

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 414**

51 Int. Cl.:

<b>C02F 9/08</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/463</b>	(2013.01)
<b>C10L 5/14</b>	(2006.01)
<b>C10L 5/36</b>	(2006.01)
<b>C10L 5/42</b>	(2006.01)
<b>A01C 3/00</b>	(2006.01)
<b>C02F 101/16</b>	(2006.01)
<b>C02F 101/32</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2014 PCT/ES2014/070721**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15086869**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2014 E 14870104 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2023 EP 3219680**

54 Título: **Método de tratamiento de estiércol**

30 Prioridad:

**13.12.2013 ES 201331823**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.10.2023**

73 Titular/es:

**INVERSIONES DE LAS CINCO VILLAS 2008, S.L.  
(100.0%)  
C/ Delfin Bericat 5  
50600 Ejea de los Caballeros (Zaragoza), ES**

72 Inventor/es:

**ZARRALANGA PETRÍZ, JOSÉ LUIS;  
PLOU CEAMANOS, MARTA CRISTINA y  
TOBARUELA DELGADO, IGNACIO**

74 Agente/Representante:

**LÓPEZ MARTÍNEZ, José Antonio**

ES 2 952 414 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

Método de tratamiento de estiércol

### 5 **Campo técnico**

La invención se enmarca dentro del sector técnico del tratamiento de estiércol, para la recuperación de residuos procedentes de granjas de la industria agrícola y agropecuaria.

### 10 **Estado de la técnica**

15 La posibilidad de utilizar estiércol como fertilizante orgánico es un beneficio para la ganadería y para las tierras agrícolas. Surge un problema en áreas con alta concentración de granjas, donde no hay suficiente superficie de tierra que permita que el estiércol se valore como fertilizante o una valorización adecuada del estiércol como fertilizante.

20 Para zonas con alta concentración ganadera se conocen procedimientos complementarios a la biodigestión anaeróbica, destinados a mejorar la gestión del nitrógeno del digestato, entre los que se incluyen la separación sólido-líquido y el tratamiento de eliminación o reducción-recuperación. Sin embargo, la presencia de altas concentraciones de metales pesados y residuos de medicamentos, especialmente antibióticos, que actúan como agentes nocivos, causa una disminución dramática en la actividad de las bacterias metaníferas, desnitrificantes y nitrificantes.

25 Todo esto conduce a un impacto ambiental de los productos obtenidos a partir de los procedimientos de biodigestión que es mayor de lo esperado.

30 El manejo del estiércol, las emisiones de los suelos agrícolas después de la aplicación de estiércol al campo, el manejo de cosustratos, la generación y combustión de biogás, el compostaje de la parte sólida del producto final o la aplicación de digestato al suelo, continúan liberando cantidades significativas de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> que se consideran gases de efecto invernadero (GEI), y otros contaminantes gaseosos, especialmente NH<sub>3</sub>, que también están causando otros impactos como malos olores o problemas respiratorios y alergias.

35 Los sistemas y tratamientos descritos actualmente se centran en la obtención de fertilizantes orgánicos a partir de aguas residuales para diferentes propósitos. Es cierto que estos sistemas reducen la carga contaminante de residuos agrícolas y ganaderos mediante la aplicación de técnicas de oxidación (electrooxidación, ozono, peróxido de hidrógeno) o electrodesionización con un consumo energético significativo, o mediante evaporación mediante la cual una parte de  
40 los gases disueltos escapa sin control a la atmósfera manteniendo niveles de emisión significativos si no se incluyen sistemas de recuperación adicionales.

45 La solicitud de patente ES 2395664 A1 describe un sistema de eliminación de impurezas de estiércol de granja porcina, utilizando electrooxidación con el agua resultante, produciendo compost o fertilizante para la tierra. El sistema de electrooxidación mencionado en esta solicitud de patente se complementa con un filtro de carbón activo de zeolita y un filtro de ósmosis inversa para retirar las sales y otras impurezas del líquido. El procedimiento comprende una etapa de floculación que comprende la dosificación de un floculante catiónico de "baja ionicidad" y un alto peso molecular. Sin embargo, el sistema de esta solicitud no está eliminando las emisiones  
50 equivalentes de CO<sub>2</sub> que se originan a partir de la metanización de carbono en la fracción sólida utilizada como fertilizante orgánico y tampoco está eliminando las emisiones de NO<sub>x</sub> que se originan a partir de compuestos nitrogenados existentes tanto en la fracción sólida como en la

líquida, que se utiliza como agua de riego enriquecida con los compuestos nitrogenados mencionados. Para superar estos inconvenientes, la presente solicitud propone el uso de floculantes catiónicos presentados en dispersión acuosa o en forma de polvo granular de “muy baja cationicidad” y alto peso molecular, y por lo tanto menor actividad general, adecuados para electrocoagulación de mayor rendimiento que la electrooxidación descrita en la publicación.

El documento WO 2006134453 A1 describe la fabricación de fertilizantes sometiendo el estiércol a electrólisis y ozonización.

Este tratamiento no evita la metanización de la fracción orgánica del estiércol y, por lo tanto, no reduce la emisión de CO<sub>2</sub> asociada con dicha metanización. Lo mismo ocurre con la fracción de nitrógeno, que está presente en el fertilizante obtenido, porque el tratamiento no reduce las emisiones de GEI de la base nitrogenada generadas durante el tratamiento o después de la deposición en el área agrícola.

Hay procesos en la materia que se limitan a tratamiento biológico y térmico, proceso de retirada de gas amoníaco y otros sistemas para absorción o desorción. Otros documentos en la técnica anterior describen la adición de productos químicos que causan reacciones químicas, pero no electroquímicas, incluida la adición de celulosa y otros materiales, o tratamientos exclusivamente para la fracción líquida de estiércol sugiriendo evaporación u ósmosis inversa.

Todos ellos permiten obtener fertilizantes que conservan la mayor cantidad posible de nutrientes, por su parte, la presente invención elimina los nutrientes nitrogenados y orgánicos y reduce las emisiones de GEI y precursores de GEI.

El documento US2010199514 divulga un aparato y un método optimizados para el manejo del estiércol que comprenden todas las etapas del preámbulo de la reivindicación 1.

El documento KR20130134275 divulga una briqueta de excreción de ganado rica en calorías que utiliza la excreción de ganado que tiene un contenido de agua no superior al 20% o lodo de excreción de ganado, y un método de fabricación de la misma. El olor generado por la excreción del ganado o los lodos de excreción del ganado se puede retirar eficazmente mediante el uso de excreción del ganado o lodos de excreción del ganado con un contenido de agua no mayor del 30%. La briqueta de excreción de ganado se fabrica agregando al menos un combustible sólido seleccionado de combustible de astillas de madera (WCF), combustible derivado de neumáticos (TDF), combustible de astillas de madera (WCF), combustible derivado de desechos (RDF) y carbón para aumentar las calorías en forma de pellas, astillas pequeñas y polvo, tiene una resistencia que puede fabricar una briqueta de excreción de ganado excelentemente rica en calorías.

### **Descripción de la invención**

La Invención es un procedimiento de tratamiento de estiércol, que comprende: la separación física sólido-líquido de un efluente líquido que contiene estiércol, para generar una fracción sólida y una líquida; la separación físico-química de la fracción líquida obtenida en el paso anterior para obtener nuevas fracciones sólidas y líquidas, mediante coagulación y floculación posterior de las partículas sólidas obtenidas; la electrocoagulación de la fracción líquida obtenida en el paso anterior para obtener una fracción sólida y una fracción líquida adicionales; y la peletización de las fracciones sólidas obtenidas en todos los pasos anteriores en presencia de materiales lignocelulósicos.

La fracción líquida final tiene un contenido muy bajo de compuestos nitrogenados, generadores o precursores de GEI, y residuos de materia orgánica disuelta, fósforo y otros contaminantes inorgánicos como metales pesados, etc.; y especialmente también contaminantes orgánicos como la fauna y flora microbiana o fúngica, los restos de medicamentos y la materia orgánica en general. De esta manera, se obtiene un efluente tratado con una carga contaminante muy reducida y un menor impacto ambiental.

En una realización preferida, el método de esta invención comprende una etapa previa de adición de agua al efluente.

Cada uno de los pasos se desarrolla de la siguiente manera:

Acondicionamiento: El efluente o residuo se acondiciona para lograr una disolución suficiente de los elementos y compuestos solubles en agua. Si el afluente no tiene suficiente humedad para permitir o facilitar su transferencia, se añadirá agua suficiente. Para evitar la estratificación que normalmente se produce durante el almacenamiento de dichas sustancias en depósitos debido a las diferentes densidades de los componentes que lo conforman, a menudo es necesario llevar a cabo un proceso de homogeneización mecánica por medio de un agitador.

Separación física sólido líquido: Los sólidos se retiran del estiércol líquido para generar dos fracciones diferentes, la sólida y la líquida. La fracción sólida tiene una densidad más elevada que la deposición original. La fracción líquida contendrá todos los elementos nitrogenados disueltos, tanto sales como gases.

En este paso, se alcanza una reducción significativa de la humedad de la fracción sólida hasta valores del 25% al 40% en el sólido separado.

La fracción sólida se transporta al siguiente punto de tratamiento y acondicionamiento del sólido, mientras que la fracción líquida se dirige a un paso de separación físico-química.

Separación físico-química de sólido-líquido: La fracción líquida obtenida en el paso anterior va al tanque de tratamiento de floculación-coagulación. La coagulación y la floculación son dos etapas dentro del paso de clarificación del agua. Ambas constituyen un solo paso en el que las partículas se aglomeran en flóculos que luego precipitan.

Según la invención, durante la floculación se añaden aditivos catiónicos que tienen una cationicidad del 1 % al 30%, y un peso molecular de  $10 \cdot 10^6$  Da a  $1.000 \cdot 10^6$  Da. En el alcance de la presente invención, la coagulación es el proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reducen las fuerzas de separación entre ellas.

Según la invención, se utiliza un sistema de flotación por aire disuelto.

Los lodos acumulados en la superficie se extraen continuamente a través de un colector o cavitación, que consiste en aprovechar la depresión producida en el impulso del difusor que se sumerge en el líquido a tratar. A medida que esta zona de depresión se une por tuberías a la atmósfera, se crea una diferencia de presión que aspira el aire como microburbujas que se distribuyen por toda la masa líquida.

Para producir una floculación eficaz, es posible añadir productos floculantes catiónicos que están en dispersión acuosa o en forma de polvo granular. Deben ser de muy baja cationicidad y alto peso molecular. Se dará especial preferencia a las poliácridamidas catiónicas.

El lodo acumulado en la superficie se retira por el colector y se lleva a un filtro de paso de banda o sistema similar para proceder al prensado. Posteriormente se descarga junto con los lodos obtenidos en la fase anterior y con el mismo uso que este.

- 5 El fluido obtenido se transporta a un sistema completo de electrocoagulación adecuado para recibir aditivos que mejoran el proceso de floculación y coagulación.

10 Tratamiento de electrocoagulación-flotación: El sistema de electrocoagulación continua permite la eliminación de la carga nitrogenada y orgánica, la reducción de olores y color, la eliminación de patógenos y microorganismos, la reducción de metales pesados de la emulsión de aceite y grasa, la reducción de materiales suspendidos, con alto rendimiento, menor generación de lodos de fango y a menor coste.

15 La electrocoagulación es un proceso electroquímico donde los iones, coagulantes,  $Al^{3+}$  o  $Fe^{(2+/3+)}$  son generados por corriente eléctrica a través de ánodos de sacrificio, formando coágulos/flóculos que flotan en el mismo sistema debido a las microburbujas de oxígeno e hidrógeno formadas durante la electrólisis. En el mismo proceso hay reacciones de desestabilización, precipitación, rotura de emulsión, oxidación, reducción y rotura molecular. El uso de floculantes como aditivos aumenta la eficiencia del tratamiento.

20 En una realización preferida del procedimiento de esta invención, la electrocoagulación mencionada se realiza en presencia de iones  $Al^{3+}$  o  $Fe^{(2+/3+)}$ .

25 La electrocoagulación-flotación permite tratar el agua de manera muy eficiente y con muy poca producción de lodos (entre un 30%-70% menor que un tratamiento físico-químico) con los siguientes contaminantes:

- sólidos y coloides en suspensión
- 30 - aceites, grasas, hidrocarburos, emulsiones
- metales pesados
- reductores de dureza
- 35 - materia orgánica coagulable
- moléculas grandes (descomposición molecular)
- 40 - materiales tóxicos
- sustancias olorosas y coloreadas
- nitrógeno y fósforo totales
- 45 - bacterias, virus y parásitos a eliminar.

Una vez más, las microburbujas se adhieren a los sólidos y grasas en suspensión presentes en las aguas residuales. Un colector extrae las partículas sólidas del agua. Los lodos superficiales se retiran con el colector y se conducen al lugar de tratamiento y procesamiento de los sólidos.

En este paso, la presencia de contaminantes nitrogenados debe haberse reducido en la fracción líquida en las siguientes proporciones aproximadas:

Compuesto	Muestra inicial	Muestra final	Reducción
Nitrato	11,7 mg/l	2,6 mg/l	77,78 %
Nitrito	21,0 mg/l	12,0 mg/l	42,86 %
Nitrógeno TKN	1.118,9 mg/l	59,1 mg/l	94,72 %

- 5 El líquido resultante se redirige al equipo de separación químico-física sólido-líquido para repetir el proceso de coagulación y floculación. Los sólidos se decantan, el lodo o el sobrenadante se envían a peletizar para obtener combustible de biomasa o, si la humedad es excesiva, al separador físico sólido-líquido.
- 10 El sistema de electrocoagulación continua retira la carga orgánica y nitrogenada, y los microorganismos patógenos, reduce el olor, así como la emulsificación de aceites y grasas, y reduce los materiales en suspensión. Todo ello con un alto rendimiento, menos generación de lodos y a un coste menor que los procesos descritos en la técnica.
- 15 La fracción sólida total obtenida es rica en ni atada orgánica y por lo tanto en compuestos de carbono. Representa un combustible con humedad reducida. En la presente invención, se acondiciona en una pella para su mezcla con otras biomásas combustibles, utilizando para este propósito técnicas ampliamente disponibles.
- 20 El uso de biomasa sólida como combustible después del acondicionamiento de sólidos y la retirada de lodos asegure una reducción de las emisiones de metano que se habrían generado en el manejo de estiércol convencional, o mediante cualquier otro tipo de proceso de tratamiento como la biodigestión o el compostaje. El método de la presente invención logra reducir el impacto ambiental del estiércol y otros efluentes y desechos de composición similar, tanta de origen ganadero como agrícola o de procesos de transformación.
- 25

En términos generales, se puede lograr la eliminación de virus, bacterias, parásitos, una reducción del 99% de metales pesados, una reducción del 100% de carbono de metano y una reducción del 80% de nitrógeno, como se representa en el siguiente gráfico:

30

**Por metro cúbico/año de estiércol fresco**

Sólidos totales (ST) en estiércol crudo	6,30%
Fracción sólida de estiércol crudo t/año	0,063
Fracción líquida de estiércol crudo t/año	0,937
Nitrógeno en estiércol crudo	0,60%
Nitrógeno en estiércol crudo t/año	0,006
Humedad de la fracción sólida (separador)	63,79%
Rendimiento del separador (sólidos/total)	60%
Fracción sólida de estiércol separado t/año	0,038
Humedad de la fracción sólida del estiércol separado t/año	0,896
Fracción líquida para tratamiento F/Q t/año	0,067
Nitrógeno en la fracción sólida del estiércol separado (materia seca)	1,52%
Nitrógeno en fracción sólida de estiércol separado t/año	0,001
Nitrógeno en la fracción líquida del estiércol separado	0,61%
Nitrógeno en la fracción líquida del estiércol separado t/año	0,005

5 En la explotación porcina, como ejemplo uno de la presente solicitud de patente, las reducciones de precursores de gases de efecto invernadero representan una reducción drástica en las emisiones de gases de efecto invernadero, superior al 95% frente a la técnica comúnmente utilizada que consiste en la aplicación de lodos en tierras agrícolas.

10 Utilizando la metodología de cálculo para evaluar las emisiones propuestas por la Oficina Española de Cambio Climático para las emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones de ganadería intensiva, expresadas en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, se obtiene el siguiente cuadro de emisiones anuales:

Proceso		Emisiones del escenario base (t CO <sub>2</sub> –eq)	Emisiones de la metodología habitual divulgada (t CO <sub>2</sub> –eq)
Manejo de estiércol en la granja	CH <sub>4</sub>	6.224	0
Manejo de estiércol en la granja	N <sub>2</sub> O	358	0
Uso en cultivos - directo	N <sub>2</sub> O	1093	177
Uso en cultivos - Indirecto	N <sub>2</sub> O	1046	150
Residuos	CH <sub>4</sub>	6224	0
Residuos	CH <sub>4</sub>	0	0
TOTAL		8721	327

**Breve descripción de las figuras**

Figura 1.

5

1. Efluente

2. Acondicionamiento.

10 3. Separación física de sólidos y líquidos

4. Sólidos y líquidos físico-químicos por floculación-coagulación

5. Tratamiento de la electrocoagulación-flotación

15

6. Almacenamiento de líquidos tratados

7. Acondicionamiento de sólidos y lodos como biomasa

20

8. Aditivos

**Descripción detallada de las realizaciones de la invención**

25

Con el fin de mostrar de forma ilustrativa la presente Invención, aunque no de forma restrictiva, se proporcionan algunos ejemplos. Las normas y reglas indicadas están disponibles y son conocidas por el experto en la materia y representan el valor de los estándares más utilizados en los métodos de medición que se enumeran.

Ejemplo 1: Tratamiento de estiércol porcino

30

La composición media fresca del estiércol porcino es:

Parámetro	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio
Sólidos totales (ST)	g/kg	13,7	169	63
DQO	g/kg	8,15	191	73
Nitrógeno total (NTK)	g/kg	2	10,25	6
Nitrógeno amoniacal	g/kg	1,65	8	4,6
Nitrógeno orgánico	g/kg	0,40	3,7	1,5
Fósforo (P)	g/kg	0,09	6,6	1,4
Potasio (K)	g/kg	1,61	7,8	4,9
Cobre (Cu)	mg/kg	9	200	40
Cinc (Zn)	mg/kg	7	130	70

5 Los residuos se acondicionaron en forma de una dilución total de los elementos y compuestos solubles en agua mediante una agitación mecánica. Luego, los sólidos se separaron de los excrementos líquidos para producir dos fracciones diferentes: líquida y sólida. Las fracciones sólidas resultantes tenían las siguientes propiedades y composición:

Humedad	63,79	%m/m
Cenizas	23,33	%m/m máx
Carbono-C	39,87	%m/m máx
Hidrógeno-H	4,78	%m/m máx
Azufre-S	0,30	%m/m máx
Oxígeno-O	30,00	%m/m máx
Nitrógeno-N	1,52	%m/m máx
Cloro-Cl	0,20	%m/m máx
Sodio-Na	0,23	%m/m máx
Potasio-K	0,50	%m/m máx

#### Potencias caloríficas

PCS* en base seca	3.520 kcal/kg
PCS en base húmeda	1.275 kcal/kg

PCI\*\* en base seca 2.314 kcal/kg

PCI en base húmeda 818 kcal/kg

\*PCS Alto poder calorífico

\*\*PCI Bajo poder calorífico

La fracción líquida contenía todos los elementos de nitrato disueltos, tanto sales como gases, y se introdujo en un tanque de tratamiento de floculación-coagulación. Los lodos acumulados en la superficie se extrajeron continuamente mediante un colector. Además, la diferencia de presión  
 5 creada por el impulso de la turbina que se sumergió en el líquido, succionó microburbujas de aire que se distribuyeron por toda la masa líquida. Con el fin de producir una floculación eficiente, poliacrilamida catiónica (DR 2200 y XT343, Derypol) como floculante con pocos cationes y de alto peso molecular. Los lodos en las superficies se retiraron utilizando el colector y se pasaron a un filtro de banda para su prensado, Posteriormente se vertieron conjuntamente los lodos  
 10 derivados de la fase anterior y con el mismo uso. El líquido obtenido se transportó a un sistema completo de electrocoagulación. Las microburbujas se unieron nuevamente a los sólidos y grasas suspendidos que se presentan en las aguas residuales. Aquellos lodos que se formaban en la superficie eran retirados por el colector y transportados al punto de tratamiento y acondicionamiento de sólidos. En este paso, la presencia de contaminantes nitrogenados en la  
 15 fracción líquida se redujo en las siguientes proporciones:

Compuesto	Muestra inicial	Muestra final	Reducción
Nitrato	11,7 mg/l	2,6 mg/l	77,78%
Nitrito	21,0 mg/l	12,0 mg/l	42,86%
Nitrógeno TKN	1.118,9 mg/l	59,1 mg/l	94,72%

El líquido obtenido se transportó luego al equipo de separación físico-química sólido-líquido, donde se repitió el proceso de coagulación y floculación. Los sólidos y lodos decantados y sobrenadantes se peletizaron con el fin de obtener combustibles de biomasa. El efluente líquido  
 20 resultante tenía las siguientes características y composición

Parámetro	Unidad	Valor
DQO	mg/l de O <sub>2</sub>	1.010
Nitrógeno total (NTK)	mg/l	434,3
Fósforo (P)	mg/l	2,11
Potasio (K)	mg/l	404
Cobre (Cu)	mg/l	0,28
Cinc (Zn)	mg/l	2,67

## REIVINDICACIONES

1. Proceso de tratamiento de estiércol, que comprende las siguientes etapas:

5 (A) separación física sólido-líquido (3) de un afluente líquido (1) que contiene estiércol, para generar una fracción sólida y una líquida;

(B) separación físico-química de la fracción líquida obtenida en la etapa (A), para obtener una fracción sólida y una líquida, en donde dicha separación físico-química (4) comprende un proceso  
10 de floculación y coagulación mediante el cual las partículas presentes en la fracción líquida de la etapa (A) se aglomeran y luego precipitan, para obtener una fracción sólida y una líquida;

(C) electrocoagulación-flotación (5) de la fracción líquida obtenida en la etapa (B), para obtener una fracción sólida y una líquida; y  
15

(D) peletización de las fracciones de sólidos obtenidas en las etapas (A) y (B) y (C), caracterizado porque:

la etapa (B) comprende  
20

un proceso de floculación con la inclusión de aditivos floculantes catiónicos de cationicidad entre 1% y 30%, y peso molecular de  $10 \cdot 10^6$  Da a  $1000 \cdot 10^6$  Da, obteniendo una fracción sólida y líquida; y una etapa de coagulación que funciona con un sistema de flotación de aire disuelto que incluye un difusor de turbina sumergido en el líquido a tratar que succiona las microburbujas de aire que se distribuyeron a través de la masa líquida;  
25

la etapa (B) se realiza en un tanque de tratamiento de floculación-coagulación;

30 el líquido obtenido en la etapa (C) se dirige a la etapa (B); y

la etapa (D) de peletización de las fracciones sólidas obtenidas en las etapas (A), (B) y (C) se lleva a cabo en presencia de materiales lignocelulósicos, en donde dicha fracción sólida de la etapa (B) comprende lodo acumulado en la superficie que se retira mediante un colector y se lleva a un filtro de pasada banda o sistema similar para proceder al prensado, para descargarse con el mismo uso que las fracciones sólidas obtenidas en la etapa anterior.  
35

2. El proceso según la reivindicación 1, que comprende una etapa de acondicionamiento anterior a la etapa (A) en la que se añade agua al afluente Introducido en la etapa (A) para proporcionar suficiente humedad que facilite su transferencia y se realiza un proceso de homogeneización por media de un agitador para evitar la estratificación.  
40

3. El proceso según la reivindicación 1, en donde dicha electrocoagulación de la etapa (C) se lleva a cabo en presencia de iones  $Al^{3+}$  o iones  $Fe^{(2+/3+)}$ .  
45

4. El procesa según la reivindicación 1, en donde dichos aditivos floculantes catiónicos comprenden poliacrilamidas.

