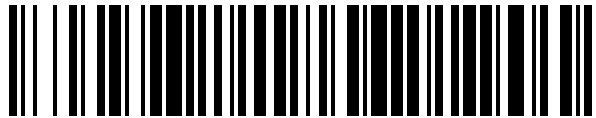


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 227 499**

21 Número de solicitud: 201930390

51 Int. Cl.:

C02F 1/40 (2006.01)

C02F 9/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

12.03.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.04.2019

71 Solicitantes:

FCC AQUALIA, S.A. (100.0%)

**Av. del Camino de Santiago, 40, edificio 3, 4ª pta.
28050 MADRID ES**

72 Inventor/es:

ROMERO GÚIZA, Maycoll;

PALATSI CIVIT, Jordi;

ICARAN LÓPEZ, Pilar y

MONSALVO GARCÍA, Víctor Manuel

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **APARATO PARA LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS GRASOS EN PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ES 1 227 499 U

**APARATO PARA LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS GRASOS EN PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

DESCRIPCIÓN

5

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico del tratamiento de aguas residuales. Más específicamente, a la gestión sostenible de los residuos grasos separados en instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

10

Antecedentes de la invención

Las trampas de grasa son pre-tratamientos de aguas residuales generalmente utilizadas en estaciones depuradoras de agua residual (EDAR) y otros establecimientos con una producción de grasa relevante tales como hoteles, servicios de catering, restaurantes, hospitales, entre otros.

15

Grandes cantidades de grasas se recuperan en EDAR. Por ejemplo, una EDAR a gran escala con una capacidad de 140,000 habitantes equivalentes en un escenario europeo con un caudal de tratamiento de 50,000-60,000 m³/d, produce 40-45 ton de residuos grasos anualmente. Las grasas separadas contienen principalmente residuos de aceite y grasa recolectados en las cabeceras de las EDAR. Debido a los problemas ambientales asociados con la eliminación de estos desechos, se han desarrollado progresivamente regulaciones estrictas por las que estos desechos deben estabilizarse antes de su eliminación (<https://sdr.arc.cat>, 2018).

20

25

Hoy en día, la eliminación en vertederos y los tratamientos térmicos, incluyendo la incineración, son las prácticas de gestión más comunes para los residuos grasos, sin embargo, presentan un alto coste ambiental y económico (Noutsopoulos et al., 2013).

30

Alternativamente, se ha valorado y estudiado la posibilidad de la co-digestión anaeróbica de lodos de depuradora y los residuos grasos como alternativa a la gestión de estos residuos (Silvestre et al., 2014, 2011).

La co-digestión anaerobia de residuos grasos y lodos de depuradora se ha presentado como una alternativa atractiva para mejorar la producción de bioenergía (biogás) y mejorar el balance de energía en las EDAR (Wang et al., 2013). Aunque se han reportado mejoras significativas en la producción de biogás mediante co-digestión anaerobia de lodos de depuradora y los residuos grasos de EDAR (Davidsson et al., 5 2008), su aplicación a gran escala todavía es muy limitada.

Las principales limitaciones del uso de los residuos grasos de EDAR como co-sustrato son:

- 10 i) cinética de biodegradación lenta,
- ii) riesgos de bloqueo de tuberías,
- iii) inhibición por sobrecarga de lípidos y acumulación de ácidos grasos de cadena larga en el digestor, y
- iv) alto contenido de materiales indeseables (plásticos y fibras) (Martínez et al., 15 2012; Palatsi et al., 2010; Vavilin et al., 2008; Wang et al., 2013; Zhu et al., 2011).

Se han desarrollado diferentes pre-tratamientos y tecnologías para eliminar materiales indeseables y mejorar la biodegradabilidad de los residuos grasos de EDAR. Estos 20 métodos se basan en i) separación físico-mecánica o líquido-sólido, ii) pretratamiento químico, físico o biológico; o iii) procesos acoplados.

Los sistemas de separación líquido-sólido mediante cribado mecánico (US5543050A) o filtración (RU2156749C1) eliminan los materiales no biodegradables (principalmente 25 plásticos y fibras) de los residuos grasos de EDAR. Alternativamente, esto se puede realizar acoplando sistemas de calefacción (US2008203014A1; US2005085653A1). En cualquier caso, los aparatos y procesos existentes proponen sistemas de dos etapas donde se separan la grasa, el agua y los sólidos (US5225085A).

30 Además, algunos pre-tratamientos también mejoran la hidrólisis de la grasa, lo que facilita su biodegradabilidad. Por ejemplo, el pretratamiento enzimático (Donoso-Bravo y Fdz-Polanco, 2013; JP2001129580A), predigestión de grasa (US2008203014A1), pretratamiento con peróxido de hidrógeno (US4913826) y pre -tratamiento combinado de hidróxido de sodio/calefacción (>55 °C) (Li et al., 2013; Mouneimne et al., 2003) 35 han sido estudiados previamente.

Los principales inconvenientes de los métodos propuestos hasta ahora para el uso de los residuos grasos de EDAR como co-sustrato son la alta demanda energética y los altos costes de inversión y operación. Adicionalmente, estos métodos se enfocan principalmente en reducir o eliminar alguna de las estas limitaciones.

Descripción de la invención

La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado del arte, proporcionando un aparato para el pre-tratamiento y biorremediación de residuos grasos de EDAR mediante una única etapa y fácil de integrar en las EDAR existentes y nuevas. El aparato de la presente invención es simple y de bajo coste, ya que funciona sin suministro de calefacción externo u otros dispositivos costosos de separación líquido-sólido.

En un primer aspecto de la invención, el aparato para la valorización de residuos grasos en plantas de tratamiento de aguas residuales comprende:

- un tanque de mezcla que aloja los residuos grasos, sometidos a un tratamiento químico alcalino para solubilizar una fracción de grasa mediante saponificación, y
- un sistema de separación sólido-líquido conectado al tanque de mezcla donde el sistema de separación sólido-líquido está configurado para separar la fracción de grasa solubilizada en el tanque de mezcla.

En otro aspecto de la invención, el aparato comprende además un sistema de control y automatización mediante un sistema basado en la monitorización del pH en el tanque de mezcla.

Otro aspecto de la invención, el sistema de separación sólido-líquido es una cesta con un tamaño de luz de malla $< 0.5-5\text{mm}$ incorporada dentro del tanque de mezcla.

Otro aspecto de la invención, el sistema de separación sólido-líquido es un tamiz rotativo que se encuentra conectado a un punto de salida del tanque de mezcla.

Otro aspecto de la invención, el sistema de separación sólido-líquido es un tornillo de filtrado a presión que se encuentra conectado a un punto de salida del tanque de mezcla.

- 5 En un último aspecto de la invención, el aparato comprende un tubo de conexión entre el punto de salida y el sistema de separación sólido-líquido.

Esta invención ofrece una solución eco-eficiente y rentable para una gestión sostenible de los residuos grasos separados en EDAR, ya que el proceso presenta una baja
10 demanda de energía y recuperación de energía a través de la producción de biogás. Además, la invención propuesta abre una nueva vía para la gestión de residuos grasos de una manera sostenible, a diferencia de las estrategias convencionales (depósito en vertederos e incineración).

15 Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una vista lateral del aparato de la presente invención, donde se visualiza el tanque de mezcla y el sistema de separación sólido-líquido, que en esta realización
20 consiste en una cesta, en posición sumergida (a) y no sumergida (b).

La figura 2 es una vista lateral del aparato de la presente invención, donde se visualiza el tanque de mezcla, el sistema de separación sólido-líquido, que en esta realización
25 consiste en un tamiz rotativo, el sistema de control y automatización de pH, el punto de salida y el tubo de conexión que une el punto de salida y el tanque.

La figura 3 es una vista lateral del aparato de la presente invención, donde se visualiza el tanque de mezcla, el sistema de separación sólido-líquido, que en esta realización
30 consiste en un tornillo de filtrado a presión, el sistema de control y automatización de pH, el punto de salida y el tubo de conexión que une el punto de salida y el tanque.

La figura 4 muestra los datos obtenidos en la prueba de potencial bioquímico de metano (PBM) con residuos grasos en crudo (●) y pre-tratados (■) con el aparato de la presente invención.

La figura 5 muestra los datos obtenidos para las condiciones de pre-tratamiento de los residuos grasos (a y b) y desempeño del proceso (c y d).

5 La figura 6 muestra los datos obtenidos de los niveles de espumas en los digestores donde se lleva a cabo la co-digestión de residuos grasos y lodos de EDAR.

En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos que son:

1. Tanque de mezcla.
2. Sistema de separación sólido-líquido.
- 10 3. Sistema de control y automatización de pH.
4. Punto de salida.
5. Tubo de conexión.

Descripción detallada de la invención

15 El objeto de la presente invención es un aparato para la valorización de residuos de grasos en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran diferentes modos de realización de la presente invención. Inicialmente se lleva a cabo un pretratamiento de residuos grasos en el aparato de la presente invención. En este pre-tratamiento, de una sola etapa, consigue que:

- i) la fracción de grasa contenida en los residuos grasos se solubilice en un pretratamiento químico alcalino (saponificación),
 - y ii) sólidos y partículas se descartan de la grasa solubilizada por un sistema de separación sólido-líquido.
- 25

Los sólidos se eliminan y la fracción líquida (principalmente grasa saponificada) se procesa adicionalmente en un digestor biológico por degradación aerobia o anaerobia, preferiblemente co-digestión anaerobia con lodos de EDAR. El aparato propuesto puede funcionar en modo discontinuo (Figura 1) o continuo (Figuras 2 y 3).

30

Los residuos grasos se recogen en las cabeceras de las EDAR en un tanque de mezcla (1), preferiblemente de acero u otro material resistente a la corrosión y pH alcalino.

35

El tanque de mezcla (1) debe estar equipado con suministro de agua y NaOH (35-50%). Adicionalmente, se puede incorporar un sistema de control y automatización mediante la medida de pH (3) en el tanque de mezcla (Figuras 2 y 3).

- 5 Para el tratamiento de residuos grasos mediante saponificación, las proporciones de álcali, agua y residuos grasos se deben ajustar de la siguiente manera: 10-40 g NaOH · kgVS⁻¹ y 1-10 g H₂O · gVS⁻¹. La mezcla debe realizarse a presión atmosférica o controlada (0.5-3.0 bares) y temperatura (8-50°C) durante 3-72 horas.
- 10 En el modo de operación discontinuo (Figura 1), el tanque de mezcla (1) está equipado con un sistema de separación sólido-líquido (2) que es una cesta con una luz de malla < 0.5-5mm (véase Figura 1b para más detalle), que se levanta con el objetivo de tamizar la mezcla de H₂O, NaOH y residuos grasos.
- 15 En el modo de operación en continuo (Figuras 2 y 3), la mezcla de H₂O, NaOH y residuos grasos se descarga a través de un punto de salida (4) instalado en la parte inferior del tanque de mezcla (1) y se dirige al sistema de separación sólido-líquido (2). La separación sólido-líquido se puede realizar en diferentes sistemas como el tamizado en tamices rotativos (Figura 2) o en un tornillo de filtrado a presión (Figura 3).
- 20 La fracción sólida desechada (principalmente plástico y fibra) se recolecta y almacena para su gestión externa. La fracción líquida (principalmente grasa saponificada) se procesa adicionalmente en un digestor biológico por degradación aerobia o anaerobia, preferiblemente co-digestión anaerobia con lodos de depuradora. La saponificación produce ácidos grasos de cadena larga, sales y glicerol como resultado de la reacción
- 25 del éster y los lípidos en condiciones alcalinas.

Por lo tanto, la solubilización de los ácidos grasos de cadena larga los hace más accesibles a los microorganismos, lo que facilita su biodegradabilidad. Como

30 resultado, se ha comprobado que la saponificación es un método eficiente para aumentar la producción de biogás y la tasa de hidrólisis de los residuos grasos.

Ejemplos de la invención

35 Ejemplo 1

La eficacia del aparato se ha validado mediante su implantación a escala pre-piloto. Los resultados se han utilizado para simular el impacto de la instalación del aparato en una EDAR a gran escala con una capacidad de 140.000 habitantes. Esto corresponde a un caudal de alimentación de 50,000-60,000 m³/d, que produce 40-45 ton de
5 residuos grasos anualmente, con un coste de gestión asociado de 14,000-15,750 €/año.

Se realizó un pre-tratamiento de los residuos grasos en un tanque de mezcla (1) de una capacidad de 1L, donde los residuos, agua y NaOH se ajustaron en 21 gNaOH ·
10 kgVS⁻¹ y 4.1 gH₂O · gVS⁻¹, respectivamente.

El experimento se realizó a 120 rpm y temperatura ambiente (25°C) durante 6 horas. Después de la etapa de agitación, la mezcla resultante se filtró (tamaño de luz de malla < 1-2 mm) para obtener la fracción líquida (grasa saponificada) y las fracciones
15 sólidas (residuos sólidos) de los residuos grasos pre-tratados. Las fracciones líquida y sólida se pesaron y caracterizaron. Se analizó el PBM de la fracción líquida.

El aparato de la presente invención permite una eficiencia de recuperación de sólidos volátiles de aproximadamente el 60% de la fracción líquida. La figura 4 muestra los
20 datos obtenidos en la prueba de PBM con residuos grasos en crudo y pre-tratados, obteniéndose una producción de metano de 0,65 NLCH₄ · gVS⁻¹ y una constante de velocidad específica de 0,93 d⁻¹, para el caso de los residuos en crudo, mientras que los valores obtenidos para el residuo pre-tratado en el aparato de la invención son significativamente mejores. Se obtuvo una producción de metano de 0,82 NLCH₄ ·
25 gVS⁻¹ y una constante de velocidad específica de 1,77 d⁻¹.

Estos resultados muestran una producción de biogás y un aumento de la constante de velocidad específica de 26 y 90%, respectivamente. El análisis económico para este ejemplo muestra que el aparato propuesto presenta costes de operación (químicos y
30 energía) relativamente bajos, además de los ingresos de i) la producción adicional de metano y ii) la reducción de la producción de residuos (40-60%), con el consiguiente ahorro en el coste de gestión de dichos residuos.

Ejemplo 2

35 Se realizó un ensayo mediante un prototipo, equivalente a una EDAR a gran escala

con una capacidad de 140.000 habitantes. Esto corresponde a un caudal de alimentación de 50.000-60.000 m³/d, que produce 40-45 ton de residuos grasos al año.

5 Los lodos de EDAR (lodos primarios y activos) se tratan en dos digestores anaerobios de 2.500 m³ operados en condiciones mesofílicas. Los digestores operaron a una tasa de carga orgánica de 1,0 a 2,5 kgVS · m⁻³ · d⁻¹ y un rango de tiempo de retención hidráulica de 15 a 25 días. Que en conjunto producen biogás en un rango de 3.000-4.000 m³/d.

10

El prototipo estaba compuesto por el aparato que se muestra en la Figura 1. Este aparato está formado por un tanque de mezcla (1) de 1m³ equipado con un sistema de separación sólido-líquido (2) que es una cesta de acero inoxidable de 0,6 m³ con un tamaño de luz de malla de 2 mm y un agitador superior (0,75 kW 1500 rpm 350-440v
15 50/60 Hz IP55).

Empleando el prototipo, se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- i) recolección de residuos grasos (150-250 kg);
- ii) adición de agua (500-700 l) y NaOH-50% (4-6 l); y
- 20 iii) mezcla durante 5-12 horas.

Posteriormente, el sistema de separación sólido-líquido (2) se eleva por un brazo mecánico. Así, la grasa solubilizada permaneció en el tanque (1) y los sólidos indeseables y las partículas se retuvieron en el sistema de separación (2), que se enjuagó
25 con agua hasta alcanzar el volumen máximo del tanque. Los sólidos desechados (principalmente plástico y fibra) se recolectaron y almacenaron para ser gestionados externamente.

La fracción líquida resultante se procesó adicionalmente en un digestor biológico
30 mediante co-digestión anaerobia con lodos de EDAR.

Se evaluaron los efectos inhibitorios de los residuos grasos pre-tratados y la aparición de espumas en digestores (Figura 5). El pretratamiento de los residuos se realizó con una dosis de NaOH de 13-33 gNaOH · kgVS⁻¹ (Figura 5a), y se logró una recuperación
35 de sólidos volátiles del 55-62% (Figura 5b). Debido a que la capacidad del prototipo

era relativamente pequeña respecto al caudal de la EDAR, la alimentación de los residuos pre-tratados no arrojó un aumento significativo en la producción de biogás (Figura 5c). Además, los digestores se mantuvieron estables con valores normales de alcalinidad total (TA – Figura 5) y nivel de espuma por debajo del valor crítico (50 cm, 5 Figura 6).

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención. 10

El Proyecto que conduce a esta solicitud ha recibido fondos del programa de investigación e innovación “*Horizon 2020*” de la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención No. 817788.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la valorización de residuos grasos en plantas de tratamiento de aguas residuales caracterizado porque comprende:
- 5 – un tanque de mezcla (1) que aloja residuos grasos, sometidos a un tratamiento químico alcalino para solubilizar una fracción de grasa mediante saponificación, y
- un sistema de separación sólido-líquido (2) conectado al tanque de mezcla (1), donde el sistema de separación sólido-líquido (2) está configurado para separar
- 10 la fracción de grasa solubilizada en el tanque de mezcla (1).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además un sistema de control y automatización mediante la medida de pH (3) en el tanque de mezcla (1).
- 15
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema de separación sólido-líquido (2) es una cesta con un tamaño de luz de malla $< 0.5-5\text{mm}$ incorporada dentro del tanque de mezcla (1).
- 20
4. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque el sistema de separación sólido-líquido (2) es un tamiz rotativo que se encuentra conectado a un punto de salida (4) del tanque de mezcla (1).
5. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque el
- 25 sistema de separación sólido-líquido (2) es un tornillo de filtrado a presión que se encuentra conectado a un punto de salida (4) del tanque de mezcla (1).
6. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, caracterizado porque comprende un tubo de conexión (5) entre el punto de salida (4) y el sistema de
- 30 separación sólido-líquido (2).

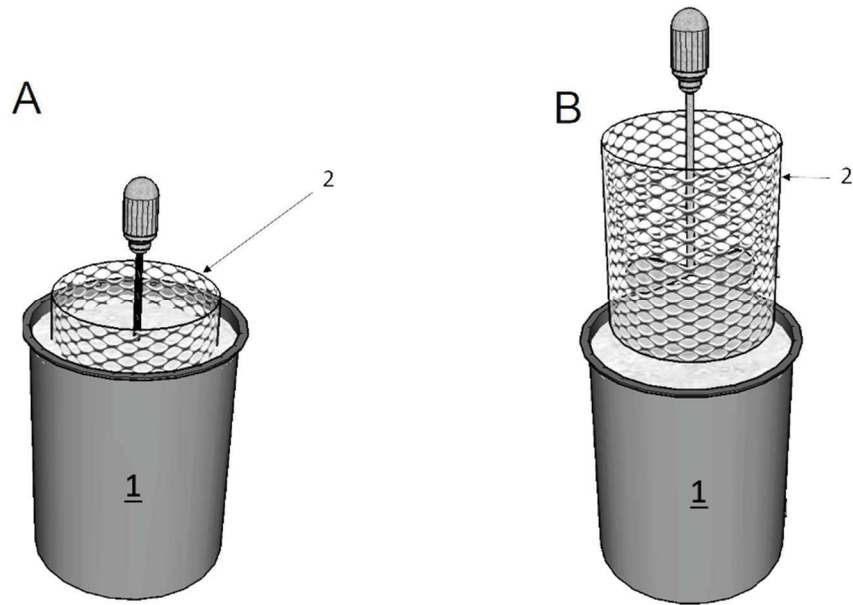


FIG. 1

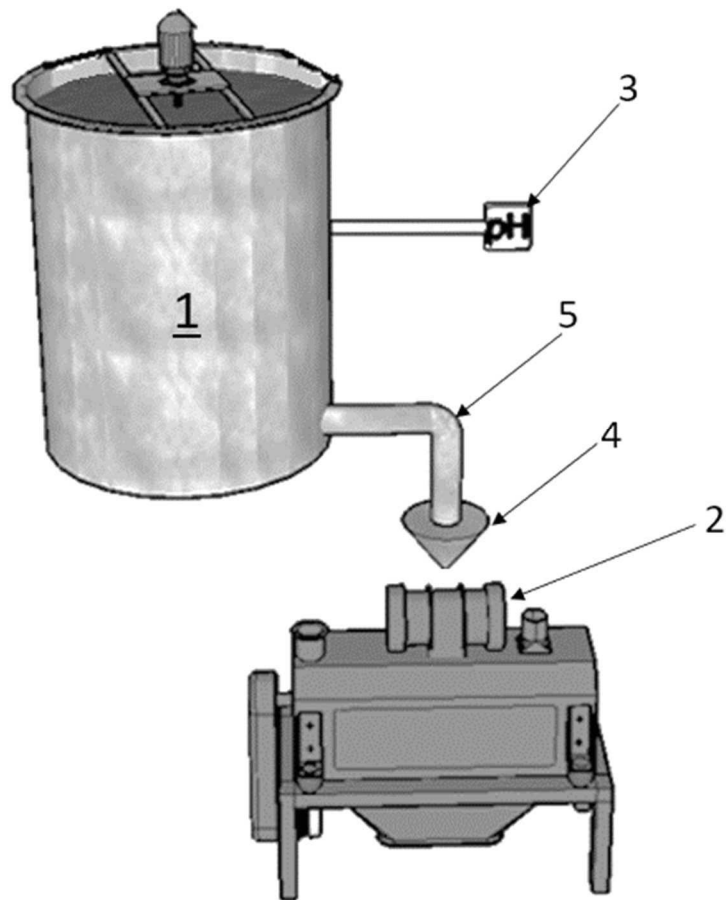


FIG. 2

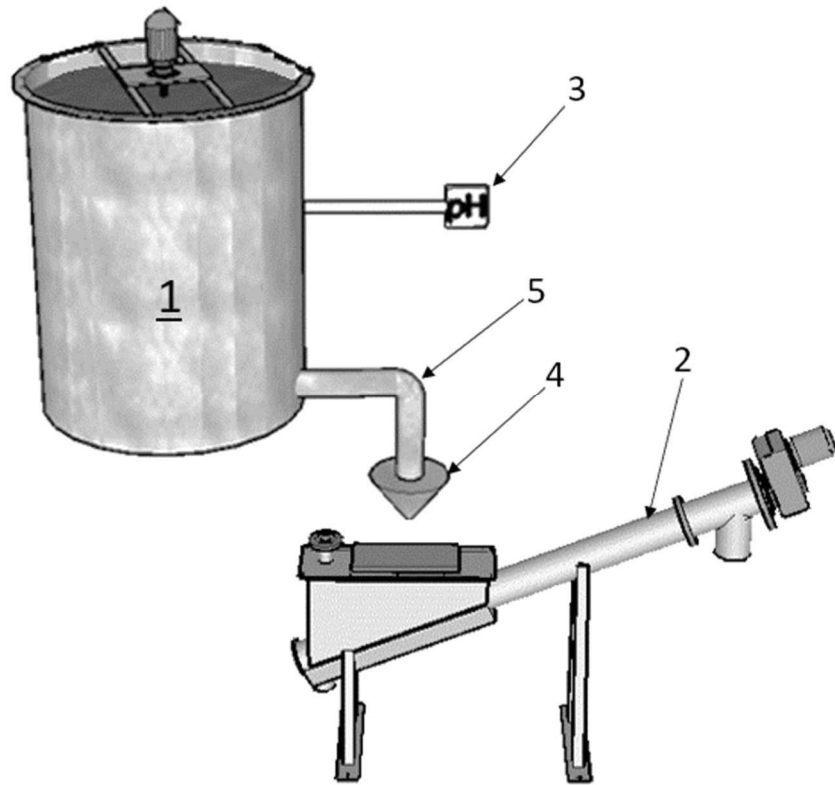


FIG. 3

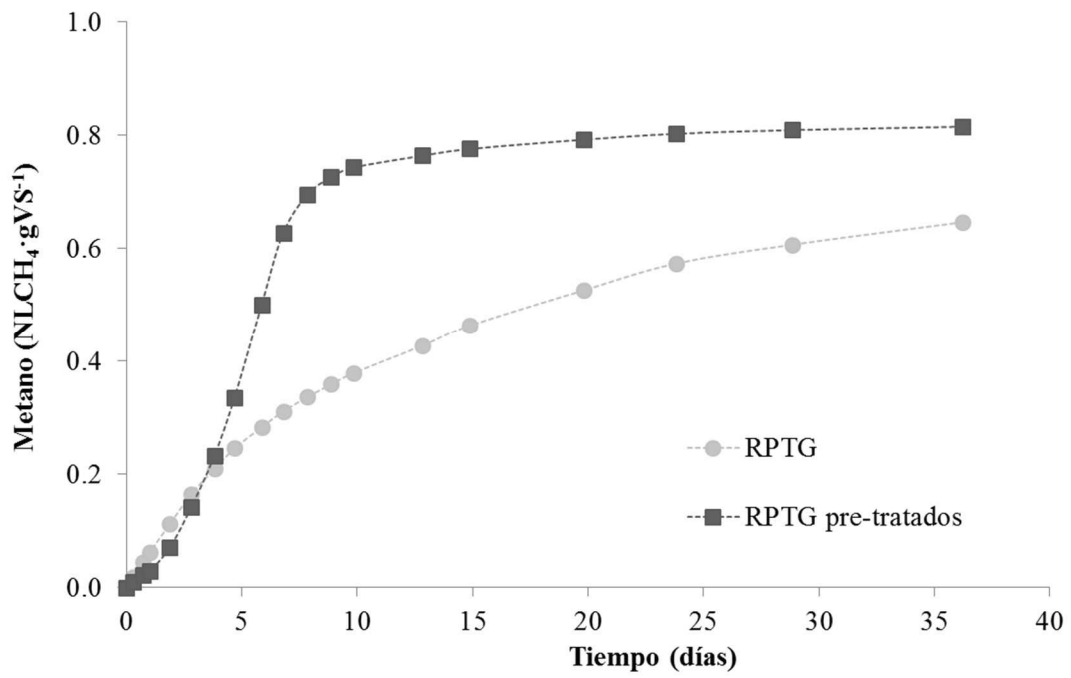


FIG. 4

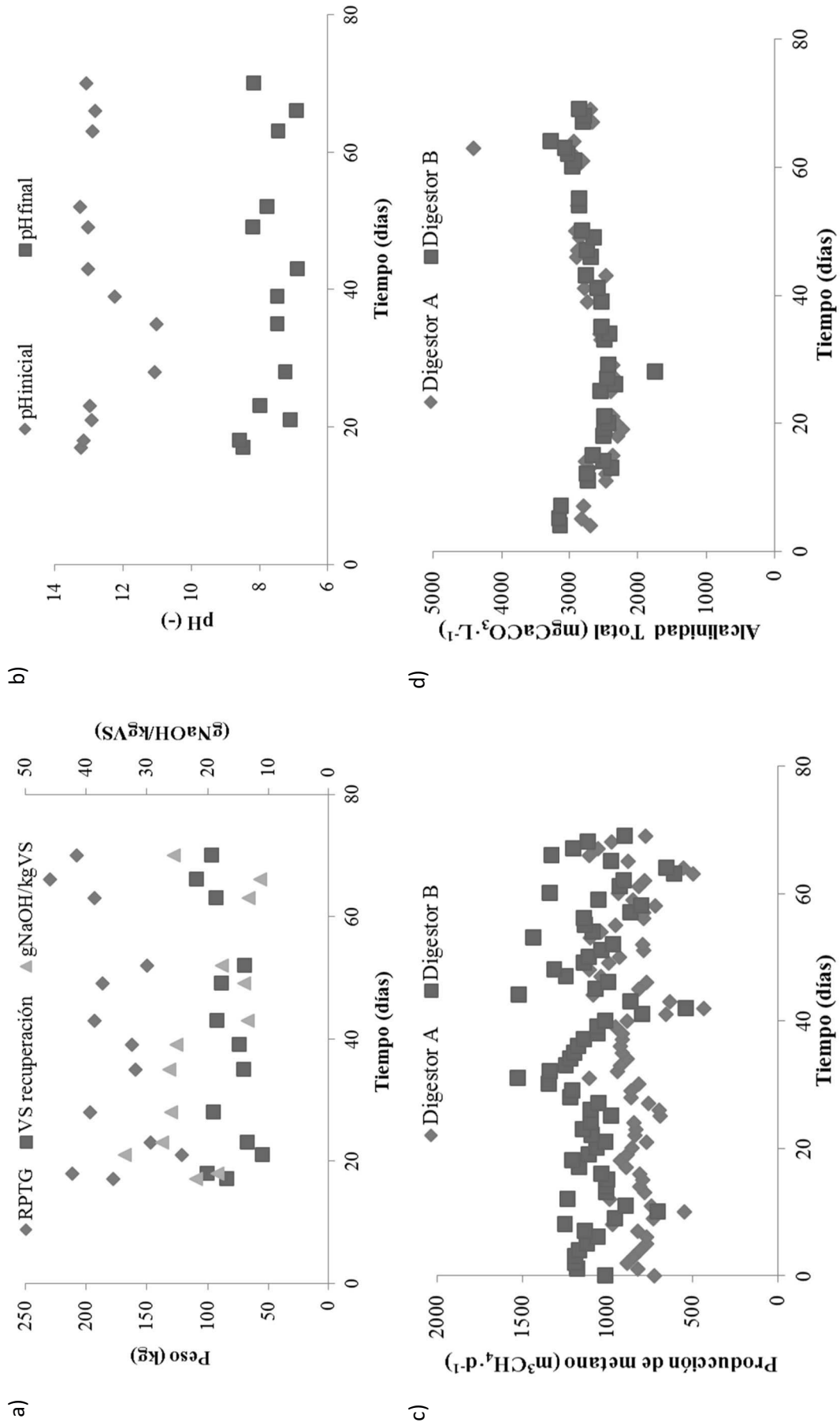


FIG. 5

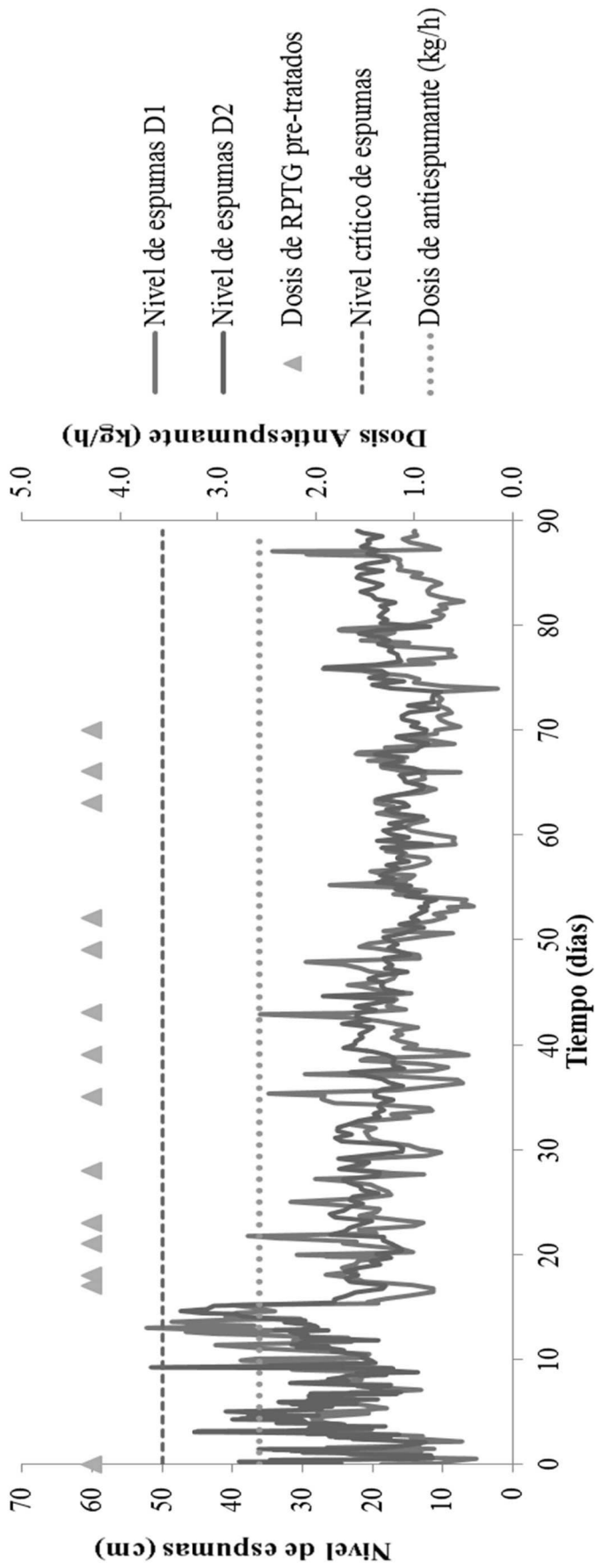


FIG. 6