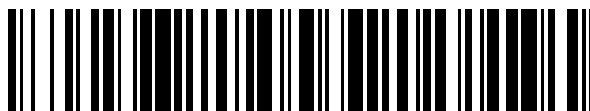


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 972**

51 Int. Cl.:

B09B 3/00 (2006.01)

B09B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2013 PCT/GB2013/050115**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2013 WO13108041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2013 E 13702092 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2804703**

54 Título: **Proceso y método para el tratamiento de materiales, materiales así obtenidos y usos de estos materiales**

30 Prioridad:

19.01.2012 GB 201200877

15.02.2012 GB 201202621

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

30.10.2018

73 Titular/es:

POWER MINERALS LIMITED (100.0%)

**Wrens Court, 46 South Parade, Sutton Coldfield,
Birmingham**

West Midlands B72 1QY, GB

72 Inventor/es:

DRURY, LES;

GAY, MIKE y

CARSON, JOHN WILLIAM

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 687 972 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).

DESCRIPCION

Proceso y método para el tratamiento de materiales, materiales así obtenidos y usos de estos materiales

5 La presente invención se refiere a procesos para el tratamiento de material contaminado y a productos obtenidos por tales procesos y a su uso como fertilizante.

10 Es un problema conocido que los materiales pueden contener contaminantes como componentes tóxicos que reducen la utilidad de esos materiales y/o presentan un riesgo para el medio ambiente y/o la salud. Por tanto, hay un deseo de tratar materiales contaminados para eliminar contaminantes y/o hacer que los materiales sean seguros y/o útiles.

15 Hay sustancias tóxicas que pueden estar presentes en la quema de leña y cenizas de centrales eléctricas de biomasa, cenizas co-combustionadas, polvo/partículas finas de hornos de cemento, polvo/partículas finas de hornos de cal, cenizas de incineradoras urbanas (o municipales) de residuos, residuos de comida calcinada, residuos animales calcinados, lodos de aguas residuales calcinadas, cenizas de papel, ceniza de combustibles derivados de residuos (RDF), ceniza de combustibles recuperados especificados (SRF) que pueden derivarse de un material principal único que se calcina, la co-combustión de combinaciones de materiales principales, contaminantes en los mismos o del combustible usado para alimentar el proceso de calcinación. Digestatos, por ejemplo, digestatos anaeróbicos, aeróbicos, enzimáticos, químicos e hidrolíticos que surgen de residuos de alimentos agrícolas, humanos, residuos industriales y municipales, así como residuos animales, residuos de procesamiento de animales o estos materiales en sí mismos, pueden contener también amplias gamas de contaminantes orgánicos que pueden ser perjudiciales si tales materiales se aplican a las tierras de cultivo agrícola, que es la práctica actual en muchas naciones avanzadas.

25 Como consecuencia de la presencia de contaminantes orgánicos y/o sustancias tóxicas contenidas en los materiales contaminados, su utilidad para la humanidad se está volviendo cada vez más limitada. Los restos de las cenizas de los procesos de calcinación tienen que estar llenos de tierra o, incluso en algunos casos, deben usarse métodos mucho más costosos, como el aislamiento, lo que da como resultado una eliminación costosa. Con los digestatos, lechadas y similares, como se ha descrito anteriormente, existe la preocupación de que la aplicación de la tierra podría provocar la contaminación de cultivos y/o de los animales de granja. Por esta razón, muchos países avanzados han introducido límites estrictos a la aplicación en la tierra de tales materiales, mientras que otros países han prohibido la aplicación de algunas lechadas derivadas de aguas residuales a tierras cultivadas; gran parte de esto está impulsado por la legislación.

35 Muchos de estos sistemas de eliminación de cenizas tóxicas caros, como el vertedero delimitado, han sido ampliamente estudiados con miras a una reducción de costes. Sin embargo, hasta la fecha no se ha encontrado un método satisfactorio más barato. Además, existe la preocupación de que incluso los costosos sistemas de disposición actuales constituyan una amenaza futura de contaminación del suelo residual. Ciertamente, hay evidencia de lixiviación de sustancias tóxicas de sitios de relleno de tierra antiguos que contienen tales cenizas tóxicas.

45 Con los digestatos, lechadas y residuos, sigue habiendo un considerable interés comercial en la utilización de estos materiales debido a su contenido de nitrógeno, fosfato y potasa. Estos materiales pueden concentrarse mediante varias técnicas de eliminación de agua y en su forma concentrada se parecen a fertilizantes agrícolas solubles en agua y/o promotores de crecimiento que pueden estar disponibles a una fracción del costo de tales análogos químicos sintéticos. Sin embargo, nuevamente con algunos de estos materiales existen problemas y limitaciones en su aplicación a la tierra debido a los materiales tóxicos que contienen, por lo que su utilidad actual es limitada.

50 La Solicitud de Patente Japonesa 2005/058974 describe un método para eliminar las dioxinas de las cenizas de incineración. El proceso implica tratar primero las cenizas con un ácido (como ácido sulfúrico o fosfórico) y luego tratar esta mezcla con propan-2-ol en un ambiente alcalino con un catalizador de activación de hidrógeno (como paladio) para reducir químicamente las dioxinas. La ceniza de la incineración se mezcla con el ácido durante 3 horas antes de la adición de los agentes reductores. La mezcla se somete luego a las condiciones de reducción durante 8 horas.

60 La Solicitud de Patente del Reino Unido 1510790 describe un proceso para la eliminación de saponinas de materiales vegetales en la preparación de alimentos para animales. Las saponinas se hidrolizan con ácido antes de ser neutralizadas mediante la adición de un álcali. La mezcla resultante se seca luego para formar alimento para animales.

65 El documento de Solicitud de Patente Japonesa 2008/272585 describe procesos para la eliminación de metales pesados y compuestos orgánicos clorados de suelos. El proceso implica tratar el suelo con un ácido, un alcalino y un fotosensibilizador junto con peróxido de hidrógeno como un agente reductor. El peróxido de hidrógeno

reduce los iones metálicos de alta valencia (por ejemplo, Cr(VI)).

La Solicitud de Patente Japonesa 2011/072917 describe un método para tratar material de residuos que contiene amianto. El material de residuo se trata primero con un ácido mineral, luego una solución que contiene una fuente de fluoruro y finalmente con un álcali.

La Solicitud de Patente Japonesa 2002/233858 describe un método para eliminar metales pesados de suelo contaminado. El método incluye añadir sales de hierro/aluminio en una solución ácida al suelo contaminado y luego añadir un hidróxido para precipitar los iones de metales pesados.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un proceso económico y mejorado para la desintoxicación de una gama de materiales contaminados, por ejemplo digestatos, lechadas, residuos animales, residuos de alimentos humanos, residuos municipales, residuos animales y aguas residuales, cenizas derivadas de cualquiera de los materiales anteriores, cenizas de hornos y otros materiales calcinados; el proceso produciendo una gama de materiales útiles, por ejemplo productos fertilizantes agrícolas o materiales de construcción, en lugar de llevar a la eliminación de estos materiales en o un vertedero o de una manera estrictamente limitada en terrenos no cultivados.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un proceso económico y mejorado para la desintoxicación de gamas de cenizas de hornos industriales contaminadas de otra manera, de tal manera que las cenizas tratadas mediante el procedimiento de la presente invención puedan usarse ventajosamente en industrias de cal agrícola, fertilizantes y promotores del crecimiento, en lugar de tener que ser eliminadas, por ejemplo, en un vertedero controlado.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un proceso económico para la desintoxicación de digestatos y lechadas contaminadas de otra manera, derivados de residuos alimenticios humanos, residuos animales y aguas residuales. Los digestatos tratados, ya sea en forma diluida o concentrada se pueden usar ventajosamente en las industrias de la cal agrícola, fertilizantes y promotores del crecimiento, sin el peligro anteriormente planteado por los contaminantes orgánicos presentes en los digestatos y lechadas no tratados.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la desintoxicación de material contaminado que comprende cenizas de hornos industriales y digestatos y la preparación de un fertilizante a partir de los mismos, el proceso comprendiendo:

- (i) tratar el material contaminado con una composición ácida;
- (ii) tratar la mezcla resultante con una composición alcalina; y
- (iii) granular la mezcla.

El material contaminado puede comprender además cualquiera o una combinación de polvos del procesamiento de minerales, lechadas, subproductos de la industria del curtido, material derivado de animales y material derivado de plantas. Los digestatos adecuados pueden ser digestatos anaeróbicos.

El material contaminado puede comprender material que contiene uno o más componentes tóxicos como el contaminante de dicho material contaminado.

Las cenizas de hornos industriales adecuadas pueden incluir:

1. Cenizas de centrales eléctricas que queman maderas forestales;
2. Cenizas de centrales eléctricas que queman madera recuperada;
3. Cenizas de la centrales eléctricas que queman cultivos de biomasa;
4. Cenizas de centrales eléctricas de co-calcinación (carbón más madera/biomasa);
5. Cenizas de hornos de leña;
6. Cenizas de centrales eléctricas que queman carbón pulverizado;
7. Cenizas de centrales eléctricas que queman carbón pulverizado encalado;
8. Cenizas de hornos de cemento, cocidas con combustibles recuperados, residuales y derivados de residuos;
9. Cal y cenizas de hornos de cal de magnesio, cocidas con combustibles recuperados, residuales y derivados de residuos;
10. Cenizas de residuos de la industria alimenticia;
11. Cenizas de residuos de animales, aves y peces;
12. Cenizas de los lodos residuales;
13. Cenizas de lechadas agrícolas;
14. Cenizas de residuos urbanos (o municipales) incineradas.

15. Cenizas de residuos de la industria alimentaria calcinados;
16. Cenizas de residuos de animales, aves y peces calcinados;
17. Cenizas de lodos residuales calcinados; y/o
18. Cenizas de lechadas agrícolas calcinadas.

5 El proceso puede comprender desintoxicar un material contaminado. El proceso puede comprender eliminar contaminantes tóxicos de un material contaminado.

10 Otras cenizas industriales adecuadas pueden incluir cenizas derivadas de la combustión de materiales orgánicos, por ejemplo:

- a. Cenizas de centrales eléctricas de combustión de biomasa;
- b. Cenizas de la combustión del lodo de aguas residuales;
- 15 c. Cenizas de la combustión de los residuos municipales; y/o
- d. Cenizas de la co-combustión.

Los polvos de procesamiento de minerales adecuados incluyen polvo de hornos de cemento, polvo de hornos de cal y polvo de hornos de cal de magnesio.

20 Se sabe que hay entidades tóxicas presentes en las cenizas de los hornos industriales.

Se sabe que hay entidades tóxicas presentes en los subproductos de la industria del curtido, por ejemplo, las especies de metales de transición. Los iones de cromo pueden estar presentes en subproductos de la industria del curtido.

25 La presente invención puede proporcionar adecuadamente un proceso para que las cenizas de hornos se desintoxiquen.

30 Los digestatos adecuados pueden incluir digestatos derivados de la industria de fabricación de alimentos humanos y concentrados de los mismos, por ejemplo:

- a. Residuos generales de fábricas de alimentos;
- b. Residuos generales de alimentos;
- 35 c. Residuos de matadero;
- d. Residuos de procesamiento de pescado; y/o
- e. Residuos de procesamiento de aves de corral.

40 Los digestatos adecuados pueden incluir digestatos derivados de la industria de cría de animales y concentrados de los mismos, por ejemplo:

- a. Lechada de vaca;
- b. Lechada de cerdo; y/o
- c. Detritus avícola.

45 Los digestatos adecuados pueden incluir digestatos derivados de la industria de procesamiento de aguas residuales y lechadas y concentrados tratados aeróbicamente.

50 Los digestatos adecuados pueden ser digestatos anaeróbicos. Los digestatos anaeróbicos adecuados pueden derivarse de la industria de fabricación de alimentos humanos, la industria de cría de animales y la industria de procesamiento de aguas residuales como se ha descrito anteriormente.

Las lechadas adecuadas pueden incluir lechadas derivadas de la industria de cría de animales, por ejemplo:

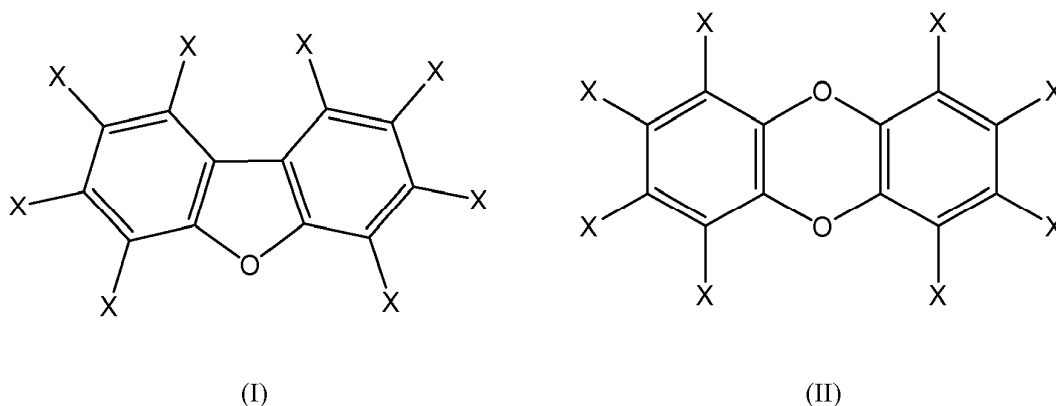
- 55 a. Lechada de vaca;
- b. Lechada de cerdo; y/o
- c. Detritus avícola.

60 Las lechadas adecuadas pueden incluir lechadas y concentrados derivados de la industria de procesamiento de aguas residuales.

El material contaminado puede comprender uno o más contaminantes seleccionados de compuestos cíclicos halogenados, esteroides, hormonas y especies de metales de transición.

65 Adecuadamente, el material contaminado comprende compuestos cíclicos halogenados. Adecuadamente,

el material contaminado comprende compuestos heterocíclicos halogenados. Por ejemplo, dibenzofuranos y dibenzodioxinas policlorados. Estas son moléculas de fórmula (I) o (II) a continuación en las que cada X puede ser independientemente cloro o hidrógeno. Adecuadamente, la molécula contiene por lo menos 4 sustituyentes de cloro.



20 El material contaminado puede comprender cualquiera o una combinación de los compuestos de fórmulas (I) o (II), por ejemplo:

25 Di benzo furanos policlorados, por ejemplo:

2378 Tetra Cloro Dibenzo Furano
 12378 Penta Cloro Dibenzo Furano
 23478 Penta Cloro Dibenzo Furano
 123478 Hexa Cloro Dibenzo Furano
 123678 Hexa Cloro Dibenzo Furano
 234678 Hexa Cloro Dibenzo Furano
 123789 Hexa Cloro Dibenzo Furano
 1234678 Hepta Cloro Dibenzo Furano
 1234789 Hepta Cloro Dibenzo Furano
 35 Octa Cloro Dibenzo Furano

40 Di benzo dioxinas policloradas, por ejemplo:

2378 Tetra Cloro Dibenzo Dioxina
 12378 Penta Cloro Dibenzo Dioxina
 123478 Hexa Cloro Dibenzo Dioxina
 123678 Hexa Cloro Dibenzo Dioxina
 123789 Hexa Cloro Dibenzo Dioxina
 1234678 Hepta Cloro Dibenzo Dioxina
 45 Octa Cloro Dibenzo Dioxina

El material contaminado puede comprender uno cualquiera de más de:

50 Surfactantes; Bifenilos policlorados; filtros de UV; productos de degradación de filtros UV; hidrocarburos aromáticos policíclicos; fragancias; productos de degradación de fragancias; fungicidas agrícolas; Imazalil; Tiabendazol;
 herbicidas agrícolas; Oxediazon;
 insecticidas agrícolas; Propoxur;
 55 ftalatos; di(2-etilhexil)ftalato, hormonas; productos de la degradación de hormonas; nonilfenol; productos químicos industriales; productos de degradación de detergentes;
 parafinas cloradas; por ejemplo, C₁₀ a C₁₃ y C₁₄ a C₁₇, productos de caucho y plástico; sustancias de alquilo perfluoradas; antibióticos; y productos de degradación de antibióticos.

60 Las especies de metales de transición adecuadas incluyen iones de cromo y compuestos que comprenden cromo. El material contaminado puede comprender cromo en forma hexavalente.

Pueden prepararse mezclas preferidas adecuadas de materiales contaminados antes del tratamiento. Estas pueden seleccionarse para proporcionar propiedades ventajosas.

65 El paso (i) comprende tratar el material contaminado con una composición ácida. Preferiblemente, el

tratamiento con la composición ácida proporciona un entorno reductor. El paso (i) puede comprender tratar el material contaminado con una composición ácida que comprende un agente reductor.

5 Después del paso (i), la mezcla resultante se deja adecuadamente durante un período de tiempo antes del paso (ii). Esto puede permitir que tengan lugar reacciones que reducen el nivel de moléculas tóxicas presentes en el material contaminado. Por ejemplo puede tener lugar la reducción de especies metálicas, como metales de transición, y los heterociclos orgánicos pueden descomponerse o degradarse parcialmente.

10 La mezcla resultante puede dejarse durante por lo menos 10 segundos antes del paso (ii), por ejemplo por lo menos 20 segundos, adecuadamente por lo menos 30 segundos.

La mezcla resultante puede dejarse durante hasta 5 minutos antes del paso (ii), por ejemplo hasta 2 minutos, adecuadamente hasta 1 minuto.

15 La mezcla resultante puede dejarse entre 10 y 60 segundos antes del paso (ii).

20 El paso (i) puede considerarse como una fase reductora de ácido de una reacción de desintoxicación. Preferiblemente, el paso (i) implica el uso de ácidos minerales y/u orgánicos en combinación con agentes reductores inorgánicos y/u orgánicos.

Los ejemplos de ácidos que pueden usarse incluyen ácido sulfúrico, ácido fosfórico y ácidos orgánicos simples presentes en o derivados de corrientes de residuos orgánicos como digestatos, o cualquier combinación de los mismos. Los ácidos minerales pueden añadirse convenientemente a la corriente de residuos orgánicos.

25 Los ejemplos de agentes reductores que pueden usarse incluyen sulfitos y reductores orgánicos como los que se encuentran en los digestatos. Los sulfitos pueden añadirse convenientemente a una corriente de residuos orgánicos.

30 Como una conveniencia adicional, puede prepararse un único reactivo ácido y reductor mezclando ácidos minerales y sulfitos en una corriente de residuos orgánicos como un digestato.

Cabe señalar que dicho ácido y agente reductor combinados pueden agronómicamente beneficiar a los materiales contaminados mediante la adición de nitrógeno, fosfato y azufre, a bajo coste adicional.

35 Los reactivos pueden elegirse adecuadamente por fundamentos económicos y proporcionar beneficio agronómico a los materiales contaminados.

40 El paso (ii) comprende tratar la mezcla resultante con una composición alcalina. Preferiblemente este tratamiento proporciona un ambiente oxidante. El paso (ii) puede comprender tratar la mezcla con una composición alcalina que comprende un agente oxidante.

45 En el paso (i), el material contaminado se mezcla adecuadamente con una composición ácida líquida. Esto produce adecuadamente una lechada o torta húmeda. En el paso (ii) esta lechada o torta húmeda se trata adecuadamente con una composición alcalina. La composición alcalina se proporciona adecuadamente como un sólido, preferiblemente en forma particulada, adecuadamente como un polvo. Este polvo se mezcla preferiblemente con la lechada o torta húmeda. El producto que se forma puede fraguar o comenzar a fraguar y puede ser adecuadamente granulado o formado de otra manera.

50 El paso (ii) puede considerarse como una fase oxidativa alcalina de una reacción de desintoxicación. Preferiblemente, el paso (ii) implica el uso de un polvo alcalino en combinación con un agente oxidante inorgánico.

Los reactivos pueden elegirse adecuadamente por fundamentos económicos y proporcionar beneficio agronómico a los materiales contaminados.

55 Los ejemplos de polvos alcalinos que pueden usarse incluyen cal quemada, es decir óxido de calcio y/o caliza de magnesio quemada, que es óxido de calcio y magnesio.

60 Los ejemplos de agentes oxidantes inorgánicos que pueden usarse incluyen sales de ácido nítrico, por ejemplo, nitrato de potasio. Las sales de nitrato pueden usarse como un aditivo menor y pueden pre-mezclarse convenientemente en el polvo alcalino.

Cabe señalar que dicho polvo oxidativo alcalino combinado puede beneficiar agronómicamente los materiales contaminados mediante la adición de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, a bajo coste adicional.

65 El proceso de la presente invención incluye un paso (iii) de granulación de la mezcla. El paso (iii) de

granulación de la mezcla puede incluir granulación rotatoria o en cascada. El paso (iii) de granulación de la mezcla puede incluir seleccionar el tamaño de partícula mediante tamizado selectivo y retro-mezclado.

5 La presente invención puede proporcionar un proceso de reducción de la cantidad de contaminantes en un material contaminado.

Adecuadamente, el proceso reduce la cantidad de contaminantes en el material contaminado a concentraciones consideradas seguras para la aplicación del material contaminado tratado sobre tierras agrícolas. Adecuadamente, el proceso puede reducir la concentración de contaminantes a menos de 20 ppb, por ejemplo, 10 menos de 5 ppb, adecuadamente menos de 2 ppb.

Adecuadamente, el proceso desintoxica sustancialmente los materiales contaminados. En algunas realizaciones, el proceso desintoxica los materiales contaminados.

15 El proceso comprende adecuadamente seleccionar y/o mezclar/procesar materiales contaminados para proporcionar mezclas con valor agronómico como o fertilizante agrícola y/o agente de encalado y/o promotor del crecimiento.

20 El proceso comprende adecuadamente tratar estos materiales contaminados mezclados con un reactivo químico ácido líquido, que puede estar derivado de residuos, que acidifica los materiales contaminados mezclados y produce una condición químicamente reductora en la torta húmeda resultante.

25 El proceso comprende adecuadamente dejar tiempo para la reacción del paso (i), que es exotérmica, para efectuar la reducción de los óxidos de metales de transición a estados de valencia menor.

El proceso comprende adecuadamente dejar tiempo para que la reacción del paso (i), que es exotérmica, inicie la descomposición de compuestos orgánicos cíclicos en estructuras de toxicidad menor.

30 El proceso comprende adecuadamente dejar tiempo para la reacción del paso (i), que es exotérmica, para iniciar la descomposición de compuestos orgánicos heterocíclicos en estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, compuestos alifáticos sulfatados.

35 El proceso comprende adecuadamente tratar la torta químicamente reducida resultante con una mezcla de polvo fino de reactivos químicos alcalinos que pueden contener ventajosamente sustancias que pueden estar derivadas de residuos y que tienen valor agronómico ya sea como fertilizantes agrícolas y/o agentes de encalado y/o promotores del crecimiento.

40 El proceso comprende adecuadamente dejar tiempo para la reacción del paso (ii) que es exotérmica y de unión, para efectuar la oxidación de heterocíclicos residuales a estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, alifáticos oxidados.

45 El proceso comprende adecuadamente granular la torta de fraguado producida en la reacción del paso (ii) para proporcionar un producto granular de valor agronómico, como un fertilizante agrícola y/o un agente de encalado y/o un promotor de crecimiento.

En una realización preferida de este primer aspecto el proceso comprende adecuadamente:

50 a) Procesar/mezclar materiales contaminados para proporcionar mezclas con valor agronómico ya sea como fertilizante agrícola y/o agente de encalado y/o promotor del crecimiento;

b) Tratar estos materiales contaminados mezclados con un reactivo químico ácido líquido, que puede estar derivado de residuos, que acidifica los materiales contaminados mezclados y produce una condición químicamente reductora en la torta húmeda resultante;

55 c) Permitir tiempo para la reacción (b), que es exotérmica, para efectuar la reducción de óxidos de metales de transición a estados de valencia menores e iniciar la descomposición de compuestos orgánicos heterocíclicos en estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, compuestos alifáticos sulfatados;

60 d) Tratar la torta químicamente reducida resultante con una mezcla de polvos finos de reactivos químicos alcalinos que pueden contener ventajosamente sustancias que pueden ser residuos derivados que tienen un valor agronómico ya sea como materias primas para fertilizantes agrícolas y/o agentes de encalado y/o promotores del crecimiento;

65 e) Permitir tiempo para la reacción (d) que es exotérmica y de unión, para efectuar la oxidación de heterocíclicos residuales a estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, alifáticos oxidados; y

f) Granular la torta de fraguado producida en la reacción (d) para proporcionar un producto granular de valor agronómico, como un fertilizante agrícola y/o un agente de encalado y/o un promotor de crecimiento.

5 La presente invención puede proporcionar un producto o productos con valor agronómico que son económicos de producir y de uso económico en agronomía. Los productos pueden comprender:

10 a) Gamas de granulados estables de fertilizantes agrícolas, hortícolas y de arboricultura y/o promotores del crecimiento en los que los nutrientes agronómicos están presentes en formatos de liberación prolongada que son menos susceptibles a la pérdida de nutrientes por lixiviación en aguas superficiales; y/o

15 b) Gamas de granulados estables de agentes de encalado nutritivos agrícolas, hortícolas y de arboricultura en los que el agente de encalado se acompaña de sustancias de tamponamiento del pH que amplían el efecto alcalinizante del agente de encalado; y/o

c) Gamas de granulados estables de cal agrícola, hortícola y de arboricultura que contienen fertilizantes y/o promotores de crecimiento en los que la cal incluida evita la necesidad de un encalado periódico separado del suelo o medio de cultivo; y/o

20 d) Gamas de granulados estables de fertilizantes y/o promotores del crecimiento agrícolas, hortícolas y de arboricultura en los que pueden incorporarse o aplicarse otros materiales adecuados para mejorar los componentes existentes contenidos en ellos, por ejemplo, la adición de inhibidores de ureasa como triamida N-(n-butil)tiofosfórica (NBPT), inhibidores de la nitrificación como dicianidamida para controlar la liberación de nitrógeno no deseada de la composición.

25 La presente invención puede proporcionar adecuadamente un proceso para desintoxicar materiales contaminados.

30 Se puede considerar que el proceso de la presente invención proporciona una reacción de desintoxicación. El proceso de la invención implica preferiblemente someter los materiales contaminados a un ciclo de pH alcalino ácido y un ciclo REDOX de oxidación de reducción. Esto preferiblemente tiene un efecto sobre los compuestos cíclicos tóxicos para proporcionar la destrucción de la estructura de anillo cíclica. Esto preferiblemente tiene un efecto sobre compuestos heterocíclicos tóxicos para proporcionar destrucción de la estructura del anillo heterocíclico. Esto preferiblemente tiene un efecto sobre el cromo hexavalente para proporcionar una reducción ácida al estado trivalente.

35 En la presente invención, varios materiales contaminados pueden mezclarse convenientemente entre sí, antes del tratamiento, para proporcionar niveles apropiados de nutrientes agronómicos en los productos granulados. Los siguientes son ejemplos de mezclas beneficiosas:

40 Para proporcionar fosfatos en el producto terminado, cenizas de: pueden usarse convenientemente residuos de la industria alimentaria calcinados, residuos de animales, aves y peces calcinados, lodos de aguas residuales calcinados, lechadas agrícolas calcinadas.

45 Para proporcionar potasio en el producto terminado, se pueden usar convenientemente cenizas o polvos derivados de: cenizas de madera o centrales eléctricas de quema de biomasa, estaciones de energía de co-calcinación y/o hornos de cemento.

50 También pueden usarse nutrientes adicionales para beneficiar aún más los materiales contaminados.

Se pueden añadir nutrientes adicionales, por ejemplo, disueltos en un nitrógeno y/o digestato que proporciona nitrógeno o ceniza para beneficiar más al producto terminado.

55 El uso de un digerido en la presente invención puede proporcionar algo de nitrógeno a bajo coste. Sin embargo, para muchos tipos de fertilizantes y/o promotores de crecimiento agrícolas, hortícolas y de arboricultura, se puede necesitar nitrógeno adicional en los productos granulados producidos.

60 El uso de materiales que contienen azufre, como ácido sulfúrico, sulfitos, etc. en el proceso de desintoxicación puede aumentar la disponibilidad de azufre en el producto que puede ser beneficioso agronómicamente y es un macronutriente secundario de la planta. De manera similar, también es beneficioso usar materiales alcalinos que contienen magnesio y calcio ya que estos también son macronutrientes secundarios de plantas.

65 Puede proporcionarse nitrógeno adicional, por ejemplo, disolviendo pepitas de urea en el digestato antes de su uso en el proceso.

De manera similar, si es necesario, se pueden añadir fosfatos y potásicos adicionales, ya sea disueltos en el digestato o como un polvo mezclado en la mezcla de polvo oxidativo alcalino.

5 El proceso de desintoxicación de materiales contaminados como se define en la presente invención puede usarse para convertir residuos tóxicos que de otro modo tendrían que colocarse en un vertedero delimitado a un costo considerable, en nutrientes agrícolas agrónomicamente ventajosos y económicos y productos de encalado, o combinaciones de los mismos, con un considerable valor de mercado.

10 La economía de los procesos como se definen en la presente invención puede ser favorecida por el hecho de que todos los reactivos usados en el proceso de desintoxicación pueden convertirse en fertilizantes y/o agentes de encalado y/o promotores de crecimiento y/o fuentes de nutrientes en el producto final granulado .

15 El producto del proceso de la presente invención puede ser un formato de liberación de nutrientes prolongado. El producto puede consecuentemente perder menos nutrientes a la lixiviación que los fertilizantes y/o promotores del crecimiento conocidos y, por lo tanto, los cultivos pueden absorber más nutrientes. Esto puede proporcionar más valor al agricultor que los fertilizantes conocidos.

20 Tomadas en conjunto creemos que las ventajas anteriores constituyen una mejora significativa en términos de la aplicación de material contaminado en el uso agronómico.

El primer aspecto puede comprender cualquier característica descrita en relación con el segundo o tercer aspecto.

25 También se divulga un proceso para el tratamiento de cenizas de hornos industriales, el proceso comprendiendo:

(i) tratar las cenizas con una composición ácida; y

30 (ii) tratar la mezcla resultante con una composición alcalina.

Pueden prepararse mezclas de cenizas preferidas adecuadas antes del tratamiento. Estas pueden seleccionarse para proporcionar propiedades ventajosas.

35 El paso (i) comprende tratar las cenizas con una composición ácida. Preferiblemente el tratamiento con la composición ácida proporciona un entorno reductor. El paso (i) puede comprender tratar las cenizas con una composición ácida que comprende un agente reductor.

40 Después del paso (i), la mezcla resultante se deja adecuadamente durante un período de tiempo antes del paso (ii). Esto puede permitir que tengan lugar reacciones que reducen el nivel de moléculas tóxicas presentes en la ceniza. Por ejemplo, puede tener lugar la reducción de especies metálicas, como metales de transición, y los heterociclos orgánicos pueden descomponerse o degradarse parcialmente.

45 El paso (ii) comprende tratar la mezcla con una composición alcalina. Preferiblemente, este tratamiento proporciona un ambiente oxidante. El paso (ii) puede comprender tratar la mezcla con una composición alcalina que comprende un agente oxidante.

50 En el paso (i) las cenizas de hornos se mezclan adecuadamente con una composición ácida líquida. Esto produce adecuadamente una lechada o torta húmeda. En el paso (ii), esta lechada o torta húmeda se trata con una composición alcalina. La composición alcalina se proporciona adecuadamente como un sólido, preferiblemente en forma particulada, adecuadamente como un polvo. Este polvo se mezcla preferiblemente con la lechada o torta húmeda. El producto que se forma puede fraguar o comenzar a fraguar y puede ser adecuadamente granulado.

55 En algunas realizaciones, el método incluye un paso (iii) de granulación de la mezcla.

También se describe un proceso para la desintoxicación de cenizas de hornos industriales, el proceso comprende:

60 a) procesar cenizas que puedan surgir de hornos para proporcionar mezclas de valor agronómico o como fertilizante agrícola o agente encalador, o ambos;

b) Tratar estas cenizas mezcladas con un reactivo químico ácido líquido, que también puede derivarse de residuos, que acidifica la ceniza mezclada y produce una condición químicamente reductora en la torta húmeda resultante;

65

c) Permitir tiempo para la reacción (b), que es exotérmica, para efectuar la reducción de óxidos de metales de transición a estados de valencia menor e iniciar la descomposición de los compuestos orgánicos heterocíclicos en estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, alifáticos sulfatados;

5 d) Tratar la torta resultante químicamente reducida con una mezcla de polvo fino de reactivos químicos alcalinos que pueden contener ventajosamente sustancias que pueden ser derivados de residuos que tienen un valor agronómico o como materias primas de fertilizantes agrícolas o agentes de encalado agrícolas o ambos;

10 e) Permitir tiempo para la reacción (d) que es exotérmica y de unión, para efectuar la oxidación de heterocíclicos residuales a estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, alifáticos oxidados; y

f) Granular la torta de fraguado producida en la reacción (d) para proporcionar un producto granular de valor agronómico, como un fertilizante agrícola o agente de encalado agrícola, o ambos.

15 También se describe un producto o productos con valor agronómico que son económicos de producir y económicos en uso en agronomía. Los productos pueden comprender:

20 a) Gamas estables de granulados de fertilizantes agrícolas, hortícolas y de arboricultura en los que los nutrientes agronómicos están presentes en formatos de liberación prolongada que son menos susceptibles a la pérdida de nutrientes por lixiviación en aguas superficiales.

25 b) Gamas de granulados estables de agentes de encalados nutritivos agrícolas, hortícolas y de arboricultura en los que el agente de encalado se acompaña de sustancias de tamponamiento del pH que amplían el efecto alcalinizante del agente de encalado.

c) Gamas de granulados estables de cal agrícola, hortícola y de arboricultura que contienen fertilizantes en los que la cal incluida evita la necesidad de un encalado periódico separado del suelo o medio de crecimiento.

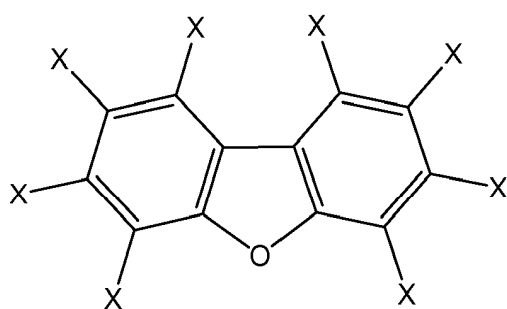
30 También se describe un método para desintoxicar cenizas de hornos.

Los siguientes son ejemplos de cenizas de hornos con las que los inventores han experimentado y desintoxicado mediante los métodos descritos:

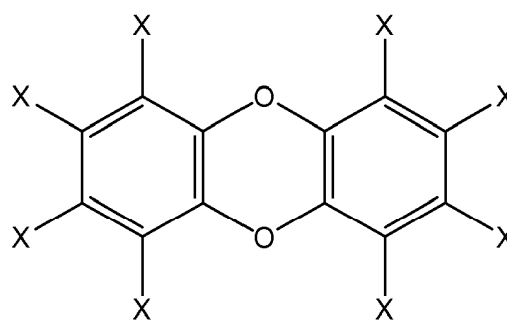
- 35
1. Cenizas de centrales eléctricas que queman maderas forestales;
 2. Cenizas de centrales eléctricas que queman madera recuperada;
 3. Cenizas de la centrales eléctricas que queman cultivos de biomasa;
 4. Cenizas de centrales eléctricas de co-calcinación (carbón más madera/biomasa);
 - 40 5. Cenizas de hornos de leña;
 6. Cenizas de centrales eléctricas que queman carbón pulverizado;
 7. Cenizas de centrales eléctricas que queman carbón pulverizado encalado;
 8. Cenizas de hornos de cemento, cocidas con combustibles recuperados, residuales y derivados de residuos;
 - 45 9. Cal y cenizas de hornos de cal de magnesio, cocidas con combustibles recuperados, residuales y derivados de residuos;
 10. Cenizas de residuos de la industria alimenticia calcinados;
 11. Cenizas de residuos de animales, aves y peces calcinados;
 12. Cenizas de los lodos residuales calcinados;
 - 50 13. Cenizas de lechadas agrícolas calcinadas;
 14. Cenizas de residuos urbanos (o municipales) incineradas.

Se sabe que hay entidades tóxicas presentes en las cenizas de los hornos industriales.

55 Algunas clases particulares de moléculas dañinas que pueden estar presentes en las cenizas de los hornos son dibenzofuranos y dibenzodioxinas policlorados. Estas son moléculas de fórmula (I) o (II) a continuación en las que cada X puede ser independientemente cloro o hidrógeno. Adecuadamente, la molécula contiene por lo menos 4 sustituyentes de cloro.



(I)



(II)

Los siguientes compuestos orgánicos heterocíclicos pueden encontrarse en cenizas de hornos industriales, por ejemplo en los enumerados anteriormente:

- 2378 Tetra Cloro Dibenzo Furano
- 12378 Penta Cloro Dibenzo Furano
- 23478 Penta Cloro Dibenzo Furano
- 123478 Hexa Cloro Dibenzo Furano
- 123678 Hexa Cloro Dibenzo Furano
- 234678 Hexa Cloro Dibenzo Furano
- 123789 Hexa Cloro Dibenzo Furano
- 1234678 Hepta Cloro Dibenzo Furano
- 1234789 Hepta Cloro Dibenzo Furano
- Octa Cloro Dibenzo Furano
- 2378 Tetra Cloro Dibenzo Dioxina
- 12378 Penta Cloro Dibenzo Dioxina
- 123478 Hexa Cloro Dibenzo Dioxina
- 123678 Hexa Cloro Dibenzo Dioxina
- 123789 Hexa Cloro Dibenzo Dioxina
- 1234678 Hepta Cloro Dibenzo Dioxina
- Octa Cloro Dibenzo Dioxina

Adicionalmente, el cromo en la forma hexavalente puede encontrarse en las cenizas de hornos industriales enumeradas anteriormente.

Puede considerarse que los métodos descritos en la presente proporcionan una reacción de desintoxicación. Los métodos preferiblemente implican someter la ceniza de hornos industriales a un ciclo de pH alcalino ácido y un ciclo REDOX de oxidación de reducción. Esto preferiblemente tiene un efecto sobre compuestos heterocíclicos tóxicos para proporcionar la destrucción de la estructura del anillo heterocíclico. Esto preferiblemente tiene un efecto sobre el cromo hexavalente para proporcionar una reducción ácida al estado trivalente.

El paso (i) puede considerarse como una fase reductora de ácido de una reacción de desintoxicación. Preferiblemente, el paso (i) implica el uso de ácidos minerales y/u orgánicos en combinación con agentes reductores inorgánicos y/u orgánicos.

Los reactivos pueden elegirse adecuadamente por fundamentos económicos y proporcionar un beneficio agronómico a las cenizas de hornos industriales.

Los ejemplos de ácidos que pueden usarse incluyen ácido sulfúrico, ácido fosfórico y ácidos orgánicos simples presentes en o derivados de corrientes de residuos orgánicos como digestatos anaeróbicos. Pueden añadirse convenientemente ácidos minerales a la corriente de residuos orgánicos.

Los ejemplos de agentes reductores que pueden usarse incluyen sulfitos y reductores orgánicos tales como los encontrados en digestatos anaeróbicos. Los sulfitos se pueden añadir convenientemente a una corriente de residuos orgánicos.

Como una conveniencia adicional, puede elaborarse un único reactivo ácido y reductor mezclando ácidos minerales y sulfitos en una corriente de residuos orgánicos tal como un digestato anaeróbico.

Cabe señalar que dicho ácido y agente reductor combinados pueden beneficiar agronómicamente a las

cenizas de hornos industriales mediante la adición de nitrógeno, fosfato y sulfuro, a bajo coste adicional.

El paso (ii) puede considerarse como una fase oxidativa alcalina de una reacción de desintoxicación. Preferiblemente, el paso (ii) implica el uso de un polvo alcalino en combinación con un agente oxidante inorgánico.

Los reactivos pueden elegirse adecuadamente por fundamentos económicos y proporcionar un beneficio agronómico a las cenizas de hornos industriales.

Los ejemplos de polvos alcalinos que pueden usarse incluyen cal quemada, es decir óxido de calcio y/o caliza de magnesio quemada, que es óxido de calcio y magnesio.

Los ejemplos de agentes oxidantes inorgánicos que pueden usarse incluyen sales de ácido nítrico, por ejemplo nitrato de potasio. Las sales de nitrato pueden usarse como un aditivo menor y pueden pre-mezclarse convenientemente en el polvo alcalino.

Cabe señalar que dicho polvo oxidativo alcalino combinado puede beneficiar agronómicamente las cenizas de hornos industriales mediante la adición de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, a bajo coste adicional.

En los métodos descritos en la presente, varias cenizas de hornos industriales pueden mezclarse convenientemente entre sí, antes del tratamiento, para proporcionar niveles apropiados de nutrientes agronómicos en los productos granulados. Lo siguiente son ejemplos de mezclas beneficiosas:

Para proporcionar fosfatos en el producto terminado:
pueden usarse convenientemente cenizas de: residuos de la industria alimenticia calcinados, residuos de animales, aves y peces calcinados, lodos de aguas residuales calcinadas, lechadas agrícolas calcinadas.

Para proporcionar potasio en el producto terminado:
pueden usarse convenientemente cenizas derivadas de centrales eléctricas de queman madera o biomasa, estaciones de energía de co-calcinación y/o hornos de cemento.

También pueden usarse nutrientes adicionales para beneficiar aún más las cenizas de hornos industriales.

Pueden añadirse nutrientes adicionales, por ejemplo, disueltos en el nitrógeno que proporciona el digestato anaeróbico para beneficiar aún más el producto final.

Cabe señalar que el uso de digestato anaeróbico, en la presente invención, proporciona algo de nitrógeno a bajo coste. Sin embargo, para muchos tipos de fertilizantes agrícolas, hortícolas y de arboricultura habitualmente se necesita nitrógeno adicional en los productos granulados producidos.

Puede proporcionarse nitrógeno adicional, por ejemplo, disolviendo pepitas de urea en el digestato anaeróbico antes de su uso en el proceso.

De manera similar, si es necesario, pueden añadirse fosfatos y potásicos adicionales ya sea disueltos en el digestato anaeróbico o como un polvo mezclado en la mezcla de polvo oxidativo alcalino.

El proceso de desintoxicación de las cenizas de hornos industriales como se define en la presente puede usarse para convertir residuos tóxicos que de otro modo tendrían que colocarse en vertederos delimitados a un coste considerable, en nutrientes agrícolas y productos de encalado agronómicamente ventajosos y económicos, o combinaciones de los mismos, con considerable valor de mercado.

Cabe señalar que la economía de los procesos tal como se definen en la presente invención se ve favorecida por el hecho de que todos los reactivos usados en el proceso de desintoxicación se convierten en fuentes de nutrientes de fertilizantes y/o de agentes de encalado en el producto granulado terminado.

Cabe señalar además que el valor para el agricultor del producto terminado de la presente invención es un formato de liberación de nutrientes ampliado y, como tales los productos agronómicos perderán menos nutrientes a la lixiviación y los cultivos absorberán más nutrientes.

Tomadas en conjunto, creemos que las ventajas anteriores constituyen una mejora significativa en términos de la aplicación de cenizas de hornos industriales en el uso agronómico.

También se divulga un método para tratar digestatos anaeróbicos y lechadas, el método comprendiendo los pasos de:

- (i) proporcionar una mezcla de digestatos anaeróbicos y lechadas;
- (ii) poner en contacto la mezcla con una composición ácida para proporcionar un entorno reductor;

- (iii) poner en contacto la mezcla con una composición alcalina para proporcionar un entorno oxidante; y
- (iv) granular el producto así obtenido.

5 La presente invención puede proporcionar un producto obtenido por el método del primer aspecto.

Este producto puede usarse como fertilizante y/o como agente de encalado.

10 El paso (i) del método del tercer aspecto comprende proporcionar una mezcla de digestatos anaerobios y lechadas. Los componentes de la mezcla pueden seleccionarse para proporcionar las propiedades deseadas del producto final.

Los ejemplos de los digestatos y lechadas que se pueden tratar por el método de la presente invención incluyen.

15 1. Digestatos anaeróbicos derivados de la industria manufacturera de alimentos para humanos y concentrados de los mismos, por ejemplo:

- Residuos de la industria de alimentos en general.
- Residuos de matadero.
- Residuos de procesamiento de pescado

20 2. Digestatos anaeróbicos derivados de la industria de cría animal y concentrados de los mismos, por ejemplo:

- Lechada de vaca
- Lechada de cerdo.
- Detritus avícola.

30 3. Digestatos anaeróbicos derivados de la industria de procesamiento de aguas residuales y lechadas tratadas aeróbicamente y concentrados de los mismos.

Los métodos descritos en la presente pueden considerarse como un método de desintoxicación, que es un método para reducir la presencia de compuestos tóxicos en los digestatos anaeróbicos y lechadas.

35 Las siguientes agrupaciones de Contaminantes Orgánicos pueden encontrarse en los digestatos y lechadas tratadas por el método de la presente invención:

- Di benzo furanos policlorados; 10 estructuras moleculares específicas, algunos ex surfactantes.
- Di benzo dioxinas policloradas; 7 estructuras moleculares específicas.
- 40 Bifenilos policlorados; 12 estructuras moleculares específicas, algunos ex filtros UV.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos; 20 estructuras moleculares específicas, algunas ex fragancias.
- Fungicidas agrícolas; más de 10 específicos en particular Imazalil y Tiabendazol.
- Herbicidas agrícolas; más de 10 específicos en particular Oxediazon.
- 45 Insecticidas agrícolas; más de 10 específicos en particular Propoxur.
- Ftalatos; por ejemplo di(2etilhexil)ftalato, algunas ex hormonas.
- Nonilfenol; ex productos químicos industriales y productos de la degradación de detergentes.
- Parafinas cloradas; por ejemplo, C₁₀ a C₁₃ y C₁₄ a C₁₇, algunos ex productos de caucho y plástico.
- Sustancias de alquilo perfluorado; algunos ex antibióticos.

50 En los métodos descritos en la presente los digestatos y las lechadas, que se proporcionan adecuadamente de manera emergente o concentrada, se pueden someter a un ciclo de pH alcalino ácido y a un ciclo REDOX de oxidación de reducción. El efecto resultante sobre los contaminantes orgánicos es adecuadamente la degradación de las estructuras moleculares policíclicas o heterocíclicas. El resultado de estas reacciones de degradación es una gama de fragmentos de anillos alifáticos sulfatados.

55 El paso (ii) comprende adecuadamente poner en contacto la mezcla con una composición ácida que comprende un agente reductor. Esta composición puede comprender ácidos minerales y/u orgánicos en combinación con agentes reductores inorgánicos y/u orgánicos.

60 Los reactivos se eligen preferentemente por fundamentos económicos que proporcionan un beneficio agronómico al producto fertilizante terminado.

65 Los ejemplos de ácidos que pueden usarse incluyen ácido sulfúrico, ácido fosfórico y ácidos orgánicos simples presentes en o derivados de corrientes de residuos orgánicos como digestatos anaeróbicos. Pueden añadirse convenientemente ácidos minerales a la corriente de residuos orgánicos.

Los ejemplos de agentes reductores que pueden usarse incluyen sulfitos y reductores orgánicos como se encuentran en los digestatos anaeróbicos. Pueden añadirse convenientemente sulfitos a la corriente de residuos orgánicos.

5 Como una conveniencia adicional, una composición única que comprende un reactivo ácido y reductor puede prepararse mezclando ácidos minerales y sulfitos en una corriente de residuos orgánicos como un digestato anaeróbico.

10 Cabe señalar que dichos ácido y agente reductor combinados beneficia agrónomicamente al producto terminado fertilizante mediante la adición de fosfato y azufre, a bajo coste adicional.

15 Después del paso (ii), la mezcla puede dejarse durante un período de tiempo y opcionalmente agitarse o agitarse de otro modo para permitir la reducción de compuestos orgánicos heterocíclicos. Estos pueden convertirse en compuestos de menor toxicidad, por ejemplo, compuestos alifáticos sulfatados.

El paso (iii) comprende adecuadamente poner en contacto la mezcla con una composición alcalina que comprende un agente oxidante.

20 Esta composición puede comprender un polvo alcalino en combinación con un agente oxidante inorgánico.

Los reactivos se eligen preferiblemente por fundamentos económicos que proporcionan beneficio agronómico al producto fertilizante terminado.

25 Los ejemplos de polvos alcalinos que pueden usarse incluyen cal quemada, es decir óxido de calcio y/o caliza de magnesio quemada, es decir óxido de calcio y magnesio. Alternativamente, pueden usarse algunas cenizas de hornos industriales que contienen óxidos de calcio y/o de magnesio.

30 Los ejemplos de agentes oxidantes inorgánicos que pueden usarse incluyen sales de ácido nítrico, por ejemplo, nitrato de potasio. Las sales de nitrato que son solo un aditivo menor pueden pre-mezclarse convenientemente en el polvo alcalino.

35 Cabe señalar que un polvo oxidativo alcalino combinado de este tipo beneficia agrónomicamente al producto fertilizante terminado mediante la adición de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, a un bajo coste adicional.

40 Después del paso (iii), la mezcla se deja adecuadamente durante un período de tiempo, con agitación opcional o agitación de otro modo para permitir la oxidación de compuestos heterocíclicos residuales en compuestos de toxicidad menor, por ejemplo, compuestos alifáticos oxidados. Después del paso (iii) la mezcla puede estar en forma de una torta húmeda. Cuando esto comienza a fraguar puede granularse para formar un producto granular, por ejemplo, un fertilizante o agente de encalado.

45 También se describe un proceso para la desintoxicación de digestatos anaeróbicos y lechadas, el proceso comprendiendo:

a) Procesar lo que pueda surgir de digestatos para proporcionar mezclas con valor agronómico ya sea como fertilizante agrícola o agente de encalado, o ambos.

50 b) Tratar estos digestatos mezclados con un reactivo químico ácido líquido, que también puede derivarse de residuos, que acidifica el digestato mezclado y produce una condición químicamente reductora en el bizcocho húmedo resultante.

55 c) Permitir tiempo para que la reacción (b), que es exotérmica, inicie la descomposición de compuestos orgánicos heterocíclicos en estructuras de toxicidad menor, por ejemplo alifáticos sulfatados totalmente reducidos.

60 d) Tratar la torta resultante químicamente reducida con una mezcla de polvos finos de reactivos químicos alcalinos que pueden contener ventajosamente sustancias que pueden ser residuos derivados que tienen valor agronómico o como materias primas de fertilizantes agrícolas o agentes de encalado agrícolas o ambos.

e) Permitir tiempo para la reacción (d) que es exotérmica y de unión, para efectuar la oxidación de heterocíclicos residuales a estructuras de toxicidad menor, por ejemplo, alifáticos oxidados.

65 f) Granular la torta de fraguado producida en la reacción (d) para proporcionar un producto granular de valor agronómico, como un fertilizante agrícola o agente de encalado agrícola, o ambos.

También se describe un producto o productos con valor agronómico que son económicos de producir y económicos en uso en agronomía, por ejemplo:

5 a) Gamas granuladas estables de fertilizantes agrícolas, hortícolas y de arboricultura en los que los nutrientes agronómicos están presentes en formatos de liberación prolongada que son menos susceptibles a la pérdida de nutrientes por lixiviación en aguas superficiales.

10 b) Gamas granuladas estables de agentes de encalado nutritivos agrícolas, hortícolas y de arboricultura en los que el agente de encalado está acompañado de sustancias de tamponamiento del pH que amplían el efecto alcalinizante del agente de encalado.

15 c) Gamas granuladas estables de cal agrícola, hortícola y de arboricultura que contienen fertilizantes en los que la cal incluida evita la necesidad de un encalado periódico separado del suelo o medio de crecimiento.

En algunas realizaciones pueden añadirse nutrientes adicionales, por ejemplo disueltos en el nitrógeno/fosfato que proporciona el digestato anaeróbico para beneficiar adicionalmente al producto final.

20 Cabe señalar que el uso de digestato anaeróbico, en la presente invención, proporciona algo de nitrógeno y fosfato a bajo coste. Sin embargo, para muchos tipos de fertilizantes agrícolas, hortícolas y de arboricultura, generalmente se necesita nitrógeno adicional en los productos granulares producidos.

25 Puede proporcionarse nitrógeno adicional, por ejemplo, disolviendo pepitas de urea en el digestato anaeróbico antes de su uso en el proceso de desintoxicación.

De manera similar, si es necesario, se pueden agregar fosfatos y potásicos adicionales ya sea disueltos en el digestato anaeróbico o como un polvo mezclado en la mezcla de polvo oxidativo alcalino.

30 Por ejemplo, pueden añadirse a la mezcla en polvo cenizas de hornos industriales fosfatadas y ceniza de madera de centrales eléctricas potásica.

También se describe un producto obtenido por los métodos descritos anteriormente.

35 El producto puede usarse como un fertilizante y/o agente de encalado y/o promotor de crecimiento.

Las características adecuadas del producto pueden ser las descritas en relación con los métodos descritos anteriormente.

40 También se divulga el uso de un producto obtenido por los métodos descritos anteriormente como un fertilizante.

También se divulga el uso de un producto obtenido por los métodos descritos anteriormente como agente de encalado.

45 También se divulga el uso de un producto obtenido por los métodos descritos anteriormente como fertilizante y agente de encalado.

50 También se divulga el uso de un producto obtenido por los métodos descritos anteriormente como un promotor de crecimiento.

55 También se divulga el uso de un producto obtenido por los métodos descritos anteriormente en un material de construcción. Los materiales de construcción adecuados en los que se puede usar el producto incluyen lechadas, hormigón, bloques, agregados y agregados de peso ligero. Los usos adecuados del producto en el material de construcción incluyen fabricación de bloques, construcción de carreteras, aplicaciones independientes y saneamiento de terrenos.

La invención se describirá ahora adicionalmente con referencia a los siguientes ejemplos no limitativos.

60 **Ejemplo 1**

A modo de ejemplo inicial, un producto agronómico granular de cal nutritivo adecuado para la aplicación hortícola conveniente puede elaborarse convenientemente a partir de las siguientes cenizas de hornos industriales con digestato anaeróbico más nutrientes adicionales:

65 1. Digestato anaeróbico más urea añadida 100 Kg por tonelada.

2. Ácido sulfúrico, residuo diluido grado recuperado 100Kg por tonelada.
3. Cenizas de residuos animales calcinados 100 Kg por tonelada.
4. Ceniza de madera de central eléctrica más polvo de horno de cemento 600 Kg por tonelada.
5. Cal viva con nitrato de potasio añadido 100 Kg por tonelada.

El nutriente agronómico granular resultante estaba en forma de un relleno de otoño/invierno para, por ejemplo, campos de golf, con un análisis de: 1% de nitrógeno; 2% de fosfato; 3% de potasa más 15% de valor de neutralización de cal.

Ejemplo 2

Un ejemplo de un producto fertilizante agrícola granular de buena calidad, adecuado para aplicaciones de granja sostenibles, puede elaborarse convenientemente a partir de las siguientes cenizas industriales con digestato anaeróbico más nutrientes adicionales:

1. Digestato anaeróbico más residuos de matadero 176 kg por tonelada.
2. Urea en pepitas disuelta en digestato 168 kg por tonelada.
3. Mezcla de ácido sulfúrico y fosfórico 44 Kg por tonelada.
4. Cenizas de residuos de animales calcinados 68Kg por tonelada.
5. Mezcla de potasio nitrato sulfato 50 Kg por tonelada.
6. Ceniza de madera de central eléctrica más polvo de horno de cemento 394 kg por tonelada.
7. Mezcla de lima/Maglime quemada 100 Kg por tonelada.

El fertilizante agronómico granular resultante estaba en la forma de un imitador 20:10:10 de intensidad media con un análisis de: 10% de nitrógeno; 5% de fosfato; 5% de potasa más 15% de valor de neutralización de cal.

Ejemplo 3

Después del tratamiento por el método de la presente invención, se han registrado reducciones significativas en heterocíclicos y cromo hexavalente en cenizas de hornos. Específicamente, una mezcla de ceniza de central eléctrica de madera recuperada más polvos de hornos de cemento formulado como un relleno 1:2:3 otoño/invierno analizado de la siguiente manera:

- 1a. La mezcla inicial de cenizas contenía 16,387 nanogramos por gramo de los furanos y dioxinas enumerados.
- 1b. El producto agronómico granular terminado contenía 0,706 nanogramos por gramo de los furanos y dioxinas enumerados.

Cabe señalar que esto indicó que el 95% de los furanos y dioxinas totales se había destruido mediante el proceso de desintoxicación como se define en la presente invención.

- 2a. Mezclas de cenizas deliberadamente contaminadas iniciales con 1 g de dicromato de sodio 1 Kg de ceniza.
- 2b. El producto agronómico granular terminado contenía menos de 1 microgramo por kilogramo de cromo hexavalente.

Cabe señalar que no se excedieron los límites de detección de cromo hexavalente en la prueba usada por esta muestra deliberadamente contaminada después del proceso de desintoxicación como se define en la presente invención.

Esto implica que virtualmente todo el cromo hexavalente se ha reducido al estado trivalente.

Ejemplo 4

65

A través del enfoque de desintoxicación definido en la presente invención se ha registrado una reducción significativa en todos los contaminantes orgánicos enumerados en la presente. A modo de ejemplo, los Furanos y las dioxinas presentes en un digestato anaeróbico típico se redujeron de la siguiente manera en la producción del fertilizante de relleno para otoño/invierno:

5 El digestato inicial contenía 25,275 nanogramos por gramo de los furanos y dioxinas enumerados. El producto agronómico granular terminado contenía 0,915 nanogramos por gramo de los furanos y dioxinas enumerados.

10 Cabe señalar que esto indicó que el 96,4% de los furanos y dioxinas totales se había destruido mediante el proceso de desintoxicación como se define en la presente invención. El proceso de desintoxicación de digestatos y lechadas como se define en la presente invención puede reivindicarse para convertir residuos tóxicos, que de otro modo serían perjudiciales para suelos cultivados, en nutrientes agrícolas y productos de encalado agronómicamente ventajosos y económicos o combinaciones de los mismos, con un considerable valor de mercado.

15 Cabe señalar que la economía de los procesos como se definen en la presente invención se ve favorecida por el hecho de que todos los reactivos usados en el proceso de desintoxicación se convierten fuentes de fertilizantes y/o agentes de encalado nutrientes en el producto granulado terminado. Cabe señalar además que el valor para el agricultor del producto terminado de la presente invención es un formato de liberación de nutrientes prolongado y, como tal, los productos agronómicos perderán menos nutrientes por lixiviación y los cultivos absorberán más nutrientes.

20 Tomadas en conjunto creemos que las ventajas anteriores constituyen una mejora significativa en términos del uso de digestatos, lechadas y cenizas en aplicaciones agronómicas.

25 **Ejemplo 5**

A través del enfoque de desintoxicación definido en la presente invención se ha registrado una reducción significativa en el nivel de cromo (VI). Específicamente, una mezcla de cenizas de central eléctrica de madera recuperada más polvos de hornos de cemento formulada como un relleno 1:2:3 para otoño/invierno analizada de la siguiente manera:

- 35 1. Mezclas de cenizas deliberadamente contaminadas iniciales con 1 g de dicromato de sodio 1 Kg de ceniza.
2. El producto agronómico granular terminado contenía menos de 1 microgramo por kilogramo de cromo hexavalente, que era el límite de detección.

40 Se apreciará que las realizaciones preferidas de la invención pueden proporcionar un proceso mediante el cual una gama de materiales contaminados como los producidos por procesos industriales o agrícolas, por ejemplo cenizas de hornos, digestatos de residuos agrícolas y municipales y otros residuos, pueden ser desintoxicados y concomitantemente fraguados térmicamente para producir materiales adecuados para su uso como nutrientes agronómicos como agentes de encalado, fertilizantes y promotores de crecimiento, y adecuados para su uso como materiales de construcción. El proceso de la presente invención y los productos obtenidos de este modo pueden proporcionar ventajas significativas en términos de seguridad adicional en comparación con los materiales no procesados para producir productos comercialmente útiles para la agricultura y materiales de materia prima útiles para la industria de la construcción. El proceso de la presente invención y los productos obtenidos de este modo pueden proporcionar materiales con ventajas agronómicas.

45 Estos materiales contaminados pueden contener sustancias tóxicas y carcinogénicas como heterociclos halogenados y especies de metales de transición con estado de oxidación más alta, como el cromo, que es un agente carcinógeno conocido.

50

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un proceso para la desintoxicación de material contaminado que comprende cenizas de hornos industriales y digestatos y la preparación de un fertilizante a partir de los mismos, el proceso comprendiendo:
- (i) tratar el material contaminado con una composición ácida;
 - (ii) tratar la mezcla resultante con una composición alcalina; y
 - (iii) granular la mezcla.
- 10 **2.** El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el paso (i) comprende tratar el material contaminado con una composición ácida que comprende un agente reductor.
- 3.** El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la composición ácida es una composición líquida.
- 15 **4.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la composición ácida comprende un ácido seleccionado de uno o más de ácido sulfúrico, ácido fosfórico y ácidos orgánicos.
- 5.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el paso (ii) comprende tratar la mezcla resultante con una composición alcalina que comprende un agente oxidante.
- 20 **6.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la composición alcalina está en forma de un polvo.
- 7.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el paso (ii) implica tratar la mezcla con una composición que comprende un polvo alcalino y un agente oxidante inorgánico.
- 25 **8.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los digestatos son digestatos anaeróbicos.
- 9.** El proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los digestatos anaeróbicos se derivan de la industria de fabricación de alimentos para humanos, la industria de cría de animales o la industria de procesamiento de aguas residuales.
- 30 **10.** El proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los digestatos anaeróbicos se derivan de la industria de procesamiento de aguas residuales.
- 35 **11.** El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el material contaminado comprende una mezcla de digestatos anaeróbicos y lechadas, en el que la composición ácida proporciona un entorno reductor, y en el que la composición alcalina proporciona un entorno oxidante.
- 40 **12.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el material contaminado comprende uno o más contaminantes seleccionados de compuestos cíclicos halogenados, esteroides, hormonas y especies de metales de transición.
- 45 **13.** El proceso de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el material contaminado comprende cromo en forma hexavalente.
- 14.** Un producto producido por el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
- 50 **15.** El uso de un producto obtenido mediante el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 como fertilizante.