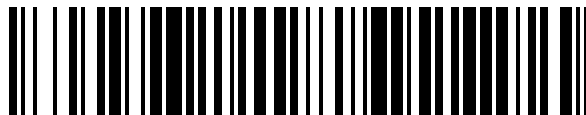


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 227 080**

21 Número de solicitud: 201831552

51 Int. Cl.:

**C02F 9/10** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**13.10.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**26.03.2019**

71 Solicitantes:

**BOYE, Birame (100.0%)  
C/ Villadomat 169, 00-1, o Ppal. 1ª  
08015 Barcelona ES**

72 Inventor/es:

**BOYE, Birame;  
BOYE, Baay Al Enric Alioune Biramovich;  
BRILLAS COSO, Enrique y  
SIRÉS SADORNIL, Ignacio**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

54 Título: **Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales.**

ES 1 227 080 U

## **Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales**

### **DESCRIPCIÓN**

5 La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento integral y de reciclaje de purines, digestado de purín y efluentes agroindustriales a cauce y reutilización, con recuperación de los nutrientes a base de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) conjuntamente con producción de energía térmica y biofertilizantes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en adelante fertilizantes Bio-NPK, a una instalación adecuada que permite la implementación, la aplicación y la  
10 operación del procedimiento.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

Desde hace muchos años, los efluentes agroindustriales vienen siendo tratados mediante tecnologías clásicas, basadas en métodos físicos, químico-físicos y biológicos de separación de sólidos y de asimilación de la materia orgánica por bacterias. Para los efluentes con alta  
15 carga de nitrógeno, se ha procedido a métodos de eliminación del mismo tanto por evaporación química sencilla, evaporación y consiguiente absorción, por concentración u obtención de “agua amoniacal”.

En el caso del purín, se ha venido utilizando el método tradicional del esparcimiento con la idea equivocada de que los nutrientes a base de nitrógeno, fósforo y potasio contenidos en el  
20 purín sirven de abono para la agricultura. Resultado de esta práctica es el alto contenido de nitratos y otros contaminantes derivados de la actividad agro-ganadera en las aguas superficiales y subterráneas. Este fenómeno se debe a que tanto las plantas como los suelos no disponen de suficiente tiempo para asimilar las enormes cantidades de nutrientes que reciben en forma líquida.

25 Se ha prestado una especial atención a la actividad agrícola ganadera por la inmensa cantidad que genera de purín, representando millones de metros cúbicos anuales a los que hay que dedicar la gestión adecuada para afrontar la contaminación asociada.

Cabe señalar que para solucionar de manera efectiva la contaminación de los efluentes, en general, se tienen que solventar sus tres partes integrantes: (1) separar lo máximo posible los  
30 sólidos en suspensión (TSS), (2) conseguir la máxima separación de los sólidos disueltos (TDS), y, finalmente, (3) eliminar la materia orgánica total o residual en forma de carbono orgánico total (COT).

Es importante remarcar el provecho que se puede obtener a partir del contenido orgánico del purín y de los efluentes agroindustriales para generar biogás y, consecuentemente, energía térmica y eléctrica. Dicho aprovechamiento no es un tratamiento definitivo por tener como resultado final tanto energía como un residuo altamente cargado y tóxico (química y microbiológicamente); que es digerido del purín, con altos contenidos de sólidos, de N, P, K, y, también, de materia orgánica.

Los diversos tratamientos aplicados entran en la misma dinámica en cuanto a la solución a dar a la problemática del purín, de su digerido y de los efluentes agroindustriales altamente cargados y tóxicos. Existen equipos de separación física de sólidos como los filtros metálicos a presión, el filtro-prensa, la centrífuga y el ciclón. Dichos equipos están combinados con procesos biológicos de asimilación de materia orgánica. Para evitar la inhibición por amonio, se procede a la eliminación (química) parcial del mismo hasta concentraciones inferiores a 3600 ppm con consiguiente absorción. El conjunto de tratamientos tiene rendimientos buenos en cuanto a los TSS, pero el efluente residual sigue siendo muy tóxico y necesita una gestión posterior, siendo las inversiones, tanto por fase como generales, muy altas. Además, se precisan de grandes espacios, al menos de 2 ha, para la implementación de las plantas.

Los métodos existentes de aprovechamiento y de tratamiento del purín, de su digerido y de los efluentes agroindustriales son incompletos en lo que se refiere al cumplimiento de las normativas de vertido a cauce y de recuperación de los nutrientes principales a base de N, P y K.

El documento ES2288078 describe un método para tratar aguas residuales que contienen materia orgánica a partir de la acción coaguladora y floculadora de extractos vegetales con algas y un procedimiento para la preparación de un extracto vegetal útil para el método. Los rendimientos de reducción de nitrógeno amoniacal, sulfuros, demanda química de oxígeno (DQO) y demanda biológica de oxígeno a los 5 días de incubación (DBO<sub>5</sub>) eran altos, superando el 90%. No obstante, el grado de clarificación fue solo del 70%, precisándose un tratamiento posterior de afino para cumplir con los requisitos de cauce.

El proceso de electrocoagulación permite separar hasta más de 95% de los sólidos en suspensión y coloides, mientras que su combinación con procesos oxidativos aseguran una oxidación avanzada que acaba mineralizando la materia orgánica residual contenida en la fase acuosa después de separación sólido-liquido (S-L) (Boye y col., 2005, 2009).

En el documento ES2678079, se aprecia el aprovechamiento de las aguas residuales para la obtención de materiales grafénicos a partir de fangos procedentes del tratamiento de aguas residuales. El proceso consistía en aplicar la pirólisis en ausencia de oxígeno a fangos

provenientes de estaciones de depuración de aguas residuales urbanas o de origen industrial con alto contenido orgánico después de su secado. Los rendimientos obtenidos eran menores de 16%.

5 El documento ES2233164 relata un procedimiento complejo de depuración integral de efluentes con alto contenido de materia orgánica. Se plantean unas quince etapas / fases, comportando separaciones en medio ácidos y básicos, centrifugación y actuación térmica. Sin embargo, es de destacar la alta inversión material y los costos de operación notorios que conllevan su aplicación.

10 En el documento ES2176691, se describe el procedimiento y la instalación correspondiente de un sistema abierto que permite tratar a escala industrial los residuos orgánicos y obtener, por una parte, una biomasa de alto valor nutricional, que puede emplearse para la fabricación de alimentos para animales y, por otra parte, de gases combustibles fácilmente explotables, y, finalmente, productos aptos para ser utilizados como fertilizantes. La base de esta invención es la biodigestión anaeróbica para la obtención de energía térmica a partir del biogás y la  
15 actuación de bacterias heterótrofas o foto-heterótrofas que generan una biomasa comestible formada por las mencionadas bacterias. El residual final precisa también de un post-tratamiento para su reutilización o vertido a cauce.

20 En el mismo sentido, el documento ES2336327 se refiere al tratamiento de los efluentes agroalimentarios e industriales mediante un biodigestor con hongos filamentosos en cultivo libre y en presencia de oxígeno. El procedimiento, además de las reducciones de DQO, DBO<sub>5</sub>, materia en suspensión (MES) y materia volátil soluble (MVS), tiene por objetivo reducir las cargas en nitrógeno del efluente mediante el proceso de nitrificación-desnitrificación.

25 Del estado del arte se deduce que la mayoría de los documentos presentan invenciones basadas en procesos clásicos de separación de sólidos basados sobre la flotación o la decantación seguida de una centrifugación. Los procesos térmicos son utilizados para eliminar el contenido en amonio o, en su defecto, proceder a su transformación en nitrógeno molecular. Son bastantes los procedimientos que emplean la biodigestión bacteriana o con algas / extractos vegetales para llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales y fangos de depuración. Dichos fangos sirven para la generación de fertilizantes, energía, nuevos  
30 productos bioquímicos y hasta alimentos para los animales.

Un aspecto de relevancia es que, dentro de la alimentación y el cuidado sanitario de los animales de las granjas, se usan promotores / catalizadores del crecimiento, antibióticos, enzimas, aditivos probióticos y prebióticos, extractos vegetales, etc., que acaban finalmente en el purín generado.

Desde hace ya más de 50 años y con la evolución y la mejora de los métodos analíticos, se ha remarcado una progresiva contaminación del suelo por metales pesados resultante de la aplicación de purines y biosólidos (Fernández-Marcos y col. 2011). En particular, es común el enriquecimiento de suelos agrícolas en Cu y Zn, debido a la aplicación excesiva de estiércol o purín (De Temmerman y col. 2003). Estos aditivos y metales pesados acaban encontrándose en el compost obtenido a partir de la gestión del purín y / o del estiércol. También se han encontrado en las aguas superficiales y en los acuíferos. En el caso de los metales, que son micronutrientes necesarios para el metabolismo de la planta, resultan tóxicos a cantidades elevadas tanto para la planta que los adquiere como el consumidor de la misma.

La presente invención da una solución tecnológica óptima a la problemática de la contaminación de los suelos y aguas superficiales y freáticas por contaminantes derivados del purín y del digestado de purín, en particular, y de las aguas agro-industriales y urbanas, en general. La invención consiste en hacer pasar el efluente por tres fases sucesivas, imprescindibles para la adecuada gestión del residuo líquido: (paso 1) separación avanzada de los sólidos totales en suspensión (TSS); (paso 2) recuperación de los nutrientes a base de amonio, fósforo y potasio y (paso 3) mineralización del residual de materia orgánica como carbono orgánico total (COT).

#### DESCRIPCION DE LA INVENCION

A continuación, procedemos a la explicación del procedimiento en cada uno de sus tres pasos principales, y del sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales requerido para el desarrollo del procedimiento.

**1. Separación avanzada de los sólidos totales en suspensión (TSS).** En esta primera etapa (1), la invención aplica dos tipos de separación avanzada consistentes en un subproceso de mezcla perfecta en un mezclador (1.1) con coagulación-floculación innovadora de doble paso, o bien electrocoagulación, con un rendimiento de eliminación muy elevado (> 99%) en los sólidos en suspensión, la materia orgánica coagulable, los metales pesados y fósforo, así como de entre el 60-80% para el resto de TDS, especialmente amonio y potasio. Después, se procede a una separación avanzada de las fases Líquida-Sólida en un reactor separador (1.2) especialmente diseñado para ello, obteniendo un agua de turbidez menor de 5 NTU y un fango repelente del agua que se deshidrata en poco tiempo (menos de 3 horas), bajo el sol. En este punto, el agua obtenida es apta para riego en zonas protegidas. Todos los productos utilizados en esta parte del procedimiento son los usuales (coagulantes y floculantes) utilizados en los procesos de potabilización de aguas y de la industria alimentaria.

El fango deshidratado pasa por una fase de secado natural o por aire seco en un secador (1.3). El siguiente paso consiste en la pirólisis en ausencia de oxígeno en un horno pirolítico (1.4) que genera energía térmica para la propia granja o/e instalación y da como producto final el catalizador y los metales contenidos en el efluente inicial. El proceso de pirólisis no consume energía, sino al contrario, produce energía térmica para la instalación y la misma granja con un bajo coste de inversión. En el caso de la presencia, dentro del purín/efluente inicial, de metales pesados y otros compuestos/elementos tóxicos, la combinación (1.1+1.2+1.3+1.4) es la preferida y la más económica, visto que regenera el catalizador de separación avanzada, que es el principal insumo con mayor coste, en torno a 60% de los gastos de operación, junto con el resto de metales y elementos que son recuperados para uso industrial. Al final, el tratamiento de sólidos consiste en un sistema cerrado de reciclado de catalizadores y metales para sus respectivos usos en el mismo proceso o reutilización en la industria siderúrgica. Otra formulación aplicable en el caso de ausencia de metales pesados y compuestos/elementos tóxicos en exceso consiste en el bio-compostaje (1.5) del fango. Aun en tal caso, el proceso de pirólisis, al menos de parte de los fangos, permite recuperar parte del catalizador y generar energía para el secado del compost según la combinación (1.1+1.2+1.3+1.4+1.5).

**2. Recuperación de los nutrientes a base de amonio, fósforo y potasio (TDS).** En esta segunda fase (2), el agua obtenida de la anterior fase de separación de sólidos y materia orgánica e inorgánica coagulables, pasa por un subproceso de adsorción de las sales disueltas de amonio (N), de fósforo (P) (de las trazas que quedan ya que la separación del mismo en la fase 1 es cuasi-completa) y de potasio (K). Dicho subproceso de adsorción se efectúa en soporte/adsorbente y entre las fases S-L en contacto, con la fase S (sólida) que suele ser estruvita, el típico residuo del proceso de obtención de magnesio, la zeolita, la bentonita o las sales a base de magnesio y fosfato. Como resultado de este subproceso se obtiene un fertilizante (2.1) Bio-NPK de baja coeficiente de relajación (es decir, de liberación lenta) y de gran valor añadido tanto para el granjero o productor del efluente como en el mercado nacional e internacional, y de un efluente (2.2) acuoso bastante limpio empobrecido en N, P, y K. Dado que el fósforo se ha eliminado cuasi-completamente en la primera fase de separación, en el agua saliente de la fase de adsorción se obtienen concentraciones de nitrógeno y potasio a nivel inferiores de 30 y 40 ppm, respectivamente. En función del contenido en nitrógeno y potasio se procede a un reactor único o a una cascada del mismo.

**3. Mineralización del residual de materia orgánica / carbono orgánico total (COT).** El agua, empobrecida de nutrientes, después del subproceso 2, pasa a la etapa final (3) de mineralización de la contaminación orgánica disuelta en forma de COT. El objetivo de este subproceso, pues, es transformar íntegramente la materia orgánica remanente en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Después de afinos de finos por ultrafiltración (3.1), se realiza la

5 mineralización en lecho electrocatalítico (3.2). Para asegurar las condiciones de cauce, la destrucción del COT se efectúa hasta valores inferiores o iguales a 40 ppm, largamente suficiente para asegurar una DQO inferior a 160 ppm. En este punto, el agua tiene características que corresponden a las de vertido a cauce (3.3). La misma agua finalmente tratada se puede derivar, parcial o totalmente (3.4), a la fase de protección Anti-Incendios, y el sobrante se puede enviar al subproceso (3.5) de tratamiento de grado alimentaria para limpieza y relleno de acuíferos.

10 **Breve descripción del esquema tecnológico.** La figura 1 presenta el esquema del sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales en una granja (0) y de aplicación del procedimiento a efluentes acuosos.

En este sentido, en la Figura 1 se puede observar que el sistema comprende:

- (0) Granja o Explotación agro-industrial;
- (1.0) depósito de purín, digestado de purín o efluente agroindustrial;
- (1.1) Mezclador;
- 15 (1.2) Separador magnético;
- (1.3) Secador para el secado de fango hasta humedad inferior o igual al 30%;
- (1.4) Horno pirolítico;
- (1.5) Bio-compostaje;
- (1.6) Promotor o catalizador de separación;
- 20 (2.0.1) Reactor de adsorción y generación de fertilizante;
- (2.0.2) Filtros, o conjunto de filtración del producto fertilizante;
- (2.1) fertilizante;
- (2.2) efluente acuoso pobre en N, P, K;
- (3.1) reactor afinador de sólidos extrafinos del tipo ultra-filtración;
- 25 (3.2) reactores de lecho catalítico de mineralización;
- (3.3) Agua apta para vertido a cauce o utilización para riego;
- (3.4) Agua para protección anti-incendios o relleno de acuíferos;
- (3.5) Equipo de nano-filtración/ósmosis inversa.

El sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes industriales consiste en equipos de sencilla utilización en grajas (0), lo que hace que la tecnología sea óptima para implementación a nivel industrial. El conjunto de equipos está integrado en una tabla de comandos eléctrica-electrónica y está dirigido por un programa desde un PLC que gestiona los aparatos siguientes:

**a. Separación avanzada de los sólidos totales en suspensión (TSS).** La primera fase (1) de separación de los TSS desde un depósito de purín (1.0) consta, principalmente, de un equipo mezclador (1.1) de mezcla perfecta en continuo y en línea y de un separador (1.2) electro-mecano-magnético en continuo. El mezclador (1.1) está compuesto de bombas de dosificación, de alimentación-expulsión y de aspiración (no ilustradas en el esquema). Las bombas de dosificación aportan los productos necesarios para la transformación completa de los TSS del efluente a tratar en fango, sea por coagulación y floculación o por electrocoagulación y floculación. La transformación del purín o efluente a fango se practica dentro de un reactor de hueco tubular (vertical u horizontal), y es inmediata y sin barrera notable. Sensores como un pH-metro, una sonda Redox, un viscosímetro y un turbidímetro, no representados en el esquema, permiten aplicar, orientar y seguir el proceso de separación durante todo el tratamiento en todo punto de la línea. Las bombas de alimentación/expulsión y de aspiración aportan el efluente a tratar, según el caudal de diseño deseado, y expulsan el fango formado en el interior del mezclador (1.1), respectivamente. A la salida del mezclador (1.1), se observan perfectamente dos fases S-L netas y claras de fango (S) y de agua (L) cristalina con turbidez inferior a 5 NTU. La mezcla de las dos fases S-L llega al separador (1.2) que tiene la facultad de separar, de la parte inferior, la fase líquida (L), y de parte superior, la fase sólida (S), gracias al efecto de electromagnetismo en una cinta transportadora. El fango, que tiene carácter repelente del agua, cae en sacos filtrantes mantenidos en una estructura de plataforma de acero, donde acaban de liberar la fracción acuosa, y pasan al secador (1.3), que puede ser de secado natural (en área de secado) o forzado, en función del clima. De su característica intrínseca, el fango, que se obtiene con un 70% de humedad, llega a secarse de forma natural hasta un 30% al aire libre y sol después de unas 3 horas. Parte de este fango se envía al horno pirolítico (1.4), desde el cual se obtiene energía térmica para el secador (1.3) de secado del fango fresco y para uso in situ, además de recuperar el promotor (1.6) o catalizador de separación utilizado al nivel del mezclador (1.1). La otra parte del fango se transforma en Bio-compostaje (1.5) de lenta relajación de los nutrientes recuperados, siendo un producto de gran valor comercial en el mercado de los fertilizantes y pudiendo ser, en parte o íntegramente, usado por el mismo productor del purín y/o de los efluentes (1.0) o puesto en



venta. Como la opción del tratamiento es la de obtención de energía, esto se consigue en el mismo momento que se recupera íntegramente el promotor (1.6) de separación.

## **2. Recuperación de los nutrientes a base de amonio (N), fósforo (P) y potasio (K) (TDS).**

La fase segunda (2), el proceso de recuperación de los nutrientes N, P y K consiste en una adsorción de los mismos sobre la superficie de productos utilizados para este objetivo y descritos anteriormente. Para la aplicación del proceso de recuperación de los nutrientes N, P y K, se precisa de al menos un reactor de mezcla (2.0.1) continuo e intermitente para asegurar el contacto directo y de un filtro (2.0.2) de vacío. El reactor (2.0.1) es de fondo cónico, con camisa de refrigeración y tapa hermética en su parte superior, y está equipado de un mezclador con palos horizontales. Todo el conjunto del reactor está construido preferiblemente con AISI 316L. La función del mezclador es la de asegurar un contacto lo más homogéneo y directo posible entre las fases S-L. A tal efecto y para evitar la acumulación del adsorbente, se procede a una agitación intermitente regulada. Como el efluente tiene concentraciones de nutrientes elevadas, se plantea un proceso en cascada de reactores de generación de Bio-NPK. El filtro (2.0.2) está construido con AISI 316L y dispone de un material filtrante de paso de luz inferior a 20  $\mu\text{m}$ . El proceso de filtración se hace mediante una bomba al vacío.

## **3. Mineralización del residual de materia orgánica/carbono orgánico total (COT).**

Después de la recuperación de los nutrientes Bio-NPK, en la última etapa (3), la fase líquida se deriva a un reactor afinador (3.1) de sólidos extrafinos del tipo ultra-filtración desde donde las concentraciones de TSS se reducen hasta valores inferiores a 0,1 ppm. Tras ello, la fracción líquida, libre de sólidos, pasa por una serie de reactores de lecho catalítico de mineralización (3.2) donde la materia orgánica total se transforma en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . La reacción de mineralización es heterogénea y se efectúa durante tiempo cortos, generalmente inferiores a 15 minutos, en función de la carga y del caudal de la fase líquida.

**Resultados en pilotos industriales.** Las pruebas han sido realizadas en periodos diferentes con tres plantas piloto y en granjas diferentes. La fase (1) de eliminación de TSS cumple con un 99,9% de eliminación de los sólidos (partiendo de entre 60-110 g/l), incluyendo hasta un 70-80% de la materia orgánica, COT (desde 10000 ppm), y de la contaminación en general (DQO, desde 30000 ppm). En este punto, los rendimientos de eliminación del nitrógeno total y del potasio están también comprendidos sobre el 70-80%, al mismo tiempo que el fósforo es prácticamente eliminado en su totalidad desde la fase líquida al fango (rendimiento analítico > 99,95%). Los valores iniciales del nitrógeno total y del potasio son de 3600 y 4000 ppm, respectivamente. El valor de la conductividad eléctrica (CE) baja desde 30 hasta 3,30 mS  $\text{cm}^{-1}$ .

1, confirmando que se consigue una separación efectiva de gran parte de los TDS. El valor de la turbidez disminuye desde 1000 hasta menos de 10 NTU, obteniéndose un agua clara, transparente y cristalina, incluso incolora en el caso de algunos efluentes, pero ligeramente amarillenta en el caso específico del purín debido a la orina. En la fase (2), después del  
5 proceso de recuperación de los nutrientes, en el líquido residual solo quedan trazas de los compuestos a base de N, P y K. En la fase (3) del proceso de mineralización, el COT residual ha sido mineralizado decreciendo desde 2700 a valores inferiores a 38 ppm, correspondiendo a una DQO desde 7200 a 115 ppm, respectivamente. Se obtiene así un agua cristalina, transparente e incolora. Esta agua cumple con la normativa de cauce y puede ser utilizada  
10 para riego (3.3) con roce con la fruta o protección anti-incendios y/o relleno de acuíferos (3.4). Finalmente, el agua se trata por nano-filtración/ósmosis inversa (3.5), para su uso posterior dentro del sector.

15

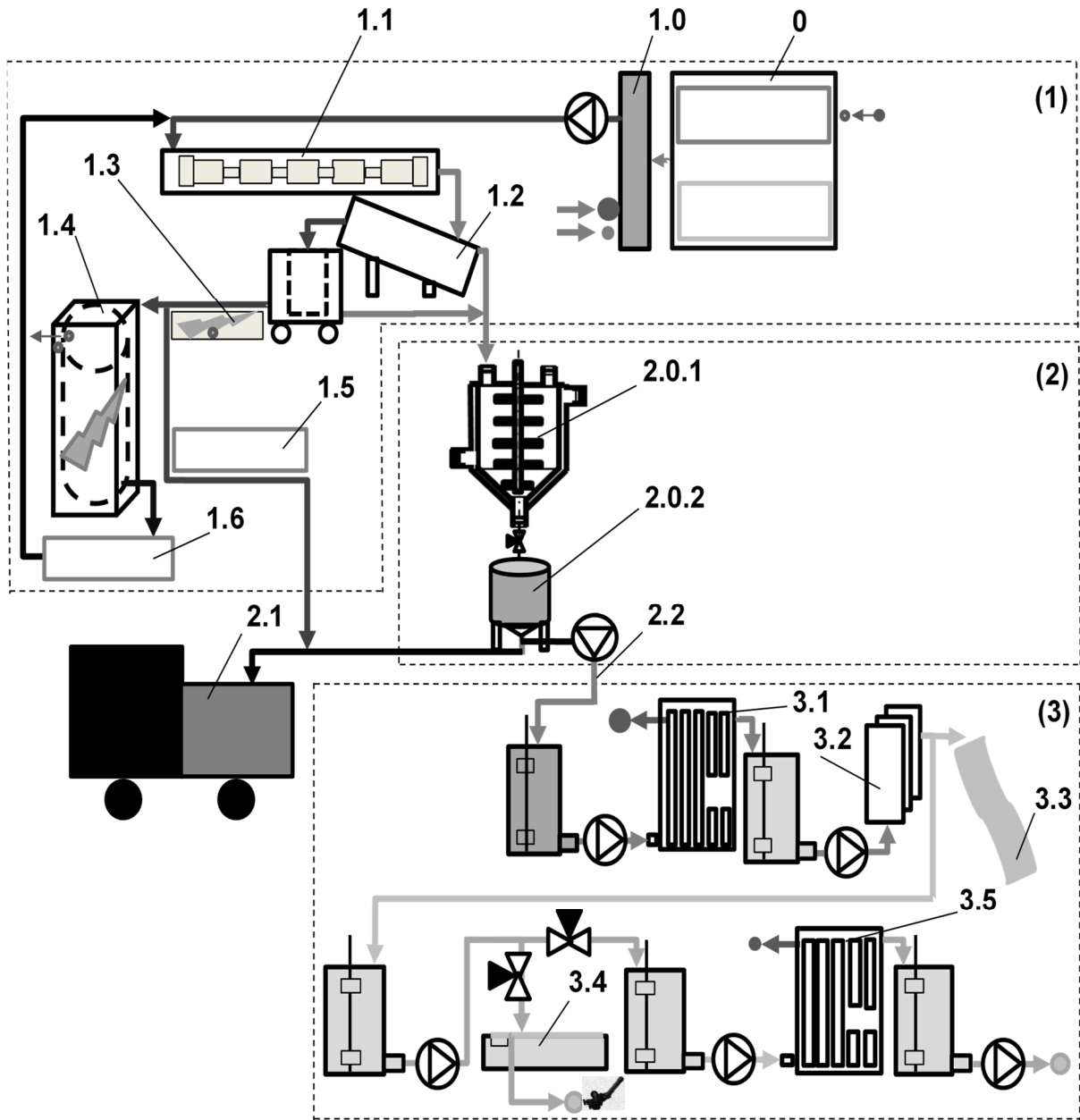
20

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales para la reutilización de los mismos, con recuperación de los nutrientes a base de nitrógeno (N),  
5 fósforo (P) y potasio (K) conjuntamente con producción de energía térmica y fertilizantes; donde el sistema se caracteriza por que comprende:
  - un mezclador (1.1) que es un reactor de hueco tubular que comprende bombas de dosificación, de alimentación-expulsión y de aspiración, y donde a la salida del mezclador (1.1) se obtienen las fases de fango y de agua;
  - 10 - un separador magnético (1.2) que comprende una cinta transportadora, donde el fango cae en sacos filtrantes mantenidos en una estructura de plataforma de acero y se separa parte del agua;
  - un secador (1.3) donde se reduce la humedad del fango del que, totalidad o parte se convierte en energía y otra parte sirve de bio-compostaje (1.5);
  - 15 - un horno pirolítico (1.4) donde el fango se transforma integralmente en energía y promotor (1.6) o catalizador de separación;
  - al menos un reactor de mezcla (2.0.1) que recibe el clarificado de desde el separador magnético (1.2) y donde se asegura un contacto entre las fases líquida y sólida, y que tiene un agitador intermitente regulado;
  - 20 - un filtro (2.0.2) de vacío, siguiendo a cada reactor de mezcla (2.0.1), que comprende una bomba de vacío y dispone de un material filtrante de paso de luz inferior a 20  $\mu\text{m}$ ; y donde se obtiene un fertilizante (2.1) y un efluente acuoso (2.2);
  - unos reactores afinadores de sólidos extrafinos del tipo ultra-filtración (3.1) del efluente acuoso (2.2); y
  - 25 - unos reactores de lecho catalítico de mineralización (3.2) con los que se obtiene un agua reutilizable.
2. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el mezclador (1.1) dispone de sondas de  
30 pH, de Redox, de viscosidad y de turbidez.
3. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el reactor de mezcla (2.0.1) es de fondo

cónico, con camisa de refrigeración y tapa hermética en su parte superior, y está equipado con un mezclador con palos horizontales.

- 5 4. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el material filtrante del filtro (2.0.2) de vacío tiene un paso de luz inferior a 20  $\mu\text{m}$ .
- 10 5. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el agua final es agua apta para vertido a cauce o utilización para riego (3.3).
- 15 6. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el agua final es agua apta para protección anti-incendios o relleno de acuíferos (3.4).
- 20 7. Sistema de tratamiento integral y reciclaje de purines y efluentes agroindustriales, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el agua final es agua apta para procesos de nano-filtración/ósmosis inversa (3.5).



**FIG. 1**