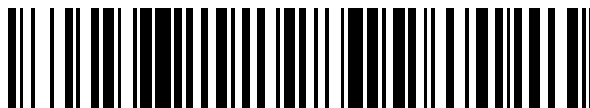


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 090**

21 Número de solicitud: 201430208

51 Int. Cl.:

**C05G 3/00** (2006.01)

**C05D 3/02** (2006.01)

**C05F 3/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**18.02.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**21.03.2014**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA  
(100.0%)**

**Ed. "La Milagrosa" Plaza Cronista Isidoro  
Valverde, s/n  
30202 Cartagena (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

**ACOSTA AVILÉS, José Alberto;  
FAZ CANO, Ángel;  
GÓMEZ GARRIDO, Melisa;  
GÓMEZ LÓPEZ, María Dolores;  
MARTÍNEZ MARTÍNEZ, Silvia y  
ZORNOZA BELMONTE, Raúl**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

54 Título: **Composición para la rehabilitación de suelos**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a una composición para la rehabilitación de suelos que comprende, polvo de roca calcárea y/o marmórea y purines compostados, al procedimiento de preparación de dicha composición y al uso de dicha composición como enmienda organoalcalina.

**ES 2 450 090 A1**

## DESCRIPCIÓN

Composición para la rehabilitación de suelos

### Campo de la invención

5 La presente invención se encuadra en general en el sector de la biorremediación de suelos degradados y en particular, se refiere a una enmienda organoalcalina para la rehabilitación de suelos.

### Estado de la técnica

10 El suelo es un componente del entorno, y constituye uno de los recursos naturales más importantes. El uso adecuado de este recurso es esencial para el desarrollo sostenible y la alimentación de la población mundial creciente. El suelo proporciona el medio físico para el desarrollo de los seres vivos, nutrientes para el crecimiento de las plantas que son esenciales para la nutrición animal y humana, constituye un medio para el reciclado y detoxificación de sustancias orgánicas, así como el reciclado de gases y nutrientes, y actúa como fuente de materias primas. Sin embargo, a nivel mundial, está teniendo lugar una degradación de los suelos como consecuencia de la eliminación de la materia orgánica, salinización, acidificación, desequilibrios nutricionales y contaminación, que comprometen el correcto desarrollo de sus funciones. Cada vez hay mayor reconocimiento e interés a nivel internacional en desarrollar metodologías y productos para controlar la degradación, y mantener y rehabilitar la calidad del suelo.

15 Las técnicas más frecuentemente utilizadas, por ejemplo, para la remediación de suelos ácidos contaminados por metales pesados han sido el transporte a vertederos tóxicos, el encapsulado, la adición de suelo externo, el encalado y el lavado del suelo. No obstante, los tratamientos de remediación y rehabilitación in-situ están ganando mayor aceptación en los últimos años.

20 La aplicación de enmiendas ha sido un procedimiento altamente empleado para la rehabilitación de suelos degradados, empleando materiales que neutralicen la acidez e inmovilicen elementos tóxicos, o que aporten materia orgánica y nutrientes para la mejora de la estructura y fertilidad del suelo.

25 Una enmienda orgánica es una fuente de materia orgánica y nutrientes esenciales que promueve el desarrollo de la estructura del suelo, mejora la fertilidad del suelo, y activa las comunidades microbianas que regulan los ciclos biogeoquímicos.

30 Hay mucha documentación disponible acerca del uso de enmiendas orgánicas y alcalinas para la rehabilitación de suelos degradados. Hay muchos agentes neutralizadores disponibles para incrementar el pH del suelo a niveles aceptables y neutralizar la acidez e inmovilizar metales pesados. Los agentes alcalinos mayoritariamente utilizados son las cenizas volantes, lodo rojo de bauxita, yeso, residuos del quemado y secado de cal y cemento, y roca caliza o marmórea.

35 Las patentes ES2305367, ES2340905, describen distintos tipos de enmiendas para rehabilitar suelos, no obstante, existe la necesidad de proporcionar una composición para la rehabilitación de suelos que sea efectiva y específica para el suelo a rehabilitar y que además, proporcione una solución a la gestión de los residuos procedentes de otras industrias.

### Descripción de la invención

La presente invención soluciona los problemas descritos en el estado de la técnica ya que se proporciona un producto natural para rehabilitar suelos degradados, preferentemente afectados por acidez y altas concentraciones de metales pesados y metaloides en su fracción biodisponible, y bajo contenido en materia orgánica y nutrientes.

40 Así pues, en un primer aspecto la presente invención se refiere a una composición (de aquí en adelante, composición de la presente invención) para la rehabilitación de suelos que comprende:

- polvo de roca calcárea y/o marmórea
- purines compostados

45 donde el polvo de roca presenta un tamaño de partícula comprendido entre 5-10  $\mu\text{m}$ , un pH de entre 7.5-8.5, entre un 1-4% de humedad y los purines compostados presentan un tamaño de partícula comprendido entre 8-12  $\mu\text{m}$ , un pH de entre 7-8.5, una humedad comprendida entre 8-15% y una relación C/N comprendida entre 10-15.

En la presente invención por purin se entiende como el líquido formado por las orinas de los animales y lo que rezuma del estiércol. El compost de los purines se preparó según las técnicas conocidas en la materia, por ejemplo,

en celdas con aireación forzada o en pilas volteadas periódicamente, a partir de la fase sólida de purín de cerdo de cebo separada de la fase líquida tras un separador de fases.

En la presente invención por polvo de roca calcárea y/o marmórea se entiende como cualquier residuo del proceso de extracción y procesado de roca calcárea o marmórea que actúe como fuente de carbonato cálcico.

- 5 En una realización particular, la composición de la presente invención presenta un contenido de polvo de roca entre 10-25 kg/m<sup>2</sup> de suelo.

En una realización particular, la composición de la presente invención presenta, un contenido de carbono orgánico comprendido entre 600-1000 g / m<sup>2</sup> de suelo.

- 10 En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la preparación de la composición de la presente invención que comprende las siguientes etapas:

a) determinar el contenido de carbono orgánico de los purines compostados

b) añadir una cantidad de purines para que la composición final comprenda un contenido en carbono orgánico de 600-1000 g/m<sup>2</sup> suelo,

c) determinar la acidez potencial del suelo a rehabilitar

- 15 d) añadir una cantidad de residuo de roca de 10-25 kg/m<sup>2</sup> suelo,

e) homogeneizar los productos de la etapa b y la etapa c.

En otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para la rehabilitación de suelos, en particular, para la reahabilitación de residuos mineros que comprende aplicar al suelo la composición de la presente invención.

- 20 En una realización particular, la composición de la presente invención, se realiza a una profundidad comprendida entre 40-60 cm.

En otro aspecto, la presente invención se refiere al uso de la composición de la presente invención, como enmienda organoalcalina.

En la presente invención, por enmienda organoalcalina, se entiende el efecto de la aplicación a los suelos de residuos vegetales, animales y/o minerales sobre las propiedades físico-químicas del mismo.

- 25 El producto resultante de la correcta homogenización de los compuestos anteriores (residuo de la extracción en cantera o el procesado de roca caliza o marmórea y purín de cerdo compostado) constituye la enmienda organoalcalina de la invención. La enmienda organoalcalina así obtenida es una mezcla de carbonato cálcico, materia orgánica estabilizada, macronutrientes y oligoelementos.

### **Descripción detallada de la invención**

- 30 La composición de la invención es adecuada preferentemente para la rehabilitación de suelos ácidos contaminados por metales pesados y metaloides tóxicos, tales como el cadmio, el plomo, el cromo, el zinc, el cobre o el arsénico. El residuo de extracción y procesado de roca calcárea o marmórea, una vez incorporado en el suelo, va a contribuir a neutralizar la acidez e inmovilizar los metales pesados y metaloides por precipitación o coprecipitación con iones carbonato, mejorando a su vez la estructura del suelo. Además, la aplicación de este compuesto favorece el desplazamiento del aluminio del complejo de cambio del suelo y la polimerización de oxi-hidróxidos de aluminio que tienen gran capacidad de retener metales pesados. Por otro lado, el purín de cerdo actúa como fuente de materia orgánica y nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro, manganeso, cobre y zinc). Con la aplicación de este subproducto se consigue mejorar la estructura del suelo, enriquecerlo en nutrientes y favorecer el desarrollo de comunidades microbianas y el establecimiento de la vegetación.

- 40 Se seleccionó un depósito minero de lodos de flotación con presencia de sulfuros y altas concentraciones de metales pesados y metaloides. El rango de concentraciones de metales era de 1246-2048 mg kg<sup>-1</sup> para el plomo, 829-5899 mg kg<sup>-1</sup> para el zinc, y 0.73-6.65 mg kg<sup>-1</sup> para el cadmio. Debido a la alta biodisponibilidad y solubilidad de los metales pesados y metaloides, la acidez (pH = 2,9), y el bajo contenido en materia orgánica y nutrientes, este depósito se encontraba totalmente desprovisto de vegetación.

- 45 Se estableció una profundidad de aplicación de la enmienda organoalcalina en el terreno de 50 cm. El residuo de extracción de roca calcárea procedió de una cantera de piedra natural calcárea, donde llevaron a cabo el secado y triturado del residuo para conseguir un subproducto sólido con un tamaño de partícula de 5-10 µm.

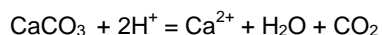
El compost se preparó a partir de la fase sólida de purín de cerdo de cebo separada de la fase líquida tras un separador de fases, mediante pilas volteadas periódicamente, donde se controló el nivel de humedad en torno al 50%, hasta que se alcanzó la maduración y se dejó secar al aire libre. A continuación se procedió al triturado para obtener un tamaño de partículas inferior a 10 mm.

- 5 Para preparar la composición para la rehabilitación del suelo, lo primero que se hizo fue determinar el contenido en carbono orgánico del purín de cerdo compostado, en este caso fue de  $171 \text{ g kg}^{-1}$ . Por tanto, para aplicar  $700 \text{ g}$  de carbono orgánico por metro cuadrado de terreno se necesitaron  $4,1 \text{ kg m}^{-2}$  de purín de cerdo compostado.

- 10 La enmienda composición para la rehabilitación debe presentar una cantidad de residuo de roca calcárea o marmórea suficiente para llevar el pH potencial del suelo ácido a un valor final de 7. Para ello, se tomó una muestra representativa de suelo y se calculó el contenido total de sulfuros para estimar la acidez potencial del terreno. El contenido el sulfuros en este terreno fue de 0,25%. A continuación se estimó la cantidad de protones ( $\text{H}^+$ ) generados por la oxidación total de los sulfuros:

$$\text{mol H}^+ \text{ t}^{-1} = \%S * \frac{1 \text{ mol S}}{32,066 \text{ g S}} * \frac{2 \text{ mol H}^+}{1 \text{ mol S}} * \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} = \% S * 627,7$$

- 15 La cantidad de carbonato cálcico necesario se calculó sabiendo que cada mol de carbonato cálcico neutraliza dos moles de  $\text{H}^+$ :



$$\text{kg CaCO}_3 \text{ t}^{-1} = \text{mol H}^+ \text{ t}^{-1} * \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{2 \text{ mol H}^+} * \frac{100,087 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = \text{mol H}^+ \text{ t}^{-1} * 0,05$$

- 20 Teniendo en cuenta que la pureza del residuo del proceso de extracción de roca caliza empleado es del 99% en carbonato cálcico, que la densidad aparente del terreno es de  $1300 \text{ kg m}^{-3}$ , y que el factor de seguridad seleccionado para asegurar residuo de roca marmórea remanente en el suelo es de 2 (se aplica el doble de la cantidad teórica necesaria), la cantidad de residuo de extracción de roca calcárea a aplicar en este depósito minero fue de  $10 \text{ kg m}^{-2}$ . El residuo de extracción de roca calcárea procedió de una cantera de piedra natural calcárea, donde llevaron a cabo el secado y triturado del residuo para conseguir un subproducto sólido con un tamaño de partícula de 5-10  $\mu\text{m}$ .

- 25 Una vez realizados los cálculos se procedió a homogenizar ambos compuestos, de manera que éstos se mezclaron en una proporción de:

- Residuo de extracción de roca calcárea: 62%
- Purín de cerdo compostado: 38%

La enmienda organoalcalina así obtenida fue una mezcla de carbonato cálcico, materia orgánica estabilizada, macronutrientes y oligoelementos. Su composición fue:

pH	8,4
Conductividad eléctrica ( $\text{dS m}^{-1}$ )	5,24
$\text{CaCO}_3$ (%)	61
Humedad (%)	4,42
Carbono orgánico ( $\text{g kg}^{-1}$ )	64,9
Nitrógeno ( $\text{g kg}^{-1}$ )	5,2
C/N	12
Cu intercambiable ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	60
Zn intercambiable ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	278
P asimilable ( $\text{g kg}^{-1}$ )	3,66

## ES 2 450 090 A1

Ca intercambiable (g kg <sup>-1</sup> )	1,68
Mg intercambiable (mg kg <sup>-1</sup> )	520
Na intercambiable (g kg <sup>-1</sup> )	1,67
K intercambiable (g kg <sup>-1</sup> )	5,99

Una vez obtenida la enmienda organoalcalina, se procedió a su aplicación en el terreno, e incorporación hasta 50 cm de profundidad, manteniendo una dosis de 10 kg m<sup>-2</sup> de enmienda organoalcalina, de acuerdo a los cálculos efectuados en función de la cantidad de carbonato cálcico necesario para neutralizar la acidez potencial del suelo.

- 5 Para evaluar la efectividad de la enmienda, se llevó a cabo un muestreo del suelo justo antes de la aplicación, y seis meses después de la aplicación. Como se puede observar en la siguiente tabla, la composición de la presente invención incrementó el pH del suelo, incrementó la estabilidad de agregados (indicador de mejora de la estructura), redujo en más de un 90% la biodisponibilidad del cadmio, plomo y zinc, e incrementó el contenido de carbono orgánico y nutrientes:

	Antes de aplicación	6 meses tras aplicación
pH	2,9	6,9
Agregados estables (%)	7,8	14,0
Carbono orgánico (g kg <sup>-1</sup> )	1,40	4,35
Nitrógeno total (g kg <sup>-1</sup> )	0,35	0,75
Fósforo asimilable (mg kg <sup>-1</sup> )	0,50	12,06
Potasio asimilable (cmol kg <sup>-1</sup> )	0,09	0,34
Cd intercambiable (mg kg <sup>-1</sup> )	0,40	0,03
Pb intercambiable (mg kg <sup>-1</sup> )	2,02	0,05
Zn intercambiable (mg kg <sup>-1</sup> )	107,28	1,00

10

Por tanto, el uso de la composición de la presente invención como enmienda organoalcalina consiguió un incremento de la calidad del suelo, con reducción de riesgos ambientales al minimizar la biodisponibilidad de elementos traza tóxicos.

**REIVINDICACIONES**

1. Composición para la rehabilitación de suelos que comprende:
  - polvo de roca calcárea y/o marmórea
  - purines compostados
- 5 caracterizado por que el polvo de roca presenta un tamaño de partícula comprendido entre 5-10  $\mu\text{m}$ , un pH de entre 7.5-8.5, entre un 1-4% de humedad y los purines compostados presentan un tamaño de partícula comprendido entre 8-12 mm, un pH de entre 7-8.5, una humedad comprendida entre 8-15% y una relación C/N comprendida entre 10-15.
- 10 2. Composición según la reivindicación 1, caracterizada por que comprende un contenido de polvo de roca entre 10-25  $\text{kg}/\text{m}^2$  de suelo.
3. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende entre 600-1000 g de carbono orgánico/  $\text{m}^2$  de suelo.
4. Procedimiento para la preparación de una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1-3 caracterizada por que comprende las siguientes etapas:
  - 15 a) determinar el el contenido de carbono orgánico de los purines compostados
  - b) añadir una cantidad de purines compostados para que la composición final comprenda un contenido en carbono orgánico de 600-1000  $\text{g}/\text{m}^2$  suelo,
  - c) determinar la acidez potencial del suelo a rehabilitar
  - d) añadir una cantidad de residuo de roca de 10-25  $\text{kg}/\text{m}^2$  suelo,
  - 20 e) homogeneizar los productos de la etapa b y la etapa c.
5. Procedimiento para la rehabilitación de residuos mineros caracterizado por que comprende aplicar al suelo una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1-3.
6. Procedimiento según la reivindicación 5 caracterizado por que la aplicación de la composición se realiza a una profundidad de 40-60 cm
- 25 7. Uso de una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, como enmienda organoalcalina.



②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201430208

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 18.02.2014

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 0936204 A1 (SCHMIDT GMBH & CO KG BIOKOMPOS) 18.08.1999, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE, reivindicaciones 1,4; párrafos [0001],[0013].	1-7
X	US 2009241624 A1 (AUDET JACQUES) 01.10.2009, Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE, reivindicaciones 1,3,7,8,24,26.	1-4,7
A	US 2006021407 A1 (POUDRETTE FLORIAN et al.) 02.02.2006, todo el documento.	1-4,7
A	FR 2905373 A1 (PIGEON ET CIE SNC) 07.03.2008, todo el documento.	1-4,7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
13.03.2014

Examinador  
M. L. Serriñá Ramírez

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C05G3/00** (2006.01)

**C05D3/02** (2006.01)

**C05F3/00** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C05G, C05D, C05F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, Bases de datos de texto completo en inglés del sistema X-FULL



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.03.2014

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-7	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 0936204 A1 (SCHMIDT GMBH & CO KG BIODKOMPOS)	18.08.1999
D02	US 2009241624 A1 (AUDET JACQUES)	01.10.2009
D03	US 2006021407 A1 (POUDRETTE FLORIAN et al.)	02.02.2006
D04	FR 2905373 A1 (PIGEON ET CIE SNC)	07.03.2008

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración****Reivindicaciones 1-3: Composición para rehabilitación de suelos**

Ninguno de los documentos citados describe una composición para la rehabilitación de suelos constituida por polvo de roca calcárea y purines compostados, caracterizada por todos los parámetros citados en la reivindicación 1, por lo tanto la reivindicación 1 es nueva (art. 6.1 LP).

El documento D1 (véanse resumen de WPI, reivindicaciones 1 y 4) se considera el estado de la técnica más próximo en relación con la reivindicación 1. La diferencia de la reivindicación 1 respecto a D1 radica exclusivamente en los parámetros específicos de tamaño, pH humedad y relación de C/N de la composición. Sin embargo, de la lectura de la memoria se deduce que dichos parámetros se determinaron experimentalmente en función de los valores finales a obtener para el pH, cantidad de carbono, etc. Si bien dichas determinaciones experimentales pueden ser laboriosas, se considera que carecen de actividad inventiva, ya que cualquier experto en la materia, a la vista de D1 podría alcanzar el resultado de la invención con una probabilidad de éxito razonable. Igualmente, partiendo de D2 también se puede hacer el mismo razonamiento. Además, en la reivindicación 24 de D2 se especifica una relación de C/N de 1-13, que incluiría la especificada en la reivindicación 1, sin que se demuestre que dicha diferencia de intervalos presente ninguna ventaja añadida.

Las reivindicaciones dependientes 2-3 constituyen simples modos de realización de la invención, sin que aparezca descrito ningún efecto sorprendente asociado a ninguno de los parámetros descritos. Por tanto, las reivindicaciones 2-3 carecen igualmente de actividad inventiva, según el art. 8.1 LP.

**Reivindicaciones 4-7: Procedimiento para la preparación de la composición**

El procedimiento de obtención de la composición descrita se basa meramente en determinar mediante experimentación las cantidades adecuadas de cada componente para obtener las cantidades de carbono o acidez final deseadas, por lo que el experto en la materia podría llegar al procedimiento propuesto sin emplear un esfuerzo inventivo considerable. Por tanto, el procedimiento descrito en la reivindicación 4 carece de actividad inventiva, según el art. 8.1 LP.

La aplicación para la rehabilitación de residuos mineros de la reivindicación 5 se divulga en D1, donde se utiliza una composición análoga a la de la invención para evitar la lixiviación de metales pesados al medio ambiente (véanse párrafos [0001] y [0013]). Consecuentemente, la reivindicación 5 carece de actividad inventiva, según el art. 8.1 LP. La reivindicación 6 se refiere a una posible realización de la reivindicación anterior, sin que existan datos experimentales que asocien la aplicación a la profundidad descrita con ningún efecto técnico específico, por lo que la reivindicación 6 carece igualmente de actividad inventiva según el art. 8.1 LP.

Por último, el uso como enmienda organoalcalina se divulga en D1 (párrafos [0001] y [00013]) y D2 (resumen de WPI, reivindicación 1). Consecuentemente, dichas reivindicaciones carecen de actividad inventiva según el art. 8.1 LP.