró en el digestor piloto que el sistema de elevación de gas, en lo que respecta a la eliminación del amoníaco, tiene una eficiencia comparable a las tecnologías más costosas y complejas, como las películas delgadas raspadas.

Esta eficiencia mejora a medida que aumenta la altura dada la distribución de la concentración de amoníaco en el digestor industrial, medida en un almacén de gran tamaño disponible en el sitio.

55 El biogás libre de amoníaco, que contiene poca agua y caliente después de la compresión, mejora aún más la eliminación del amoníaco.

60 La eficiencia de bombeo también mejora casi proporcionalmente con la altura del digestor y, por lo tanto, de la elevación.

De este modo, a cada digestor se le proporciona su sistema de eliminación del amoníaco a medida que se forma.

65 Todas estas observaciones han permitido, con respecto al documento EP 2578558 A1, la eliminación del aparato de eliminación del amoníaco, reemplazándolo por los tubos más simples de los elevadores de gas, la reducción del flujo

recirculado de lodo en el digestor al cual es estrictamente necesario para la mezcla de los residuos de alimentos y también la reducción del flujo de gas necesario para la eliminación del amoníaco.

El biogás producido se alimenta a los motores de combustión interna para la producción de energía eléctrica y calor.

Se identificó una ventaja adicional en la posibilidad de uso del calor del gas comprimido y del vapor recuperado del calor residual de los motores de combustión interna inyectados en los elevadores de transferencia para calentar los digestores a la temperatura óptima de 55°C. El vapor inyectado en el elevador también tiene un efecto enorme en la eliminación del amoníaco gracias a las vibraciones inducidas que mejoran las transferencias de material y, sobre todo, a la elevación local de la temperatura que fomenta los equilibrios en la fase gaseosa.

El biogás comprimido es de hecho caliente a más de 100°C y con humedad reducida y funciona de manera efectiva también a través de los elevadores de servicio.

Las ventajas ya informadas, que simplifican y mejoran la eficiencia y la naturaleza económica del proceso y del sistema, se suman a la flexibilidad de gestión obtenida mediante la modulación del biogás de servicio comprimido para su uso en un proceso continuo o según ciclos programados o principalmente en los digestores donde sea más necesario.

También es posible invertir ocasionalmente el flujo del gas y del digestato en los digestores por medio de válvulas de corte apropiadas en la serie de elevadores de gas de servicio.

La invención ha permitido el desarrollo del diagrama que se muestra en el dibujo en base al cual se diseñó y construyó el sistema industrial, que comprende:

a) una pluralidad de digestores colocados en serie (I, II, III), aptos para realizar una digestión anaeróbica como un proceso continuo de los sustratos orgánicos (1) a temperaturas más altas que la temperatura de pasteurización, generalmente alrededor de 55°C, durante un tiempo suficiente para la digestión termofílica de los mismos sustratos orgánicos con producción de un digestato (fertilizante 1) y de biogás;

b) medios para la recirculación como un proceso continuo de parte del fluido presente en los digestores y medios para la inyección de vapor para proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura de los mismos digestores y fomentar la extracción de amoníaco;

c) un primer lavador Venturi (V) alimentado con biogás proveniente de dichos digestores para la neutralización del amoníaco con ácido para dar una sal de amonio (fertilizante 2);

d) un segundo lavador Venturi (V1) para el lavado con agua del biogás que sale del primer lavador Venturi (V) y al menos un compresor (VII) para comprimir dicho biogás para su uso como combustible en motores de combustión interna y para proporcionar el calor y toda la energía requerida por el proceso;

e) un tanque para el almacenamiento del fertilizante 1 con capacidad suficiente para suministrar el fertilizante 1 preferiblemente en el período de fertilización antes de la siembra, y un tanque para el almacenamiento del fertilizante 2 con capacidad suficiente para suministrar el fertilizante 2 en el período de fertilización también posterior a la siembra

f) una serie de elevadores de gas o tuberías de servicio (Sa, Sb, Sc) distribuidos a lo largo del perímetro de los digestores para transferir el digestato de la base al techo de cada digestor respectivo (I, II, III). De acuerdo con la invención, el proceso proporciona:

- tres digestores en serie de los cuales el primer I alimenta a través de la línea 3 con una bomba por el mezclador del alimento concentrado 1 con el reciclaje del digestato 7 y el agua de proceso A5, el segundo II y el tercer III a través de los elevadores de gas correspondientes a las líneas 3a y 3b;

- en las líneas 3, 3a y 3b, el vapor V1, V2, V3 se inyecta para calentar los digestores y mejorar la eliminación del amoníaco;

- en cada digestor se proporcionan una serie de elevadores de gas o tuberías de servicio Sa, Sb, Sc, distribuidos a lo largo del perímetro del digestor y activados con biogás caliente y comprimido que toma el digestato de la base y lo transporta al techo del digestor. Estas tuberías son interceptadas por válvulas para permitir temporalmente y según las necesidades la inversión de los flujos de gas y digestato en el digestor;

- el biogás que sale del techo de los digestores 4a, 4b, 4c se envía a través de la línea 4 a un lavador Venturi V donde el amoníaco se neutraliza con ácido sulfúrico A3 diluido con agua A2 para proporcionar el flujo A4 y posteriormente se lava en otro Lavador Venturi con agua 4/2; el agua que sale con el flujo A5 se utiliza para diluir la alimentación 1;

ES 2 721 264 T3

- el biogás lavado 4/3 se comprime y se envía en parte a los motores de combustión interna con el flujo 6 y la mayor parte G utilizada en los elevadores de los digestores para la transferencia de digestato, para la eliminación del amoníaco y para la agitación;

5 - el sulfato de amoníaco 7 producido en el lavador Venturi se envía al almacenamiento del fertilizante 2;

- el digerido del último digestor se transfiere en su mayor parte a través de la línea 2 con elevador o con bomba para diluir la alimentación 1 y, en parte, se envía a través de la línea 5 al almacenamiento del fertilizante 1.

10 Los tanques para el almacenamiento de los fertilizantes producidos son de un tamaño funcional a la cantidad y su período de uso: fertilizante 1 durante el período anterior a la siembra y fertilizante 2 durante el período posterior a la siembra.

Ejemplo 1

15 El ejemplo se relaciona con el proceso descrito y su uso en un centro que sirve tierras agrícolas. El centro se ocupa en general de los siguientes sustratos orgánicos, procedentes del ciclo de producción y consumo de productos alimenticios:

20 - 12,000 toneladas/año de excrementos de aves de corral

- 20,000 toneladas/año de lodos biológicos espesados de una empresa industrial alimentaria y agrícola

- 50,000 toneladas/año de filtro de lodos urbanos prensados

25 para obtener:

- 100,000 ton/año de fertilizante orgánico mixto 1 en dispersión acuosa

30 - 5,850 ton/año de fertilizante 2 que consiste en una solución de sulfato de amoníaco al 20%.

Los sustratos orgánicos descritos anteriormente y que constituyen la alimentación 1, con un caudal de aproximadamente 20 toneladas/hora, se mezclan aproximadamente uno con el otro en IV, con el reciclaje 2 del digestato y con el agua de proceso A5.

35 El producto homogeneizado de esta manera se alimenta al digestor I junto con el vapor de calentamiento V1 con un caudal por hora de aproximadamente 60 mc/hora y luego pasa en cascada a los digestores II y III por medio de los elevadores de gas. 3a y 3b, también calentadas con vapor.

40 En la cascada de fermentadores, se forma un perfil de temperatura de alrededor de 55°C y, en cualquier caso, se varía al medir los flujos de vapor V1, V2, V3 de acuerdo con las necesidades del proceso.

45 El volumen del digestor único es de 5.000 m³ (trabajo de 4.500 m³) y cada uno de ellos está provisto de una serie de seis elevadores de gas de servicio Sa, Sb, Sc para la mezcla y la eliminación del amoníaco. El flujo reciclado de digestato de cada uno de los elevadores de servicio es similar al de los elevadores de transferencia y el tiempo de mezcla de aproximadamente 10-12 h, en línea con las necesidades de un proceso que tiene un tiempo de residencia total de 24 días.

50 Los dieciocho elevadores de gas Sa, Sb, Sc están provistos de válvulas w1, w2, w3 en el caso en que se debe realizar una inversión temporal de los flujos en los digestores, por ejemplo, para un bloque local de uno de ellos o para cambiar la base del digestor.

55 El biogás que sale de los digestores tiene una ligera sobrepresión y pasa a dos lavadores Venturi donde, sin pérdidas de carga adicionales, sufre la neutralización del amoníaco y se lava con agua antes de ser aspirado por el compresor VII.

El compresor VII puede comprimir el biogás hasta 2,5 bar, pero en condiciones normales de trabajo opera a alrededor de 1,5 bar y principalmente recicla el biogás para el proceso y en parte para la planta de cogeneración.

60 Se instalan dos compresores en la planta en paralelo para asegurar las operaciones y para posibles incrementos de producción.

La planta de cogeneración tiene una potencia eléctrica de 1.000 kWe y una disponibilidad de calor con los humos y el agua de refrigeración de 1.600 kWt.

65

ES 2 721 264 T3

El fertilizante 1 producido se alimenta al tanque de almacenamiento, con una capacidad de 50,000 mc con techo flotante y, de manera similar, fertilizante 2 en un tanque de 6,000 mc.

5 Los dos depósitos de fertilizante 1 y el depósito de fertilizante 2 están conectados con la estación de carga de los medios para el transporte de los fertilizantes. A continuación, se presentan los métodos de dimensionamiento del centro que sirve a un área de tierra agrícola que comprende cinco municipios en una región territorial representada por las provincias de Milán y Pavía donde se recolectan sustratos orgánicos, procedentes de dicha región territorial.

10 La superficie arable servida por el centro es de 10,120 hectáreas con los siguientes cultivos: Arroz: 7,800 ha, Maíz: 1,220 ha, Trigo: 563 ha, Soja: 211 ha, Otro: 326 ha.

Las siguientes granjas de ganado están presentes en el área: No. de cabezas de aves de corral: 39,277, No. de cabezas de ganado: 2,674, No. de cabezas de cerdos: 5,188.

15 El requerimiento neto de nutrientes requeridos por el centro puede estimarse como la diferencia entre la cantidad de los diversos elementos requeridos por los cultivos presentes en el área y la disponible en el área y en el caso particular: $N\ 1471 - 422 = 1049$ toneladas/año, $P_2O_5\ 601-84 = 517$ toneladas/año, $K_2O\ 703-113 = 590$ toneladas/año.

20 Como se puede observar, la mayoría de los nutrientes se encuentran dispersos en el ciclo alimentario y deben ser recuperados lejos de la agricultura de los sistemas de producción y procesamiento o en las zonas donde además su enajenación representa un problema.

25 La disponibilidad de centros que sirven áreas de tierra agrícola distribuida en el área permite que se cierre nuevamente un círculo virtuoso que se había interrumpido con la industrialización ya no en la escala de la propiedad individual sino a escala regional con enormes ventajas económicas y ambientales.

30 La invención, obviamente, también comprende posibles variaciones en los diagramas de flujo de las realizaciones descritas anteriormente, al alcance de los expertos en la técnica sin apartarse así del espíritu y los alcances de la invención.

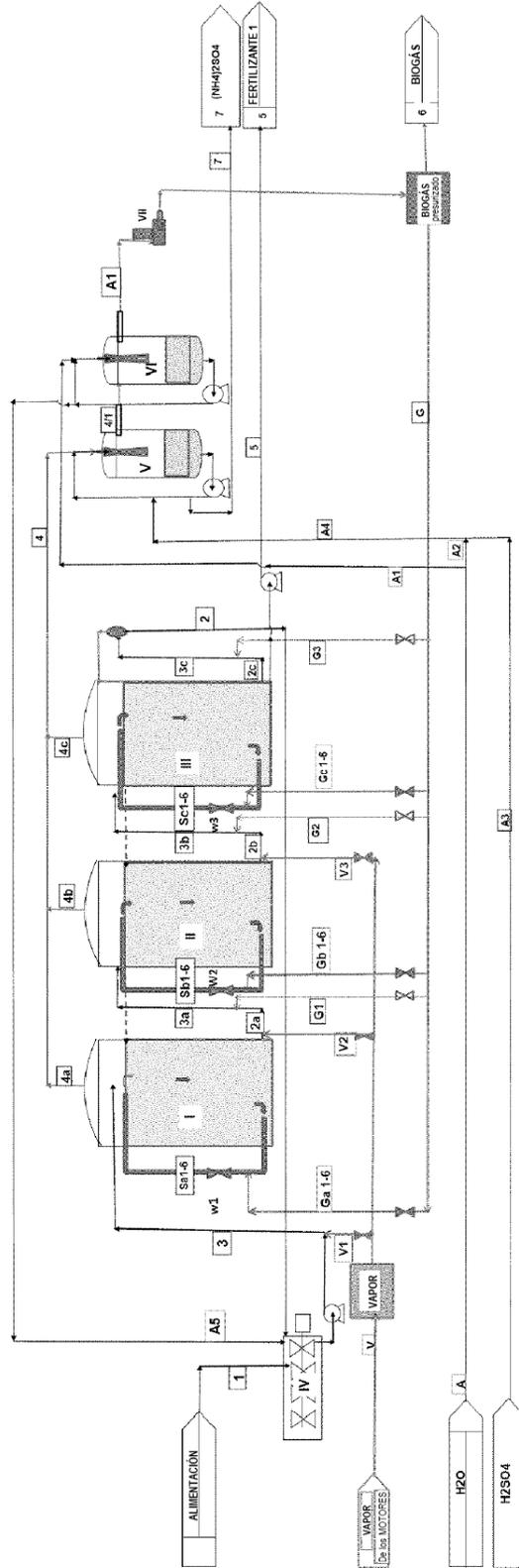
35 El proceso descrito puede implementarse de manera ventajosa en centros para la recuperación de los nutrientes extraídos por la cosecha de tierras agrícolas, en el que durante el año se recolectan los desechos provenientes del ciclo de producción y consumo de los alimentos (sustratos orgánicos). De este modo, se obtienen dos fertilizantes que se almacenan al final de su uso en el período de fertilización: un primer fertilizante que también contiene una sustancia orgánica estable se puede usar preferiblemente antes de la siembra, mientras que un segundo fertilizante del tipo inorgánico también se puede usar después de la siembra.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la recuperación de nutrientes y para la preparación de fertilizantes a partir de sustratos orgánicos de desechos provenientes del ciclo de producción y consumo de alimentos que comprende las siguientes etapas:
- 5 a) digestión anaeróbica como un proceso continuo en una pluralidad de digestores colocados en Serie (I, II, III) de los sustratos orgánicos (1) a temperaturas más altas que la temperatura de pasteurización, generalmente alrededor de 55°C, durante un tiempo suficiente para la digestión termofílica de los mismos sustratos orgánicos con producción de un digestato (fertilizante 1) y de biogás;
- 10 b) la recirculación como un proceso continuo de parte del fluido presente en los digestores e inyección de vapor para proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura de los mismos digestores y fomentar la extracción de amoníaco;
- 15 c) la extracción como un proceso continuo del amoníaco mediante el envío de biogás proveniente de dichos digestores a un lavador Venturi (V) para la neutralización con ácido para dar una sal de amonio (fertilizante 2);
- 20 d) extracción continua de biogás de un segundo lavador Venturi (V1) para eliminar y usar como combustible en motores de combustión interna y para proporcionar el calor y toda la energía requerida por el proceso;
- 25 e) almacenamiento del fertilizante 1 en un tanque con capacidad suficiente para suministrar fertilizante 1, preferiblemente en el período de fertilización antes de la siembra, y almacenamiento del fertilizante 2 en un tanque con capacidad suficiente para suministrar el fertilizante 2 en el período de fertilización también posterior a la siembra;
- 30 f) en el que la transferencia del digestato entre los digestores se realiza desde la base hasta el techo de cada digestor (I, II, III) por medio de una serie respectiva de elevadores o tuberías de gas de servicio (Sa, Sb, Sc) accionadas con biogás comprimido y distribuido a lo largo del perímetro de los digestores.
2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer (I) de dicha serie de digestores se alimenta con dichos sustratos (1) orgánicos concentrados y con el digestato reciclado y el agua de proceso que sale de dicho segundo lavador Venturi (V1), mientras los digestores sucesivos (II, III) se alimentan a través de una carga de gas.
3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la alimentación se proporciona en dicha serie elevadores o tuberías de gas de servicio (Sa, Sb, Sc) de parte del biogás caliente que sale de dicho lavador Venturi (V1) previamente sometido a compresión.
- 35 4. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichos elevadores o tuberías de gas de servicio (Sa, Sb, Sc) son interceptados por válvulas (W1, W2, W3) para permitir temporalmente y según las necesidades la reversión de los flujos de gas y digestato en cada digestor, por ejemplo, para un bloque local de uno de ellos o para desplazar la base del digestor.
- 40 5. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 y una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el digestato del último digestor (III) se transfiere en su mayor parte por medio de una línea (2) con elevador o con una bomba para diluir dichos sustratos (1) concentrados orgánicos y en parte enviados a través de una línea (5) al almacenamiento del fertilizante 1.
- 45 6. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que parte del biogás se usa como combustible en una planta de cogeneración de energía eléctrica donde el calor residual está disponible con el agua de refrigeración y los humos de escape de los motores.
- 50 7. Sistema para la recuperación de nutrientes y para la preparación de fertilizantes a partir de sustratos orgánicos de desechos provenientes del ciclo de producción y consumo de alimentos, que comprende:
- 55 a) una pluralidad de digestores colocados en serie (I, II, III) aptos para realizar una digestión anaeróbica como un proceso continuo de los sustratos (1) orgánicos a temperaturas más altas que la temperatura de pasteurización, generalmente alrededor de 55°C, durante un tiempo suficiente para la digestión termofílica de los mismos sustratos orgánicos con producción de un digestato (fertilizante 1) y de biogás;
- 60 b) medios para la recirculación como un proceso continuo de parte del fluido presente en los digestores y medios para la inyección de vapor para proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura de los mismos digestores y fomentar la extracción de amoníaco;
- 65 c) un primer lavador Venturi (V) alimentado con biogás proveniente de dichos digestores para la neutralización del amoníaco con ácido para dar una sal de amonio (fertilizante 2);

ES 2 721 264 T3

- d) un segundo lavador Venturi (V1) para el lavado con agua del biogás que sale del primer lavador Venturi (V) y al menos un compresor (VII) para comprimir dicho biogás para su uso como combustible en motores de combustión interna y para proporcionar el calor y toda la energía requerida por el proceso;
- 5 e) un tanque para el almacenamiento del fertilizante 1 con capacidad suficiente para suministrar fertilizante 1 preferiblemente en el período de fertilización antes de la siembra, y un tanque para el almacenamiento del fertilizante 2 con capacidad suficiente para suministrar el fertilizante 2 en el período de fertilización también posterior a la siembra;
- 10 f) una serie de elevadores o tuberías de gas de servicio (Sa, Sb, Sc) distribuidos a lo largo del perímetro de los digestores para transferir el digestato de la base al techo de cada digestor respectivo (I, II, III).



Figura