

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 628**

51 Int. Cl.:

<b>C05F 1/00</b>	(2006.01) <b>C10B 57/06</b>	(2006.01)
<b>C05F 1/02</b>	(2006.01) <b>C10B 53/02</b>	(2006.01)
<b>C05G 1/00</b>	(2006.01) <b>C10B 57/14</b>	(2006.01)
<b>C05G 3/00</b>	(2010.01) <b>C05F 11/02</b>	(2006.01)
<b>C05G 5/00</b>	(2010.01)	
<b>C05B 1/02</b>	(2006.01)	
<b>C05B 1/04</b>	(2006.01)	
<b>C05B 17/00</b>	(2006.01)	
<b>C05B 13/02</b>	(2006.01)	
<b>C05B 7/00</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2020 PCT/AU2020/050701**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2021 WO21000023**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2020 E 20834784 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024 EP 3994111**

54 Título: **Fertilizante mejorado**

30 Prioridad:

**04.07.2019 AU 2019902376**  
**31.03.2020 AU 2020900981**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.10.2024**

73 Titular/es:

**INCITEC FERTILISERS OPERATIONS PTY LTD**  
**(100.0%)**  
**Level 8, 28 Freshwater Place**  
**Southbank, VIC 3006, AU**

72 Inventor/es:

**WALKER, CHARLES NORMAN;**  
**HOGAN, NICHOLAS;**  
**DURACK, ELLEN;**  
**KHALIL, ROYA y**  
**HUGHES, TIMOTHY**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 980 628 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

Fertilizante mejorado

Esta solicitud reivindica prioridad de los documentos AU2020900981 y AU2019902376.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un fertilizante mejorado.

Antecedentes

10 Los fertilizantes orgánicos comprenden principalmente materiales de origen vegetal y o animal. Estos materiales pueden ser, por ejemplo, estiércol, canales, residuos alimentarios, residuos industriales orgánicos y yacija verde. Los fertilizantes orgánicos y o a base de carbono tienden a ser beneficiosos para el suelo, incluyendo la mejora de la estructura del suelo, la estimulación de la actividad microbiana y o la liberación gradual de todos los nutrientes esenciales para el suelo.

15 Los fertilizantes inorgánicos contienen minerales y, algunas veces, productos químicos sintéticos como los derivados de hidrocarburos naturales y o sintéticos y nitrógeno atmosférico. Los fertilizantes inorgánicos pueden incluir los principales nutrientes que las plantas necesitan para crecer y sobrevivir, como nitrógeno N, potasio K y fósforo P. Los nutrientes de los fertilizantes inorgánicos pueden lixivarse en el suelo y afectar a las colonias microbianas de la zona de aplicación. Por esta y otras razones, es mejor utilizar los fertilizantes inorgánicos junto con los orgánicos, al menos para mantener la salud del suelo.

20 Los fertilizantes orgánicos tienden a ser voluminosos con una consistencia acolchada. Los fertilizantes inorgánicos se presentan en diferentes formas, como polvos secos o pellas (gránulos, perlas, pasteles) o líquidos, incluidas las soluciones solubles. Los nutrientes de un fertilizante orgánico tienden a liberarse lentamente con el tiempo, lo que puede significar que la cantidad y el número de veces que es necesario aplicar el fertilizante orgánico al suelo puede variar en un periodo de tiempo determinado. Típicamente, los nutrientes inorgánicos están disponibles inmediatamente para la planta. Una fertilización excesiva con fertilizantes inorgánicos o una colocación o técnica de aplicación incorrectas, pueden aumentar el riesgo de que la concentración de nutrientes dañe a la planta, especialmente a las plantas en germinación o inmaduras.

25 Típicamente, los fertilizantes orgánicos, al menos los que contienen canales/residuos, deberían ser manipulados con cuidado, ya que, en algunos casos, el fertilizante orgánico puede estar colonizado por microbios patógenos que pueden ser perjudiciales para los seres humanos y los animales de pastoreo.

30 Debido a las diferencias inherentes en cuanto a consistencia, requisitos de seguridad y actividad del suelo, los fertilizantes orgánicos e inorgánicos son aplicados típicamente a los suelos en dos procesos de aplicación separados. Algunas veces, se requiere maquinaria diferente para aplicar cada uno de los tipos de fertilizante orgánico e inorgánico. También puede necesitarse que el momento de las aplicaciones también sea diferente para cada uno de los tipos de fertilizante. Existe la necesidad de una formulación de fertilizante mejorada que supere o al menos mejore algunas de las desventajas de los fertilizantes de la técnica anterior.

35 Debe entenderse que, si en el presente documento se hace referencia a cualquier estado de la técnica previa, dicha referencia no constituye una admisión de que la publicación forma parte del conocimiento general común en la técnica, en Australia o en cualquier otro país.

40 El documento CN109279959 (UNIV HUAZHONG AG) divulga un ultramicrofertilizante compuesto de liberación sostenida a base de carbón vegetal de paja. El fertilizante compuesto es preparado a partir de las siguientes materias primas, en partes en peso: 5-8 partes de ultramicropaja de arroz, 5-8 partes de ultramicrotallos de algodón, 15-20 partes de biocarbón de ultramicropaja de arroz, 15-20 partes de biocarbón de ultramicrotallos, 5-10 partes de ácido húmico, 3-6 partes de urea, 15-20 partes de carbonato de amonio, 20-25 partes de fosfato ácido dipotásico, 2-4 partes de almidón de maíz, 2-4 partes de bentonita y 5-15 partes de agua. El fertilizante compuesto a base de ultramicrocarbón de paja divulgado tiene un alto contenido de N, P, K y materias orgánicas, contiene un gran número de grupos funcionales que contienen oxígeno activo y es beneficioso para la adhesión de las células microbianas. El fertilizante compuesto a base de ultramicrocarbón de paja es aplicado al suelo y es sometido a un craqueo lento, tras ser humedecido, para liberar los elementos nutritivos; y mientras tanto, el ultramicrobiocarbón de paja tiene una buena capacidad de adsorción de elementos nutritivos, de modo que éstos no pueden perderse demasiado rápido, se consigue el objetivo de la aplicación de fertilizante de liberación sostenida y se aumenta la tasa de uso del fertilizante.

50 El documento CN108484286 (XINJIANG TAIGU BIO FERTILIZER CO LTD) divulga un fertilizante compuesto orgánico/inorgánico especial para tierras salinas y alcalinas, así como un método de preparación y aplicación del mismo. El fertilizante compuesto comprende materias primas, a saber, una mezcla y una mezcla, en la que la relación en peso de la mezcla a la mezcla es de (1.5-3.5):1; la mezcla comprende carbón vegetal compuesto, un fertilizante orgánico biológico, sustancias de ácido húmico, residuos de furfural, un preparado de mejora y nutrientes inorgánicos  
55 que se mezclan de acuerdo con una cierta relación. Mediante la adopción del producto divulgado, se pueden mejorar

las estructuras del suelo, mejorar la porosidad del suelo, reducir la densidad aparente del suelo, aumentar el contenido de materias orgánicas del suelo, aumentar la cantidad de intercambio catiónico del suelo y reducir el valor del pH del suelo y la cantidad total de sales solubles en agua del suelo. Además, el fertilizante tiene funciones de liberación lenta de sustancias ácidas y nutrientes, es capaz de activar el suelo, reducir la inmovilización de los nutrientes en el suelo y aumentar la tasa de uso de los nutrientes, es capaz de mejorar el suelo de forma continua y estable, está libre de influencias adversas sobre el medio ambiente y las plantas, y es ecológico y amigable con el medio ambiente.

El documento CN108728165 (FUJIAN SINOCEM ZHISHENG FERTILIZER CO LTD) divulga un método de uso integral de recursos de producción de fertilizante de matriz de carbono, basado en un horno de coproducción de gas de carbono de tiro ascendente. El método de uso integral de recursos de producción de fertilizantes de matriz de carbono comprende los siguientes pasos: a, se trituran los residuos agrícolas y forestales utilizando un triturador, el material triturado obtenido es introducido en un secador de rodillos para el pretratamiento de secado de la materia prima; b, tras el secado, se introduce el material en el horno de coproducción de gas de carbono de tiro ascendente, para la reacción de gasificación por pirólisis para producir carbón vegetal de biomasa y gas combustible de biomasa; y c, se somete a molienda el carbón vegetal de biomasa producido, el polvo de carbón vegetal de biomasa obtenido es sometido a tratamiento de rociado con licor piroleñoso, tras el tratamiento de rociado se añaden un fertilizante inorgánico y un agente aglutinante al carbón vegetal de biomasa, para obtener un fertilizante de matriz de carbono, y el fertilizante de matriz de carbono es sometido a granulación para obtener partículas de fertilizante de matriz de carbono. El método de uso integral de los recursos para la producción de fertilizante de matriz de carbono es capaz de realizar un uso integral de los recursos y de aumentar la eficacia del uso de la energía; además, el gas de combustión de la biomasa es sometido a una combustión con bajo contenido de nitrógeno para producir vapor, las calderas de carbón pueden ser sustituidas parcialmente, se realiza la descarga para la protección del medio ambiente, los gases de escape de la caldera son adoptados en un sistema de secado y se realiza la optimización del uso de la energía. El documento CN107011074 (HEFEI SHENWO GARDENING CO LTD) divulga un fertilizante para la plantación de flores y un método de preparación del mismo. El fertilizante comprende, en peso, 5-12 partes de urea, 3-7 partes de dihidrogenofosfato de potasio, 10-20 partes de almidón, 5-15 partes de tortas de residuos de aceites vegetales, 15-25 partes de estiércol animal, 10-20 partes de lodos de estanque de peces, 7-18 partes de pajas de plantas, 8-17 partes de residuos de medicina tradicional china, 6-13 partes de materiales auxiliares, 0.2-1 parte de una cepa de bacteria fotosintética, 0.6-3 partes de quitosano y 0.5-1.5 partes de un compuesto de tierras raras. La composición y el método de preparación del fertilizante se han mejorado para que el carbón negro biológico y los materiales auxiliares adsorban los nutrientes ionizados, con el fin de alcanzar simultáneamente los nutrientes de rápida disponibilidad y los nutrientes de lenta disponibilidad; y el fertilizante para la plantación de flores tiene las ventajas de contar con elementos nutritivos completos y ricos, la realización de un suministro continuo a largo plazo de diferentes elementos necesarios para las flores y la comodidad de uso.

#### Resumen de la invención

En un primer aspecto, se proporciona un fertilizante seco y sólido en forma de partículas discretas como se reivindica en la reivindicación 1. Las características opcionales son reivindicadas en las reivindicaciones dependientes.

En un segundo aspecto, se proporciona un método para preparar un fertilizante seco y sólido en forma de partículas discretas, tal como se reivindica en la reivindicación 10. Las características opcionales son reivindicadas en las reivindicaciones dependientes. Por "mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos" en el fertilizante se entiende que el fertilizante comprende los dos materiales mezclados y sustancialmente unidos. No es necesario que los materiales estén unidos uno a otro químicamente, pero sí al menos físicamente. No se pretende que el fertilizante incluya aquellos con un fertilizante orgánico aplicado en un paso y un fertilizante inorgánico aplicado en un segundo paso. Esto sería una mezcla heterogénea de ambos y aportaría menos ventajas que la presente invención. Una ventaja del fertilizante seco y sólido es que los materiales fertilizantes orgánicos e inorgánicos pueden ser aplicados juntos en un solo paso, utilizando el equipo de aplicación existente. Esto representa un importante ahorro de costes y tiempo. Los residuos orgánicos pueden ser denominados biosólidos. Los residuos orgánicos son preferiblemente residuos animales. Los residuos animales pueden ser cualquier cosa derivada de un animal que típicamente se desecha o se considera de poco valor para su procesamiento posterior. Los residuos pueden incluir estiércol del animal, canales u otros materiales utilizados por (por ejemplo, yacija) desprendidos del animal (por ejemplo, pelo, piel, partes del cuerpo). Los residuos pueden incluir yacija. La yacija puede ser una mezcla de excrementos de aves de corral, pienso derramado, partes del cuerpo, por ejemplo plumas, y material utilizado como yacija en las operaciones de cría. La yacija también puede incluir materiales de yacija no utilizados. En algunas realizaciones, los residuos orgánicos son residuos verdes.

Los residuos verdes pueden incluir residuos agrícolas como el heno (posiblemente heno de desecho dañado) u otros biosólidos agrícolas. Los residuos orgánicos objeto del presente método o en el presente fertilizante pueden ser mezclas de diferentes tipos de biosólidos. En algunas realizaciones, los residuos animales constituyen al menos el 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 o 100 % en peso del componente orgánico de la composición del fertilizante.

En una realización, los residuos animales son residuos de pollo. Los residuos pueden comprender canales de pollo y o estiércol de pollo y o yacija de pollo. Los desechos de pollo o la yacija de aves de corral representan un flujo de residuos importante en algunos países. En una realización, los residuos animales son residuos de cerdo. Los residuos pueden incluir canales de cerdo y o estiércol de cerdo o yacija de cerdo. En una realización, los residuos animales son

residuos bovinos. Los residuos pueden consistir en canales de vacuno, estiércol de vacuno o yacija de vacuno. El animal puede ser cualquier otro animal que produzca residuos. En realizaciones, la presente invención puede proporcionar un método para utilizar ese flujo de residuos en un producto reciclado y comercialmente valioso. Los porcentajes de los distintos residuos del animal pueden variar de acuerdo con lo descrito en el presente documento. Preferiblemente, los desechos no son demasiado húmedos, por lo que puede resultar ventajoso utilizar más yacija y menos estiércol en el flujo de alimentación.

Una de las limitaciones para la aplicación directa de residuos orgánicos al suelo es la presencia de microorganismos patógenos. Por ejemplo, los residuos animales pueden contener hongos microscópicos como los géneros fusarium, aspergillus y o penicillium. La mayoría de los hongos fusarium son fitótrofos. El aspergillus y el penicillium forman toxinas en el suelo. En la yacija de pollo o en los fertilizantes orgánicos a base de yacija de pollo pueden encontrarse diversos patógenos, como Actinobacillus, Bordetella, Campylobacter, Clostridium, Corynebacterium, Escherichia coli, Globicatella, Listeria, Mycobacterium, Salmonella, Staphylococcus y Streptococcus. Se sabe que la Listeria y la Salmonella causan víctimas mortales. El fertilizante descrito en el presente documento es un producto estéril de residuos orgánicos. Por estéril se entiende que los agentes patógenos no suelen estar presentes en el fertilizante inmediatamente antes de su uso. Dado que es estéril, el fertilizante es, por tanto, de manipulación más segura en comparación con un fertilizante que no lo es. La infección por Listeria puede provocar abortos no planeados en mujeres embarazadas o la muerte de recién nacidos. La Salmonella, el Campylobacter y la Escherichia coli enterohemorrágica son algunos de los patógenos transmitidos por los alimentos más comunes que afectan a millones de personas cada año, algunas veces con resultados graves y mortales. Debería entenderse que los patógenos, incluidas las bacterias, los hongos y las levaduras, etc., están presentes en el aire y contaminarán inevitablemente cualquier material que no esté aislado o protegido de otro modo. De acuerdo con ello, puede haber algunos patógenos presentes en el producto fertilizante, pero éstos no estarían en el mismo número que estarían presentes en ausencia de cualquier proceso de esterilización.

Para esterilizar la materia, pueden emplearse métodos químicos, térmicos y o físicos. La materia orgánica del presente fertilizante es sometida preferiblemente a un proceso de esterilización térmica. Debería entenderse que pueden aplicarse otros procesos de esterilización, además de la esterilización térmica. El proceso de esterilización somete preferiblemente los residuos orgánicos a una temperatura suficiente para reducir o eliminar los agentes patógenos presentes en los residuos. El proceso de esterilización debe reducir o eliminar los agentes patógenos y también puede reducir el contenido de humedad de los residuos orgánicos, hasta un punto en donde se inhiba el crecimiento posterior de microorganismos. Esta reducción del contenido de humedad puede ser importante para el almacenamiento y el transporte de la parte orgánica del fertilizante, hasta el punto de uso cuando se aplica al suelo. En realizaciones, el proceso de esterilización puede reducir el contenido de humedad a un contenido total de agua en peso de como máximo 1, 2, 5, 10 o 15 % en peso.

Durante el proceso de esterilización térmica, pueden desprenderse, capturarse y o condensarse el vapor y otros gases volátiles, en un sistema de limpieza de gases. Se cree que la pérdida de nutrientes del sólido a granel a los vapores condensados es baja. Los vapores no condensables pueden ser enviados a la atmósfera a través de un proceso de filtración final. El condensado ser almacenado almacenarse en el sitio y, opcionalmente, ser reciclado de nuevo al proceso (como agente humectante) o ser eliminado. En una realización, el condensado es empleado en la fase de granulación del proceso, como se describe más adelante. Al condensado se le pueden añadir otros nutrientes (por ejemplo, APP y o urea) para venderlo después como fertilizante líquido.

En una realización, para efectuar la esterilización, se somete el material orgánico a una pirólisis. Preferiblemente, la pirólisis es una torrefacción del material orgánico. La pirólisis es la descomposición térmica de materiales a temperaturas elevadas en una atmósfera inerte (anaeróbica). La pirólisis de materiales orgánicos requiere el control/eliminación del oxígeno para evitar la oxidación parcial o completa (combustión). La pirólisis de materiales orgánicos ocurre en intervalos de temperatura y típicamente da lugar a diferentes productos finales. La pirólisis comienza a los 250 grados C y la carbonización a los 400 grados C para muchos productos orgánicos naturales. En el extremo más bajo, el compostaje ocurre entre 40 grados C y 80 grados C. La torrefacción ocurre típicamente entre 150 grados C y 350 grados C. El biocarbón es producido usualmente por encima de (~750 grados C. Típicamente, el carbón requiere mayor actividad superficial a temperaturas superiores a 600 grados C. Los biocarbones preparados a temperaturas muy altas, por ejemplo >600-700 grados C, pueden no ser útiles al menos para uso agrícola. Algunos biocarbones preparados a aproximadamente 450-500 grados C pueden proporcionar resultados relativamente buenos para uso agrícola. El presente método aplica preferiblemente una temperatura a la que ocurre la torrefacción, de modo que el residuo orgánico se convierte en un producto torrefacto.

Se cree que la torrefacción es una tecnología de proceso adecuada para la preparación del presente fertilizante, porque puede "activar" el material orgánico a una temperatura lo suficientemente baja como para evitar la evolución de materiales volátiles más difíciles (por ejemplo, alquitrantes). La activación es el proceso de cambio de la matriz de carbono subyacente. Tras la torrefacción (~350 grados C), el carbono de los residuos orgánicos tiende a tornarse más quebradizo y es relativamente más fácil de triturar y compactar. El producto torrefacto tiene una estructura celular similar, pero no igual, al biocarbón. El presente proceso no somete los residuos orgánicos a las temperaturas que dan lugar al biocarbón.

Tras la aplicación del fertilizante seco y sólido al suelo, las bacterias presentes en el suelo son capaces de comenzar a metabolizar el carbono del material orgánico. El material orgánico es rico en carbono. El carbono del fertilizante es lábil. Por lábil se entiende que el carbono está biodisponible para los microorganismos de la matriz del suelo. Otro ejemplo de material rico en carbono es el biocarbón; sin embargo, el carbono del biocarbón no es lábil. Por lo tanto, el biocarbón no es (tan) útil en el fertilizante de la presente invención, dado que los microorganismos son menos capaces de utilizar el carbono. El biocarbón puede representar, en primer lugar, un medio secuestrante para evitar que el carbono retorne a la atmósfera y, en segundo lugar, una composición de liberación lenta para su uso en la siembra de semillas.

La estructura torrefacta resultante del presente método es preferiblemente útil para la salud del suelo, dado que puede proporcionar un medio poroso de gran superficie para el crecimiento microbiano beneficioso y el almacenamiento de agua y nutrientes. El presente fertilizante puede proporcionar un suministro simultáneo de nutrientes y compost; nutrientes en una forma de liberación sostenida y con menos probabilidades de causar problemas de germinación/daño a las plántulas pero, en algunas realizaciones, aún más rápida y predecible en su liberación, en comparación con los excrementos y compost tradicionales.

Los nutrientes del fertilizante incluyen al menos uno de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S). Los nutrientes pueden ser NPKS (es decir, todos los 4). Los nutrientes pueden ser uno o varios de los NPKS. Pueden añadirse nutrientes inorgánicos adicionales a la materia orgánica, una vez que ésta haya sido sometida al proceso de esterilización. Debería entenderse que el material orgánico también contiene algunos nutrientes, pero se consigue un contenido de nutrientes deseado y consistente, estable y preciso mediante la adición del fertilizante inorgánico tras la esterilización del componente orgánico.

El método para formar el fertilizante puede comprender el paso de mezclar los materiales inorgánicos que comprenden al menos uno de los NPKS, con el producto orgánico estéril para producir un producto mezclado. Esto se hace típicamente después de que el componente orgánico haya sido sometido al proceso de esterilización, aunque puede hacerse antes en algunos casos. No hay necesidad de tratar térmicamente los ingredientes inorgánicos del fertilizante, dado que tenderán a ser estériles ya debido a su alto contenido en sal y / o amonio y al calor / presión asociados a su proceso de fabricación. Otro argumento a favor de añadir el material inorgánico después, es que determinadas temperaturas pueden alterar químicamente los fertilizantes de material inorgánico o fundirlos en la forma proporcionada.

La mezcla puede ser realizada después de que cada uno de los materiales orgánicos e inorgánicos haya sido molido. Alternativamente, puede realizarse la mezcla antes de que cada uno de los materiales orgánicos e inorgánicos haya sido molido, de modo que se muelan juntos. En algunas realizaciones, la molienda conjunta de los materiales presenta ventajas porque puede haber menos bloqueos en el molino y reducirse la sobremolienda de la base torrefacta.

Para mezclar los dos materiales, la mezcla puede ser realizada mediante el siguiente proceso:

- Los ingredientes orgánicos son tratados térmicamente (torrefactos).
- El ingrediente orgánico es mezclado con el fertilizante inorgánico (y otros minerales, por ejemplo, fosfato de roca reactivo y un aglutinante). A continuación, se muele la mezcla orgánica/inorgánica.
- A continuación, la composición orgánica e inorgánica mezclada puede ser sometida a compactación para formar partículas discretas. Esta podría ser de cualquier forma, incluida la granulación, la extrusión o la formación de pellas. Este proceso no implica necesariamente calor externo, pero podría haber calor debido al cizallamiento por la mezcla.
- En algunas realizaciones, puede utilizarse vapor o agua caliente para ayudar a la granulación. En este paso podría utilizarse el condensado reciclado.
- Los gránulos pueden ser sometidos a pulido para conseguir una forma esférica (sin bordes irregulares ni afilados) y un tamaño uniforme. El pulido requiere típicamente la aplicación de líquido en forma de aerosol.
- A continuación, los gránulos pulidos pueden ser sometidos a un secado térmico que asegure el secado de la humedad adicional y la inactividad biológica de los gránulos, para propósitos de almacenamiento y manipulación. Los gránulos secados también tendrán una mejor dureza para resistencia en la manipulación en los equipos de aplicación de fertilizantes.

Se necesita algo de humedad para formar los gránulos. Si hay muy poca humedad, el producto será pulverulento. Si el contenido de humedad es demasiado alto, puede haber una mayor tendencia a que crezcan patógenos en el producto. Puede reducirse el contenido de humedad seleccionando una mezcla más seca de mezcla orgánica para la torrefacción. El contenido de humedad de los gránulos finales es, en una realización preferida, inferior al 5 % en peso pero superior al 1 % en peso. Para alcanzar este nivel de humedad, puede ajustarse el periodo de secado y o la temperatura de secado en el paso de secado térmico. Alternativamente, los gránulos pueden ser sometidos a más de un ciclo de secado,

El contenido de humedad de los gránulos de fertilizante mejorado influye en la resistencia al aplastamiento (dureza). La resistencia al aplastamiento disminuye a medida que aumenta el contenido de humedad. En una realización, la resistencia al aplastamiento es de al menos 24.5, 30 o 34.3 Newtons (2.5, 3 o 3.5 KgF), lo que es comparable, por ejemplo, a la de los gránulos de urea. Las partículas del fertilizante mejorado también tienen un tamaño similar al de los gránulos de urea, situándose en un intervalo de 2 a 5 mm de diámetro medio. Para reducir cualquier tendencia a

absorber agua, lo que podría afectar a la resistencia resultante al aplastamiento, las partículas pueden estar recubiertas. El recubrimiento puede ser un recubrimiento conocido que reduzca la naturaleza hidrofóbica de las partículas.

5 En el presente fertilizante, se añaden nutrientes inorgánicos en un intento de controlar la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo. La cantidad de nutrientes añadidos puede ser determinada sobre la base del uso final previsto del fertilizante. En algunas realizaciones, el experto llevará a cabo experimentos en el suelo al que se aplicará el fertilizante. Los resultados de los experimentos revelarán cuáles nutrientes serían los mejores para el suelo objetivo. Alternativamente, las necesidades de nutrientes pueden ser determinadas mediante análisis del suelo y / o de los tejidos vegetales.

10 Los nutrientes son preferiblemente de liberación lenta, en donde un máximo del 15, 25, 30, 45 o 50 % del N y el P se torna disponible en los primeros 1, 2 o 3 meses y el resto está disponible en los siguientes 1 a 3, a 12 a 18 meses. En una realización, a lo largo de 1 a 12 meses. En una realización, el 50% del N y el P está disponible durante el primer mes y el resto se hace disponible durante los siguientes 1 a 4 meses. Sin querer atarse a la teoría, se cree que la mayoría de los nutrientes disponibles son utilizados inicialmente por los microbios del suelo, y estos nutrientes son liberados tras la muerte y descomposición de la población microbiana nativa. Los microbios dejan de prosperar una vez que el material de carbono del fertilizante se agota como fuente de alimento.

15 Al utilizar una matriz orgánica junto con nutrientes inorgánicos, se tiene capacidad de cargar una mayor carga de nitrógeno en el fertilizante seco y sólido. Usualmente, una gran concentración de sales de fertilizante y o nitrógeno amoniacal en las proximidades de una semilla en germinación o de una planta inmadura en el suelo, será perjudicial para la planta. Sin embargo, si hay suficiente materia orgánica en el ambiente circundante del suelo, para ligar el nitrógeno amoniacal y otras sales, puede evitarse o, al menos, reducirse este problema. El nitrógeno queda se torna entonces disponible para la planta posteriormente, dado que los microbios utilizan el carbono como fuente de energía y el amonio como bloque de construcción de proteínas. La cantidad de nitrógeno amoniacal en el fertilizante puede ser de al menos 1, 2, 5, 10, 12 o 15 % p/p.

25 El nitrógeno N añadido al material orgánico puede estar en forma de uno o más de (pero no limitado a):

- Sulfato de amonio
- Urea
- Cloruro de amonio
- Nitrato de amonio
- 30 • Amoniacó anhidro
- Urea Nitrato amónico
- Nitrato amónico cálcico
- Nitrato de potasio
- Nitrato de calcio

35 El porcentaje de nitrógeno total en el fertilizante puede ser de al menos 0, 10, 20 o 30 % p/p. En una realización, suponiendo un mínimo del 30% de materia orgánica, el N total máximo se limitaría a alrededor del 30% p/p.

40 En algunas realizaciones, la combinación del material inorgánico y la materia orgánica puede proporcionar una combinación potencialmente explosiva. Para reducir la posibilidad de que el fertilizante sea combustible, pueden tomarse medidas. Los pasos pueden incluir la adición de un retardante de explosiones. El retardador de explosiones puede ser fosfato diamónico (DAP).

El fósforo P añadido al material orgánico puede estar en forma de uno o más de (pero no limitado a):

- Superfosfato
- Harina de huesos
- Fosfato de roca
- 45 • Fosfato diamónico
- Fosfato monoamónico
- Superfosfato triple
- Ácido fosfórico.

El porcentaje de fósforo total en el fertilizante puede ser de al menos 0.5 a 15 % p/p.

50 El potasio K añadido al material orgánico puede estar en forma de uno o más de (pero no limitado a):

- Cloruro potásico (Muriato de potasa)
- Sulfato de potasio
- Schoenita potásica
- Nitrato de potasio
- 55 • Potasa derivada de la melaza

El porcentaje de potasio total en el fertilizante puede ser de al menos 0.5 a 12 % p/p.

El azufre S añadido al material orgánico puede estar en forma de uno o más de (pero no limitado a):

- Polvo de azufre
- Azufre (granulado)
- 5 • Bentonita de azufre
- Sulfato de amonio

El porcentaje de azufre total en el fertilizante puede ser de al menos 1 a 16 % p/p.

La formulación puede comprender al menos uno de NPKS, lo que significa que puede contener N y o P y o K y o S. La formulación puede comprender los cuatro NPKS, o puede contener menos de los cuatro nutrientes NPKS. No todas las formulaciones contendrán formas inorgánicas de cada uno de los NPKS, por ejemplo, algunas pueden contener sólo N en forma inorgánica. También pueden utilizarse aditivos combinados que incluyan uno o varios de, aunque sin limitarse a: fosfato diamónico, sulfato de fosfato amónico, fosfato amónico de urea, fosfato monoamónico, fosfato de nitrato amónico, fosfato amónico, NPK. Además de los nutrientes inorgánicos enumerados, el fertilizante puede comprender micronutrientes como zinc, cobre, hierro, manganeso, boro, molibdeno y nutrientes secundarios como calcio, magnesio y silicio. El porcentaje de nutrientes secundarios como el calcio en el fertilizante puede ser de al menos 0.5 a 18 % p/p. El porcentaje de micronutrientes en el fertilizante puede ser de al menos 0.01 a 2% p/p.

Puede haber otros aditivos en la composición que no aportan necesariamente beneficios nutricionales, sino que imparten otras mejoras funcionales. En realizaciones, hay aditivos para aumentar las propiedades mecánicas del producto final. En realizaciones, la formulación incluye uno o más inhibidores de la nitrificación. El nitrógeno fertilizante es utilizado de forma ineficaz en muchos suelos agrícolas, dado que el nitrógeno de nitrato disponible para las plantas está sujeto a pérdidas por lixiviación y desnitrificación. Un método para reducir dichas pérdidas consiste en estabilizar los fertilizantes nitrogenados con inhibidores de la nitrificación. Esto es logrado tratando el suelo (a través del fertilizante) con compuestos que inhiben la actividad de las bacterias nitrificantes, de modo que el nitrógeno permanece en la forma amoniacal más estable durante un periodo prolongado. Un ejemplo de inhibidor de la nitrificación es el dimetilpirazol (DMP). Esto proporciona una alimentación por goteo de nitrógeno de nitrato que compensa los eventos de pérdida. Cabe señalar que el desempeño de los inhibidores de la nitrificación es variable en los suelos australianos, por diversas razones. Las plantas también pueden extraer nitrógeno amoniacal del suelo, aunque altas concentraciones de amonio y relacionados con amoníaco pueden ser tóxicas para las plantas. Se sabe que puede reducirse esta toxicidad con la presencia de vitamina B6, que está presente en los residuos animales y fue detectada a niveles de traza en el producto acabado. También hay alguna evidencia de que el óxido de zinc puede inhibir la nitrificación, mientras que el zinc es también un micronutriente esencial que es bajo o deficiente en muchos suelos de Australia. De acuerdo con ello, en algunas realizaciones se añade zinc a la formulación.

Además, los cultivos de campo están expuestos regularmente a otras tensiones abióticas, como la sequía y la salinidad. El silicio disponible para la planta está reconocido como un elemento que puede ayudar a las plantas a hacer frente a la tensión abiótica; además, el silicio también es un componente estructural de las paredes celulares de las plantas. Ciertos cultivos como la caña de azúcar y el arroz tienen una gran demanda de silicio y a menudo se cultivan en suelos o regiones donde el silicio disponible para la planta está agotado. Se cree que una forma eficaz de suministrar nitrógeno a las plantas será combinar fuentes inorgánicas y orgánicas de nitrógeno, combinadas con inhibidores que regulen la liberación de nitrógeno y con controladores de la tensión abiótica, que ayuden a las plantas a contrarrestar los factores medioambientales o químicos deletéreos.

En realizaciones, la proporción entre material orgánico y material inorgánico es de 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 45:55, 40:60, 32.5:67.5 o 30:70. En una realización, la receta base comprende 45% de materia orgánica y 55% de materia inorgánica (denominada en el presente documento base A, algunas veces junto a un número que es una referencia interna, por ejemplo A1), o 32.5% de materia orgánica y 67.5% de materia inorgánica (puede denominarse base B, algunas veces junto a un número que es una referencia interna, por ejemplo B1, B2, B3, etc.); o 30% de materia orgánica y un 70% de materia inorgánica (puede denominarse base E, algunas veces junto a un número que es una referencia interna, por ejemplo E1).

En una realización, se torrefacta el material orgánico con un aglutinante. El precursor del aglutinante puede ser añadido con el material orgánico y luego ser entregado al torrefactor. En una realización, se torrefacta el material orgánico y después se añade el aglutinante tras la torrefacción. El aglutinante puede ser leonardita. El aglutinante puede ser lignosulfato de calcio (CaLigno). La leonardita puede ser utilizada para acondicionar los suelos, bien sea aplicándola directamente a la tierra, o bien proporcionando una fuente de ácido húmico o humato potásico para su aplicación. El potencial de geosecustración de carbono de la leonardita, en particular para acelerar rápidamente la acción microbiana de bloqueo y retención del carbono en los suelos, constituye la base de una amplia investigación sobre el aspecto fertilizante orgánico del lignito.

La leonardita puede estar presente en una cantidad de al menos 1, 5 o 10% p/p de la composición fertilizante. La mezcla potencial de leonardita con estiércol de pollo generará un material con propiedades similares a las del lignosulfonato cálcico, ampliamente utilizado como aglutinante. La leonardita también está reconocida como una

valiosa fuente de ácido húmico, que es un acondicionador del suelo utilizado ampliamente en diversos sistemas agrícolas, cuyo objetivo es mejorar la retención de nutrientes en el suelo y también la absorción por las plantas de determinados nutrientes como el fosfato. Los grupos funcionales de carbono suministrados por la leonardita mezclada con otros residuos orgánicos torrefactos pueden mejorar la absorción de fósforo por las plantas, proporcionando potencialmente un fertilizante de fósforo más eficaz.

En una realización, puede vigilarse la actividad de la población microbiana del suelo. La mayoría de los microbios producen subproductos, como productos carbonosos o gases, que pueden ser utilizados como indicador de la actividad microbiana del suelo. Si los microbios son muy activos, puede deducirse que el contenido de nutrientes del suelo aún no se encuentra en umbrales elevados que dañarían a las plantas en germinación, por lo que pueden plantarse las semillas. Si los microbios son menos activos, esto puede indicar que la población está en declive y que los nutrientes inorgánicos están a punto de ser liberados por el proceso de mineralización. Cuando éste sea el caso, y no sea deseable que las poblaciones microbianas aún disminuyan (por ejemplo, puede que la planta no esté lo suficientemente madura, que aún sea necesario plantar las semillas o cualquier otra razón) puede ser aconsejable aumentar la población microbiana. Puede ser posible aumentar la población microbiana añadiendo al suelo más fertilizante lábil en carbono. De acuerdo con ello, también puede utilizarse el análisis del suelo para determinar la dosificación óptima de fertilizante a lo largo del tiempo y el lugar.

Como se ha discutido, el método incluye el paso de formar la mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos, en partículas discretas. El fertilizante seco y sólido puede comprender finos, gránulos, pellas o perlas. Las partículas discretas en cualquier forma pueden tener un tamaño con un diámetro medio de al menos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 mm. En realizaciones, al menos el 80, 90, 95 o 100% de las partículas discretas se sitúan dentro de una desviación estándar del tamaño medio de las partículas (lo ideal es que > 80, 85 o 90 % se sitúen en el intervalo de 2 a 5 mm). Los gránulos, al igual que las pellas, son pequeños agregados de un material en polvo. Los gránulos tienden a desintegrarse menos rápidamente que las pellas, tienden a crear menos polvo y, en realizaciones, permiten la unión de múltiples productos que luego se distribuyen uniformemente a través del gránulo. Por uniformemente distribuido se entiende que en cualquier lugar en una partícula del fertilizante, las cantidades relativas de material inorgánico y orgánico son aproximadamente las mismas que en cualquier otro lugar. Los gránulos también son más aerodinámicos cuando se aplican mediante maquinaria de difusión y, por lo tanto, se puede conseguir una franja más amplia. En una realización preferida, se utiliza la formación de pellas para preparar los gránulos.

El fertilizante es descrito como un sólido seco. Por seco y sólido se entiende que el material puede ser manipulado en forma de pellas (gránulos). Por ejemplo, el material puede ser cargado en un camión y transportado y, a continuación, aplicado utilizando un equipo diseñado para la dosificación controlada de material en forma de pellas. Uno o varios de los componentes utilizados para formar el fertilizante pueden ser líquidos. El método también puede incluir el paso de aplicación del fertilizante. El fertilizante puede ser aplicado en tasas de al menos 0.05 a 5 toneladas/hectárea. En algunas realizaciones, el fertilizante puede aumentar el rendimiento de los cultivos en 2, 20, 50 o 100%. La maduración de la cosecha puede adelantarse al menos 5, 8 o 10% del tiempo que tarda sin fertilizante. En algunas realizaciones, el fertilizante puede ser utilizado en la recuperación de tierras con suelos que, de otro modo, son inadecuados para los cultivos. La naturaleza lábil en carbono del fertilizante puede estimular a las comunidades microbianas a consumir y proliferar, pero luego morir y descomponerse a medida que se agota la fuente de alimento. A medida que las bacterias mueren, el suelo puede ser remediado mediante la liberación de nutrientes de los que, de otro modo, era deficiente. La leonardita puede ser añadida directamente a los suelos para reducir la absorción de metales por parte de las plantas en suelos contaminados, sobre todo cuando es combinada con compost).

#### Breve descripción de las Figuras

Se describirán ahora las realizaciones de la invención con referencia a los dibujos adjuntos que no están dibujados a escala y que son sólo ejemplares y en los que:

La Figura 1 es una Tabla que muestra las formulaciones de fertilizante propuestas y su contenido orgánico e inorgánico en términos de porcentaje.

La Figura 2 es un gráfico que muestra el % de intensidad absoluta de la señal de diferentes tipos de carbono en un material de desecho orgánico torrefacto de acuerdo con el proceso descrito en el presente documento.

La Figura 3 es un espectro de RMN 13C de un material de desecho orgánico torrefacto de acuerdo con el proceso descrito en la presente memoria.

La Figura 4 son RMN 13C de (a) lignito y (b) compost de residuos verdes para comparación.

La Figura 5 es un diagrama de bloques simplificado de un proceso de acuerdo con una realización.

La Figura 6 es un diagrama detallado de flujo del proceso para una realización.

La Figura 7 es la Tabla 1 que muestra el % de descomposición de la materia orgánica (post-torrefacción) incluyendo los resultados de las pruebas de patógenos.

La Figura 8 es la Tabla 4 que muestra la formulación y el contenido en nutrientes de diferentes bases orgánicas torrefactas.

La Figura 9 es un gráfico de la resistencia al aplastamiento de los gránulos tras el uso de lignosulfonato cálcico como aglutinante.

La Figura 10 es la Tabla 5 que muestra el contenido esperado y medido en nutrientes de la muestra B1.

La Figura 11 es un gráfico que muestra el recuento de coliformes, la resistencia al aplastamiento y el contenido de humedad.

La Figura 12 es la Tabla 6 que muestra un ejemplo de receta de base orgánica torrefacta.

5 La Figura 13 es una Tabla que muestra la composición de los fertilizantes de acuerdo con las realizaciones de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones de la invención

10 La siguiente descripción se centra en una realización en la que los residuos orgánicos son residuos de pollo y el proceso de esterilización es la torrefacción. Debería entenderse que éstos son utilizados como ejemplos, y que otros residuos orgánicos podrían ser sometidos al proceso. Además, tiene máxima preferencia la torrefacción, pero la persona experta debería apreciar que podrían realizarse otras técnicas de esterilización. No obstante, la torrefacción proporciona una ventaja significativa en el presente proceso al utilizar bajas temperaturas y, por tanto, conservar gran parte de la labilidad del carbono de los residuos orgánicos. El producto lábil en carbono optimiza la salud del suelo y trabaja sinérgicamente con los nutrientes añadidos para proporcionar un fertilizante particularmente ventajoso. El proceso central descrito en el presente documento es convertir un material base (un desecho torrefacto de pollo) en un polvo que puede mezclarse con otros ingredientes para obtener un resultado nutricional "diseñado". El producto torrefacto está optimizado para el "acondicionamiento del suelo". Los aditivos inorgánicos añaden intensidad nutritiva y tienen como objetivo mejorar la productividad de las plantas.

20 Los residuos orgánicos brutos (yacija de pollos de engorde, estiércol de ponedoras, mortalidades de pollos de engorde) procedentes de granjas de pollos cercanas pueden ser entregados a granel en el lugar. Estos desechos variarán en contenido de nutrientes y carbono sobre la base de la granja de origen, los materiales de yacija disponibles y los cambios estacionales. La relación de los piensos puede variar ligeramente sobre la base del contenido en nutrientes y del producto deseado. Con el tiempo, pueden utilizarse otras materias primas orgánicas como pienso, y almacenarse y manipularse en el lugar.

25 Antes del proceso de torrefacción, los residuos animales pueden ser almacenados en búnkeres de acero o de hormigón. Preferiblemente, los residuos son almacenados de forma que se reduzca cualquier posible riesgo biológico. Los residuos animales pueden ser especialmente peligrosos para los humanos, sobre todo si el animal sujeto es también humano, por lo que deben tomarse estrictas medidas de salud y seguridad antes de la esterilización. Puede utilizarse un mezclador de cinta por lotes para mezclar los residuos avícolas, como el estiércol, la yacija y los canales (pollos gastados). Si es necesario, la materia orgánica bruta puede ser acondicionada en un triturador y o un molino de martillos, antes de ser transportada al torrefactor para su tratamiento.

30 Un cargador de extremo frontal (FEL) puede cargar los insumos en tolvas en las proporciones deseadas, donde pueden pasar por alimentadores de pesaje, para luego ser mezclados en un mezclador de cinta. El material mezclado puede ser transportado a un triturador, para romper el material antes de su alimentación al torrefactor. La torrefacción calienta el material a 250-350 grados C en ausencia de oxígeno. El torrefactor lo hace calentando el material que pasa por un tornillo transportador, mediante radiación y conducción desde un sistema de quemadores situado debajo. Con ello se consiguen dos resultados:

- Eliminación de la mayor parte de la humedad del material.
- Desnaturalización de cualquier agente patógeno que pueda estar presente en la materia prima de desecho animal.

40 El proceso puede lograr estos resultados pero retiene el carbono en una forma lábil (utilizable), dado que la temperatura no alcanza un punto de pirólisis

El vapor y otros gases volátiles pueden desprenderse, ser capturados y condensados en un sistema de limpieza de gases, con una baja pérdida de nutrientes desde el sólido a granel a los vapores condensados.

45 El torrefactor puede ser cualquier aparato adecuado para este fin. En una realización, el torrefactor es un pequeño transportador de tornillo, operado de modo "estrangulado", para proporcionar un sello de aire. El torrefactor de tornillo sinfín de tolerancia estrecha diseñado a la medida puede tener calefacción externa alimentada por gas. El transportador de tornillo puede estar montado encima del torrefactor, para recuperar el calor residual. En funcionamiento, puede decidirse una temperatura de torrefacción. La temperatura seleccionada se basa en la experiencia previa con el material que va a ser torrefacto. La temperatura puede estar en el intervalo entre 100 y 350 grados C. El controlador fijará cuánta potencia aplicar a los elementos calefactores, para mantener la temperatura. Puede emplearse un termostato para garantizar que la temperatura se mantiene dentro de un intervalo establecido. Una vez la temperatura alcanza el nivel deseado, los biosólidos húmedos (residuos orgánicos) pueden ser introducidos de forma continua por el orificio de entrada del torrefactor. Los residuos orgánicos pueden ser recogidos por el tornillo transportador y transportados a la cámara de torrefacción. La velocidad a la que el material pasa por el torrefactor dependerá de la velocidad de rotación del transportador. El calor es aplicado por conducción a través de las paredes exteriores y por calentamiento radiante aplicado a los sólidos durante el transporte.

55 En una realización, el torrefactor puede estar compuesto por tres transportadores de tornillo en serie con diferentes propósitos:

## ES 2 980 628 T3

- un tornillo de precalentamiento por el que el calor residual del quemador principal calienta el material antes del tornillo principal;
- un tornillo principal, que tiene un banco de quemadores encendidos debajo;
- un tornillo de refrigeración con camisa de agua, para bajar la temperatura y poder almacenar el producto del torrefactor.

Las válvulas de doble compuerta de cuchilla pueden proporcionar un sellado de gas en la entrada y la salida de cada tornillo. La tasa de alimentación del torrefactor puede ser controlada mediante bucles de realimentación que regulan la temperatura de salida del tornillo principal, lo que proporciona un contenido inferido de humedad del producto (~7-10%), basado en el material de alimentación. El ajuste de la temperatura de salida puede ser realizado sobre la base del análisis de humedad y puede ser limitado, para minimizar la pirólisis del material de alimentación a una tasa aceptable.

Todas las entradas del torrefactor y las propias unidades del torrefactor pueden estar ubicadas en un edificio exclusivo. Esto puede ayudar a manejar el riesgo de contaminación de los productos acabados, con patógenos que puedan estar presentes en la materia orgánica bruta entregada en el sitio. Puede haber tres unidades de torrefacción en paralelo (sistema de alimentación único, sistema de condensado único).

Una vez los sólidos han sido torrefactos, el material orgánico tratado puede ser transportado fuera del torrefactor. El material puede caer por gravedad desde la cámara de torrefacción a un recipiente adecuado. El material torrefacto puede ser enfriado a una temperatura igual o ligeramente superior a la temperatura ambiente, para facilitar su posterior manipulación. Opcionalmente, el enfriamiento es el enfriamiento posterior a la torrefacción, a través del transportador de tornillo con camisa de agua. El recipiente lleno de material torrefacto puede ser una bolsa soportada por un descargador de bolsa. A intervalos predeterminados, el material torrefacto puede ser sometido a pruebas para garantizar que cumple los requisitos de esterilización y el contenido de humedad. Si hay algún problema en las pruebas, se puede detener el proceso y ajustar los parámetros en el torrefactor.

El producto torrefacto puede ser transportado al edificio de granulación adyacente para su almacenamiento en silos intermedios. Estos silos pueden ser diseñados para permitir la modernización de un sistema de alimentación para soportar un futuro suministro "hub & spoke" de material torrefacto procedente de las unidades de torrefacción de la granja.

A continuación, el producto torrefacto resultante puede ser enviado por lotes a un mezclador de cinta y a un molino de martillos donde es molido. Puede molerse el material hasta obtener una consistencia homogénea. En esta fase, los materiales inorgánicos, incluidos los nutrientes inorgánicos sólidos y líquidos, pueden ser añadidos al producto torrefacto en un mezclador industrial, para conseguir una mezcla homogeneizada. Los fertilizantes inorgánicos (por ejemplo, mezclas de RPR/SOP, urea, mezclas de DAP/MOP) pueden ser entregados a granel en el lugar y ser descargados mediante transportador de tornillo a los silos de almacenamiento. Puede haber instalaciones para que otros nutrientes traza (por ejemplo, materiales de Zn/Cu/Mo) sean entregados en bolsas de 1 tonelada (T) y se almacenen para su uso de acuerdo con la necesidad en el futuro. La leonardita puede ser añadida en una cantidad de al menos el 2, 5, 10 o 15 % del producto total. La leonardita puede ser suministrada al lugar en bolsas de 1 tonelada (T) y ser almacenada para su uso de acuerdo con sea necesario. La leonardita puede ser añadida tras la torrefacción, dado que es un material libre de patógenos, y es añadida debido a su alto contenido en carbono y a la presencia de ácidos húmicos, de los que se cree ayudan a la granulación y contribuyen a la salud del suelo.

Para obtener gránulos de producto acabado que contengan una mezcla homogénea de productos orgánicos torrefactos, leonardita y fertilizante inorgánico, se mezclan los materiales y se muelen en un molino de martillos para conseguir la reducción de tamaño deseada, y después son enviados al proceso de formación de pellas o granulación. La formación de pellas consiste en transportar la mezcla a una extrusora y cortadora de pellas. La granulación puede involucrar molinos de bolas, opcionalmente tres dispuestos en serie. En todos los pasos apropiados, se pueden atomizar líquidos para reducir el polvo. Los procesos de alimentación, mezcla y molienda pueden ser continuos, para suministrar una corriente continua de alimento molido al mezclador de humectación. Algunas mezclas son más adecuadas para la formación de pellas que otras. La persona experta puede probar la formación de pellas y la granulación, para ver cuál se adapta mejor a la mezcla empleada.

El principio de la formación de pellas consiste en humedecer toda la alimentación del formador de pellas hasta un nivel determinado, para lograr una combinación suficiente de material bajo presión con suficiente lubricación para pasar a través del troquel. Una cantidad insuficiente o excesiva de agua puede provocar el taponamiento/empantanamiento de los cabezales de los rodillos y del troquel, así como un producto débil y un exceso de finos.

Para los productos fabricados mediante formación de pellas, el pienso molido crudo puede entrar en el mezclador de humectación con producto reciclado de tamaño inferior y agua (o condensado del torrefactor) añadida para humedecer la mezcla antes de la formación de pellas. Se prevé que el proceso de formación de pellas/aglomeración produzca aproximadamente un 70% de producto de tamaño adecuado, por lo que el 30% de todo el material alimentado al formador de pellas es devuelto como reciclado (una proporción de reciclado de 0.43:1).

5 El material humedecido puede ser alimentado a formadores de pellas paralelos (2 x 50% de servicio) para generar pequeños cilindros de producto, y después a una serie de molinos de bolas para redondear los bordes afilados de los gránulos y cambiar su forma a esferas. Los molinos de bolas constan de un disco giratorio que arroja el producto a una pared vertical alrededor del disco, lo que imparte una acción rodante al material a granel a medida que gira alrededor del molino. Se puede añadir agua (o condensado del torrefactor) para ayudar al ablandamiento de los bordes y plastificar las pellas para que cambien de forma. La aglomeración también producirá la combinación de algunos finos en partículas de mayor tamaño. El material redondeado puede entonces alimentar los procesos posteriores de secado y cribado.

10 Puede utilizarse un quemador de gas para calentar el aire que es introducido en el tambor del secador para secar los gránulos. Los gases de escape del secador pueden ser capturados mediante una cámara de bolsas, con un ventilador de extracción que ventile los gases depurados a la atmósfera. El producto fertilizante sólido seco puede ser cribado (criba vibratoria de 2 pisos). Tras el cribado de los tamaños superiores, el producto puede pasar por una criba de finos, para eliminar los tamaños inferiores. Por si acaso, a continuación, el producto pasa por un tambor enfriador giratorio y después por una criba de pulido para eliminar el polvo. El tamaño inferior de las cribas de finos y de pulido puede ser reciclado de nuevo al formador de pellas. El producto fertilizante sólido seco, opcionalmente en forma de gránulos, puede tener un contenido de humedad inferior al 10, 8 o 5% (preferiblemente inferior al 5%) para su estabilidad de anaquel y para evitar (o al menos reducir) el rebrote de patógenos en los gránulos.

20 Tras el enfriamiento y el cribado de pulido, el producto puede ser transportado a silos de almacenamiento en el lugar, para su envío a camiones a granel o ser introducido en la línea de empaque en sacos en el lugar, para ser almacenado en sacos de 1T. El producto acabado puede enviarse al cribado de producto final. Suponiendo que el producto cumpla todas las normas exigidas, puede ser vendido a granel o empacado en sacos y marcado para su venta y uso.

### Ejemplos

Las realizaciones de la invención serán ejemplificadas ahora con referencia a los siguientes ejemplos no limitantes.

#### Ejemplo 1 - Cómo determinar el contenido esperado de nutrientes de un fertilizante

25 Para determinar la eficacia de una formulación fertilizante, pueden crearse diversas formulaciones de acuerdo con la presente divulgación. A continuación, la persona experta puede determinar qué formulación es la mejor para utilizar en qué tipo de suelo y para cual tipo de planta que se pretende cultivar en ese suelo. A modo de ejemplo, se proponen distintas formulaciones que pueden etiquetarse de la A a la M para referencia interna.

30 A modo de ejemplo, la formulación A de fertilizante puede ser preparada mediante la torrefacción de material orgánico compuesto por yacija de gallinaza, estiércol de ponedoras y, gallinas gastadas. El material orgánico puede ser almacenado y luego transportado a un torrefactor. Puede emplearse una temperatura de 150 grados C a 350 grados C durante 5 a 30 minutos, para torrefactor los residuos. Una vez torrefactos los sólidos, el material orgánico tratado puede ser transportado fuera del torrefactor y en feriado, antes de ser recogido en un contenedor. Los lotes pueden ser sacados del contenedor y enviados a un mezclador de cinta, donde se mezclará el material torrefacto antes de molerlo en un molino (por ejemplo, de martillos) durante, por ejemplo, hasta 20 minutos, aunque pueden emplearse tiempos más cortos. Los fertilizantes inorgánicos líquidos y sólidos, como el sulfato de amonio y el APP, pueden ser añadidos al producto molido y ser mezclados. El componente orgánico puede ser del 20-80%; el aglutinante, del 5-10%; y el componente inorgánico, del 20-70% del peso total del material molido. Los materiales orgánicos e inorgánicos mezclados pueden ser enviados a formación de pellas.

40 En la Tabla 1 de la Figura 1 es mostrado el desglose esperado de carbono (C), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S) y calcio (Ca) en el fertilizante.

La Tabla 1 de la Figura 1 también muestra la formulación propuesta de las composiciones B-M que pueden prepararse de forma similar a la descrita anteriormente.

45 Adicionalmente a la diferente formulación, el tiempo de permanencia en el torrefactor puede variar de 30 minutos a 15 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas. Además, se explorará el efecto de la temperatura de 150 hasta 350 grados C. También, el tiempo gastado en la molienda puede ser superior o inferior a 20 minutos.

A continuación, cada uno de los fertilizantes puede probarse en los suelos para determinar su eficacia en la promoción del crecimiento y la salud general de las plantas.

#### Ejemplo 2 - Análisis del producto torrefacto

50 La naturaleza estéril del componente orgánico torrefacto de la formulación es mostrada en la Figura 7. Se realizó un análisis de la naturaleza lábil del carbono del material torrefacto. Los resultados son mostrados en la Figura 2. El material torrefacto contiene una serie de formas de carbono. Las formas clave de interés son:

C de carboxilo - Estos incluyen los ácidos carboxílicos, entre ellos los ácidos orgánicos de cadena corta. Éstos contribuyen a los procesos del suelo que influyen en la disponibilidad de nutrientes. Éstos pueden ser descompuestos fácilmente por los microbios del suelo.

5 C de arilo – Estos incluyen los compuestos C aromáticos que incorporan una estructura de anillo de benceno, lo que es una función de materiales orgánicos más "maduros". Mientras estos compuestos también contribuyen a la disponibilidad de nutrientes, tienen un mayor tiempo de permanencia en el suelo debido a que su estructura anular es más resistente a la degradación microbiana. Pueden contribuir a la secuestación de C.

10 C de O-alquilo - Esta clase incluye todos los compuestos polisacáridos (tipo azúcar) y carbohidratos. Éstos estimularán la actividad microbiana localizada ya que son sustratos microbianos fácilmente disponibles. Este material también puede tener un efecto de "cebado" por el que estimula la mineralización de otras fuentes de C del suelo no tan disponibles.

C de alquilo - Esta clase incluye ácidos grasos, lípidos y otros compuestos alifáticos de cadena larga. Aunque es probable que los microbios los consuman como fuentes de energía, no contribuyen a la liberación de nutrientes ni a la secuestación de C.

15 El espectro de RMN <sup>13</sup>C es mostrado en la Figura 3, en donde se miden las diversas clases de C como grupos de picos a diferentes "desplazamientos químicos". El pico grande a 70 ppm es el pico de los polisacáridos/carbohidratos. Esta forma del espectro es similar a la observada en otras correcciones orgánicas de tipo compost. Así, la torrefacción conserva muchos de los beneficios de otros procesamientos orgánicos, como el compostaje, mientras concentra el carbono y elimina los patógenos. En la Figura 4 es mostrado otro ejemplo de RMN, comparado con el lignito y el compost.

Ejemplo 3 - Un ejemplo específico de preparación de un fertilizante de acuerdo con una realización

Los diagramas de flujo de las Figuras 5 y 6 presentan una vista esquemática del proceso desde las materias primas hasta el empaque de los gránulos finales. Los pasos son descritos a continuación y están etiquetados en la Figura 5.

25 1. Las materias primas orgánicas (yacija de pollo, estiércol de pollo y canales de pollo fueron recibidas en naves separadas).

2. Todas las materias primas orgánicas fueron introducidas en un mezclador de cinta en la proporción especificada (por ejemplo, la Tabla de la Figura 13) y fueron mezcladas bien antes de entrar en el triturador.

3. Se trituró la mezcla en partículas de tamaño pequeño y consistente, antes de entrar en el proceso de torrefacción. Este paso permitió una torrefacción uniforme (distribución del calor) debido al tamaño consistente.

30 4. Se introdujo la mezcla triturada en una unidad de torrefacción donde se expuso la mezcla a una temperatura elevada de 330°C en ausencia de oxígeno. El proceso de torrefacción redujo significativamente la humedad de la mezcla (de 40% de contenido de humedad a menos de 10% de contenido de humedad).

35 5. A continuación, se introdujo la materia orgánica torrefacta en un mezclador con gránulos de fertilizante inorgánico y aglutinante en una proporción especificada, por ejemplo, en la Tabla de la Figura 13 (de acuerdo con las recetas de formulación del producto).

6. A continuación, se introdujo la mezcla de material orgánico e inorgánico en un molino de martillos para moler las partículas y mezclar aún más el material para obtener homogeneidad. En la Figura 10 es mostrado un ejemplo de la homogeneidad de la composición de las pellas mezcladas finales.

40 7. A continuación, se introdujo la mezcla molida y homogeneizada en una estación de humectación, en la que se añadió un líquido (agua o fertilizante líquido o condensado del proceso) a la mezcla para prepararla para la formación de pellas.

8. A continuación, se introduce la mezcla húmeda en el formador de pellas, para su granulación.

9. Se introdujeron los gránulos del formador de pellas en un pulidor, junto con un líquido (agua o condensado del proceso) para pulir aún más la superficie del gránulo y producir gránulos esféricos uniformes.

45 10. Se introdujeron los gránulos pulidos en un secador, para eliminar el exceso de contenido de humedad. Se redujo la humedad para estar en el intervalo entre 1 % como mínimo y 9 % como máximo.

11. A continuación, se enfriaron los gránulos secos a la temperatura de almacenamiento, posiblemente mediante enfriamiento ambiental o con un ventilador.

50 12. Los gránulos enfriados fueron sometidos a un nuevo cribado para los grumos y partículas de gran tamaño, antes de despacharlos al almacenamiento o empaque.

Ejemplo 4 - Elección de la base torrefacta

Se torrefactaron en diversas proporciones los residuos animales utilizados para los productos para producir "bases". Los resultados del análisis de nutrientes de cuatro de estas bases son mostrados en la Tabla 4 de la Figura 8. El contenido de humedad de las bases varía y aumenta de acuerdo con la presencia de estiércol/canales (húmedo) y disminuye de acuerdo con la presencia de yacija (materiales secos). Sin embargo, se ha comprobado que, aparte de las variaciones en el contenido de humedad, el contenido global de nutrientes de la materia prima orgánica no influye significativamente en la cantidad de carbono lábil del producto final. Esto significa que el fertilizante mejorado puede tolerar porcentajes variables de yacija/estiércol/canales en la base torrefacta, con la condición de que el contenido de carbono resultante esté en un intervalo del 30 al 40% del total.

5  
10 Tras la torrefacción, un laboratorio independiente (SWEP) analizó también nutrientes, carbono y patógenos en tres lotes de materiales orgánicos de desecho. Los resultados son mostrados en la Tabla 1 de la Figura 7. Como puede verse en la Tabla 1, el producto torrefacto es estéril debido a la ausencia de E. Coli, Salmonella y Listeria (coliformes totales (<3)). La ausencia de coliformes también puede observarse en el gráfico de la Figura 11. Los fertilizantes etiquetados como B1 y B4 no presentan coliformes, la dureza deseada y el contenido de humedad deseado.

15 Ejemplo 5 - Dureza/resistencia al aplastamiento

La resistencia al aplastamiento, que es una medida de la dureza del gránulo, es utilizada como indicador del desempeño del gránulo. Se realizaron experimentos utilizando lignosulfonato como aglutinante de granulación para mejorar aún más la resistencia al aplastamiento (dureza del gránulo). La Figura 9 muestra los resultados de uno de estos experimentos. De los datos de la Figura 9 puede verse que, con un contenido de humedad inferior al 10%, la dureza de los gránulos con lignosulfonato cálcico es significativamente mayor que sin el aglutinante.

20

Ejemplo 5 - Formulaciones mejoradas de fertilizantes

Se produjeron varias formulaciones mediante un proceso de torrefacción y granulación para fabricar pellas de fertilizante que incluían materiales orgánicos e inorgánicos.

25 A continuación, se mezcló la materia orgánica torrefacta con fertilizantes inorgánicos en mezclas y proporciones variables y se granuló la mezcla. Las composiciones son mostradas en la Tabla de la Figura 13. Los gránulos finales fueron enviados al laboratorio para realizar análisis de nutrientes, humedad y composición.

Se realizaron experimentos de incubación del suelo y en invernadero, en suelo arenoso y arcilloso para comprender el efecto del producto o productos fertilizante(s) en diferentes estructuras del suelo y composiciones de nutrientes.

Incubación del suelo

- 30
- La descomposición de la materia orgánica fue observada en ambos tipos de suelo, sin embargo esto se vio más claramente en el suelo arenoso, debido a la menor carga de nutrientes, materia orgánica y actividad microbiana, en comparación con el arcilloso
  - Se observó la liberación de cationes a lo largo del período experimental, lo que se reflejó en la relación entre CEC, la relación C:N y el carbono lábil
- 35
- Se observó una mineralización del potasio y el fósforo, que aumentó con la mineralización que ocurre con los productos orgánicos torrefactos, en comparación con sus controles
  - Se observó que los productos orgánicos torrefactos tenían un contenido similar de amonio y nitrato durante el periodo experimental, en comparación con sus controles, lo que mostró que no estaba ocurriendo una inmovilización importante de nitrógeno en ambos suelos
- 40
- Debido al alto contenido orgánico y a la actividad microbiana, se observó que el N amoniacal se convertía rápidamente en N de nitrato
  - Se observó que algunos productos orgánicos torrefactos tenían una liberación más lenta y controlada de N, en comparación con sus controles

Invernadero

- 45
- El desempeño del(los) producto(s) es mejor que el del suelo tanto para el maíz (arcilloso) como para la lechuga (arenoso), proporcionando un mayor rendimiento y una mayor absorción de nutrientes
  - Los efectos agronómicos son más evidentes en el suelo arenoso que en el arcilloso, debido a la mayor fertilidad del suelo arcilloso
  - Se probaron diferentes tasas de aplicación del producto (B4) y se identificó un intervalo óptimo
- 50
- Se probaron dos tasas de aplicación para todos los demás tratamientos. Se observaron respuestas variables por producto

Los ensayos de campo fueron tratados con estiércol de pollo compostado adicional, mientras que los ensayos en macetas fueron tratados con estiércol de pollo crudo adicional. El estiércol / compost fue añadido para compararlo con los productos ABF (por ejemplo, B1, B4, B5, B6, B7, D5, etc.) con aplicaciones separadas de estiércol o compost seguidas de una aplicación de fertilizante NPK convencional. La expectativa sería que la disponibilidad de nutrientes

55

fuera similar a partir de estiércol crudo o compostado - en donde el material compostado simplemente tiene menos patógenos y en algunos casos un poco menos de nitrógeno (que se perdió durante el compostaje).

El % de rendimiento de materia seca es la materia seca (gramos por maceta) dividido por el control (sin fertilizante aplicado). *Hipótesis 1: La materia orgánica torrefacta tendrá un rendimiento igual o mejor que el de estiércol / compost.*

5 Hallazgo: Verdadero

Tratamiento	% de aumento del rendimiento de materia seca frente al control			
	Lechuga, ensayo en maceta, suelo arenoso	Maíz, ensayo de maceta, tierra arcillosa	Lechuga, de ensayo de campo	Brócoli, ensayo de campo
Estiércol o compost solamente <sup>1</sup>	51	2	6	51
C1 (productos orgánicos torrefactos)	65	0	9	52

A los productos orgánicos torrefactos C1 no se le ha añadido material inorgánico (todavía). Este experimento pretende demostrar que el carbono lábil de la materia orgánica torrefacta es superior al del estiércol del compost, cuando se utiliza solo. Como puede verse de los resultados, el % de materia seca en los ensayos de campo aumenta en general con el uso del material torrefacto, lo que respalda su uso en una composición mejorada del fertilizante.

10

*Hipótesis 2: El compuesto cogranulado de productos orgánicos torrefactos / fertilizante químico inorgánico tendrá el mismo rendimiento que la mezcla de estiércol / compost + fertilizante químico NPK.*

Hallazgo: Verdadero

Tratamiento	% de aumento del rendimiento de materia seca frente al control	
	Lechuga: Ensayo de campo	Brócoli: ensayo de campo
Mezcla NPK	23	119
Mezcla NPK + compost / estiércol	24	107
B4 (compuestos orgánicos torrefactos con NPK)	13	104
B5 (compuestos orgánicos torrefactos con NPK)	18	120
B6 (compuestos orgánicos torrefactos con NPK)	35	115

15 Las composiciones B4, B5 y B6 de acuerdo con las realizaciones de la invención tienen cada una un 32.5% de base orgánica torrefacta y un 67.5% de material inorgánico. Los sufijos 4, 5 y 6 son utilizados para indicar que cada una de las formulaciones B tiene una formulación inorgánica ligeramente diferente. Los % exactos de nutrientes de las formulaciones son mostrados en la Tabla de la Figura 13.

20 Cuando se considera el desempeño global, debe tenerse en cuenta que en la mezcla NPK + compost/fertilizante, las formulaciones tienen que ser suministradas en dos pasos separados, lo que supone una desventaja como se describe en la sección de antecedentes anterior. Las mejoras observadas en los ensayos de campo de lechuga y brócoli son,

por tanto, mejoras considerables, dado que al fertilizante de acuerdo con una realización de la presente invención se añadieron B4, B5 y B6 en un solo paso.

- 5 *Hipótesis 3: El compuesto cogranulado de fertilizante químico / productos orgánicos torrefactos tendrá un desempeño igual o mejor que el compuesto de excremento / compost + fertilizante químico NPK.*  
Hallazgo: Verdadero

Tratamiento	% de aumento del rendimiento de materia seca frente al control			
	Lechuga: Ensayo en maceta, suelo arenoso	Maíz: Ensayo en maceta, suelo arcilloso	Lechuga: Ensayo de campo	Brócoli: Ensayo de campo
Nitrophoska	87	-1	27	111
Nitrophoska + compost / estiércol			26	107
B7 (compuestos orgánicos torrefactos con NO <sub>3</sub> PK)	71	-4	31	136

- 10 Algunas veces se hace referencia a NO<sub>3</sub>PK con la marca comercial Nitrophoska. Los resultados mejorados con B7 en comparación con Nitrophoska utilizado solo o en combinación con compost/estiércol, deberían ser claros a partir de los resultados mostrados en la Tabla. El % de rendimiento de materia seca para la lechuga aumentó del 26% al 31% al utilizar el fertilizante B7 mejorado de acuerdo con una realización de la invención. El % de rendimiento de materia seca para el maíz aumentó del 107% al 136%, al utilizar el fertilizante B7 mejorado de acuerdo con una realización de la invención.

- 15 *Hipótesis 4: El compuesto cogranulado de productos orgánicos torrefactos / SOA se desempeñará tan bien o mejor que el SOA*  
Hallazgo: Verdadero

tratamiento	% de aumento del rendimiento de materia seca frente al control			
	Lechuga: Ensayo en maceta, suelo arenoso	Maíz: ensayo en maceta, suelo arcilloso	Lechuga: Ensayo de campo	Brócoli: Ensayo de campo
Sulfato de amonio (SOA)	66	36		
B2 (compuestos orgánicos torrefactos con SOA)	138	66		

Los resultados mejorados con B2, en comparación con el SOA utilizado solo, deberían ser claros a partir de los resultados mostrados en la Tabla anterior. El % de rendimiento de materia seca para la lechuga aumentó del 66% al

138% al utilizar el fertilizante B2 mejorado de acuerdo con una realización de la invención. El % de rendimiento de materia seca para el maíz aumentó del 36% al 66% al utilizar el fertilizante B2 mejorado de acuerdo con una realización de la invención.

5 *Hipótesis 5: El compuesto co-granulado de productos orgánicos torrefactos / MAP-S-Zn se desempeñará tan bien o mejor que Granulock Z*  
Hallazgo: Verdadero

Tratamiento	% de aumento del rendimiento de materia seca frente al control			
	Lechuga: Ensayo en maceta, suelo arenoso	Maíz: ensayo en maceta, suelo arcilloso	Lechuga: de ensayo de campo	Brócoli: Ensayo de campo
Granulock Z	100	32		
B3 (compuestos orgánicos torrefactos con MAP-S-Zn)	138	56		

10 Se hace referencia al MAP-S-Zn con la marca comercial Granulock Z, que es una marca registrada de Incitec Pivot. La mejora de los resultados con B3 en comparación con el MAP-S-Zn utilizado solo, debería quedar clara a partir de los resultados mostrados en la Tabla anterior. El % de rendimiento de materia seca para la lechuga aumentó del 100% al 138% al utilizar el fertilizante B3 mejorado de acuerdo con una realización de la invención. El % de rendimiento de materia seca para el maíz aumentó del 32% al 56% al utilizar el fertilizante B2 mejorado de acuerdo con una realización de la invención.

15 *Hipótesis: El compuesto coganulado de productos orgánicos torrefactos / urea proporcionará aumentos significativos del rendimiento, más aún con la adición de inhibidor de Si y DMP.*  
Hallazgo: Verdadero

Tratamiento	% de aumento del rendimiento de materia seca frente al control			
	Lechuga: Ensayo en maceta, suelo arenoso	Maíz: Ensayo de maceta, suelo arcilloso	Lechuga: Ensayo de campo	Brócoli: Ensayo de campo
D1 (orgánicos torrefactos con urea)	38	77		
D5 (orgánicos torrefactos con urea + silicio + Zn + DMP)	77	86		

20 Los resultados mejorados con D5 teniendo la adición de silicio, Zinc y DMP pueden verse cuando se compara con la formulación D1. El % de rendimiento de materia seca para la lechuga aumentó del 38% al 77% al utilizar D5 de acuerdo con una realización de la invención. El % de rendimiento de materia seca para el maíz aumentó del 77% al 86% al utilizar el fertilizante D5 mejorado de acuerdo con una realización de la invención.

Debería entenderse que cualquier promesa hecha en la presente descripción se refiere a algunas realizaciones de la invención, y no se pretende que sean promesas hechas sobre la invención. Cuando se considera que hay promesas que aplican a todas las realizaciones de la invención, se reserva el derecho a eliminar posteriormente dichas promesas

de la descripción, dado que no hay intención de basarse en ellas para la aceptación o posterior concesión de una patente, a menos que el contexto deje claro lo contrario.

- 5 En las reivindicaciones que siguen y en la descripción precedente de la invención, salvo cuando el contexto lo requiera de otro modo debido al lenguaje expreso o a una implicación necesaria, la palabra "comprender" o variaciones como "comprende" o "que comprende" es utilizada en un sentido inclusivo, es decir, para especificar la presencia de las características indicadas, pero no para excluir la presencia o adición de otras características en diversas realizaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un fertilizante seco y sólido en forma de partículas discretas, en donde las partículas del fertilizante seco y sólido comprenden una mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos, el material inorgánico comprende al menos uno de los nutrientes N,P,K y S, y el material orgánico comprende un producto estéril de residuos orgánicos lábil en carbono, en donde los residuos orgánicos han sido sometidos a torrefacción a una temperatura entre 150 grados C y 350 grados C en una atmósfera anaeróbica inerte para dar como resultado un material orgánico torrefacto, en donde la torrefacción no somete los residuos orgánicos a temperaturas que den lugar a biocarbón.
2. El fertilizante de la reivindicación 1, en donde los residuos animales han sido sometidos a torrefacción para dar como resultado un material orgánico torrefacto.
- 10 3. El fertilizante de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde los residuos animales comprenden canales de pollo.
4. El fertilizante de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el material orgánico torrefacto y el material inorgánico son convertidos en pellas con un aglutinante, preferiblemente leonardita.
5. El fertilizante de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en forma de pellas o perlas, en donde cada pella o perla comprende la mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos.
- 15 6. El fertilizante de la reivindicación 5, en donde el material inorgánico es añadido antes de la formación de las pellas.
7. El fertilizante de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el fertilizante comprende además un inhibidor de la nitrificación.
8. El fertilizante de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el inhibidor de nitrificación es seleccionado entre dimetilpirazol, DMP y zinc.
- 20 9. Fertilizante de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el fertilizante comprende además un controlador de la tensión abiótica, preferiblemente silicio.
- 25 10. Un fertilizante convertido en pellas, comprendiendo cada pella una mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos, comprendiendo el material inorgánico al menos NPKS, y el material orgánico comprende un desecho animal que incluye canales de pollo que han sido sometidos a torrefacción para proporcionar un desecho torrefacto de pollo, en donde los desechos torrefactos de pollo son lábiles en carbono y estériles, en donde los desechos de pollo han sido sometidos a torrefacción a una temperatura entre 150 grados C y 350 grados C en una atmósfera anaeróbica inerte para dar como resultado un material torrefacto de pollo, en donde la torrefacción no somete los desechos de pollo a temperaturas que den lugar a biocarbón.
- 30 11. Un método de preparación de un fertilizante seco y sólido en forma de partículas discretas, que comprende los pasos de
 

esterilización de un material orgánico para proporcionar uno lábil en carbono y estéril, en donde el material orgánico ha sido sometido a torrefacción a una temperatura entre 150 grados C y 350 grados C en una atmósfera anaeróbica inerte, para dar como resultado un material orgánico torrefacto, en donde la torrefacción no somete al material orgánico a temperaturas que den lugar a biocarbón,
- 35 mezcla de un material inorgánico que comprende al menos uno de N,P,K y S con el producto estéril, para obtener un producto mezclado,
- aglutinar el producto mezclado para obtener una mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos, y
- formación de partículas discretas de la mezcla homogénea de materiales orgánicos e inorgánicos.

	USO	C	N	P	K	S	CA
A	Cosecha & pastura general	25.7	5.5	5.3	0.9	3.1	9.5
B	Cosecha & pastura general	25.3	5.9	5.6	0.9	3.2	9.5
C	Cosecha & pastura general	24	6.15	5.8	0.9	3.22	9.51
D	Producción orgánica	22.3	2	4.4	9	3.8	17.5
E	Pastura de vacuno y oveja	22.3	2	8	0.8	10.6	14.2
F	Producción vegetal y cosecha de árbol	15.3	11.2	4	10.8	9.5	10.1
G	Producción vegetal y cosecha de árbol	15.3	11.9	4.7	11.3	5.5	9
H	Producción vegetal y cosecha de árbol	15.3	9.7	1.7	11.3	8.9	9
I	Producción vegetal y cosecha de árbol	15.3	9.6	4.7	10.6	5.9	8.5
J	Producción vegetal y cosecha de árbol	15.3	9.1	9.2	10.1	1.1	8.1
K	Granos	14.4	9.8	10.2	0.5	5.7	1.8
L	Granos	14.4	12.87	13.4	0.54	1.366	1.758
M	Eficiencia de nitrógeno mejorada	14.4	14.79	0.6	0.54	15.766	1.758
		C	N	P	K	S	CA
	Max	25.7	14.79	13.4	11.3	15.766	17.5
	Min	14.4	2	0.6	0.5	1.1	1.758

FIGURA 1

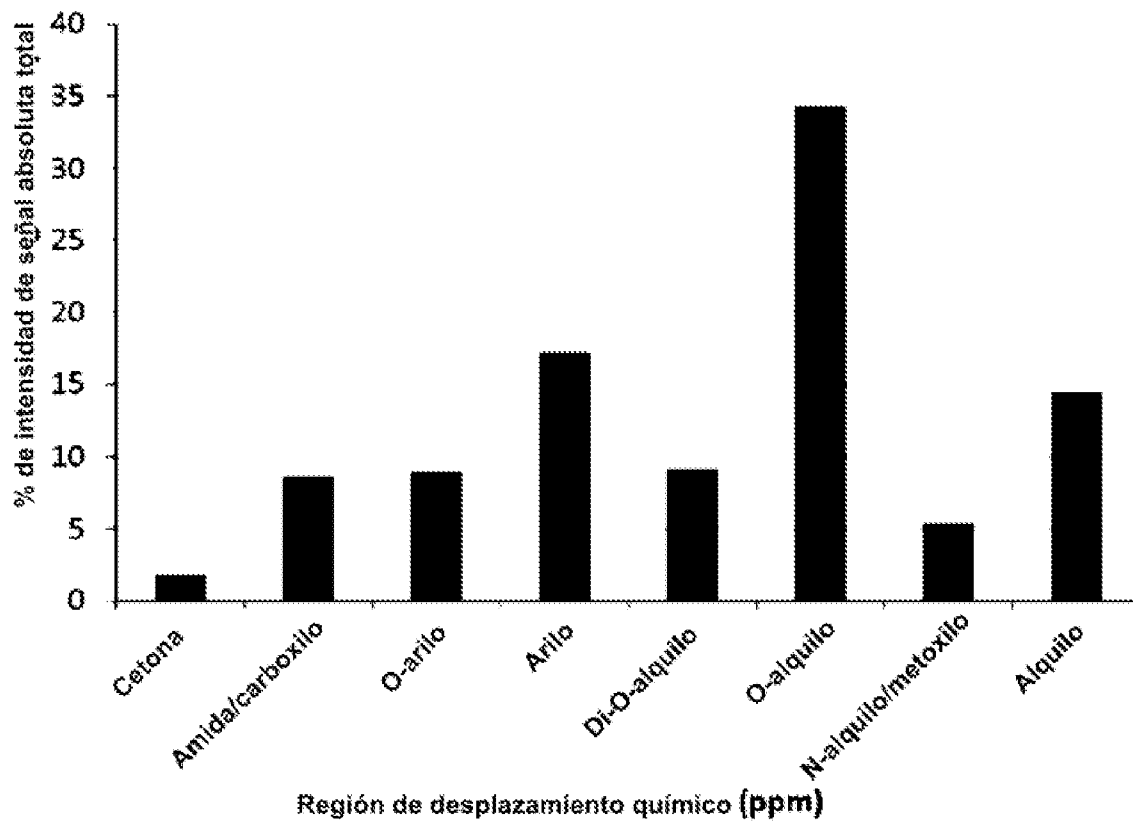


FIGURA 2

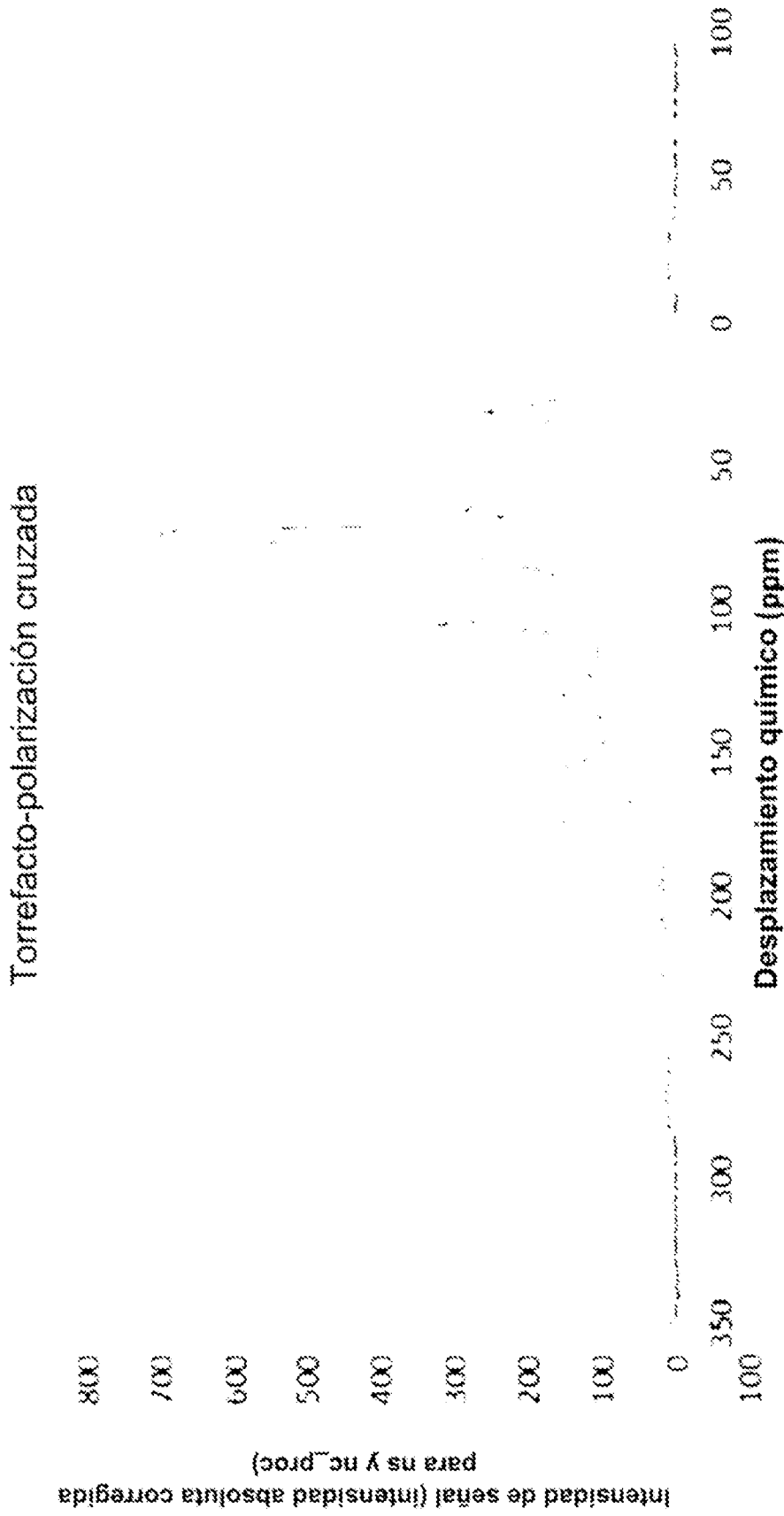
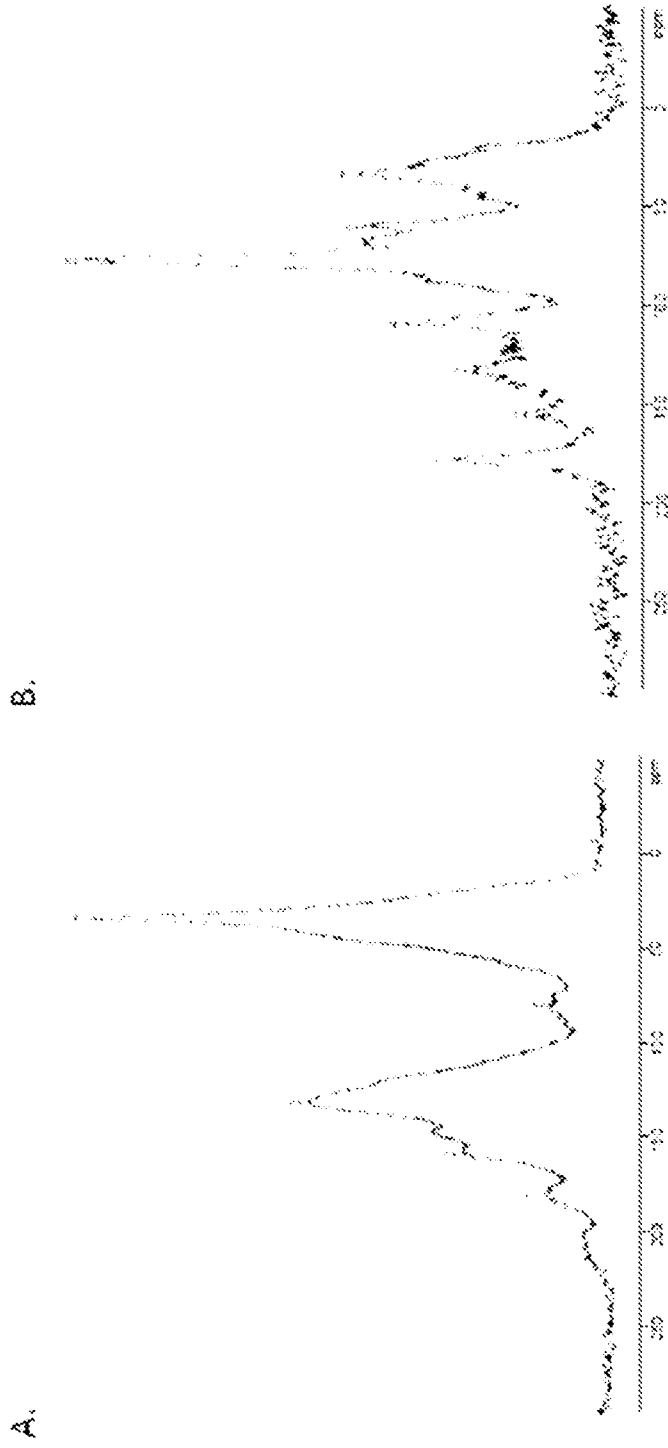


FIGURA 3



Espectro  $^{13}\text{C}$  RMN en estado sólido de lignito (A) y compost de basura orgánica (B). Los picos etiquetados corresponden a grupos carboxilo (Pico 1), aromático (picos 2, 3), polisacáridos (Picos 4-6) y alifáticos (Pico 7) (Scheffe *et al.* 2008).

FIGURA 4

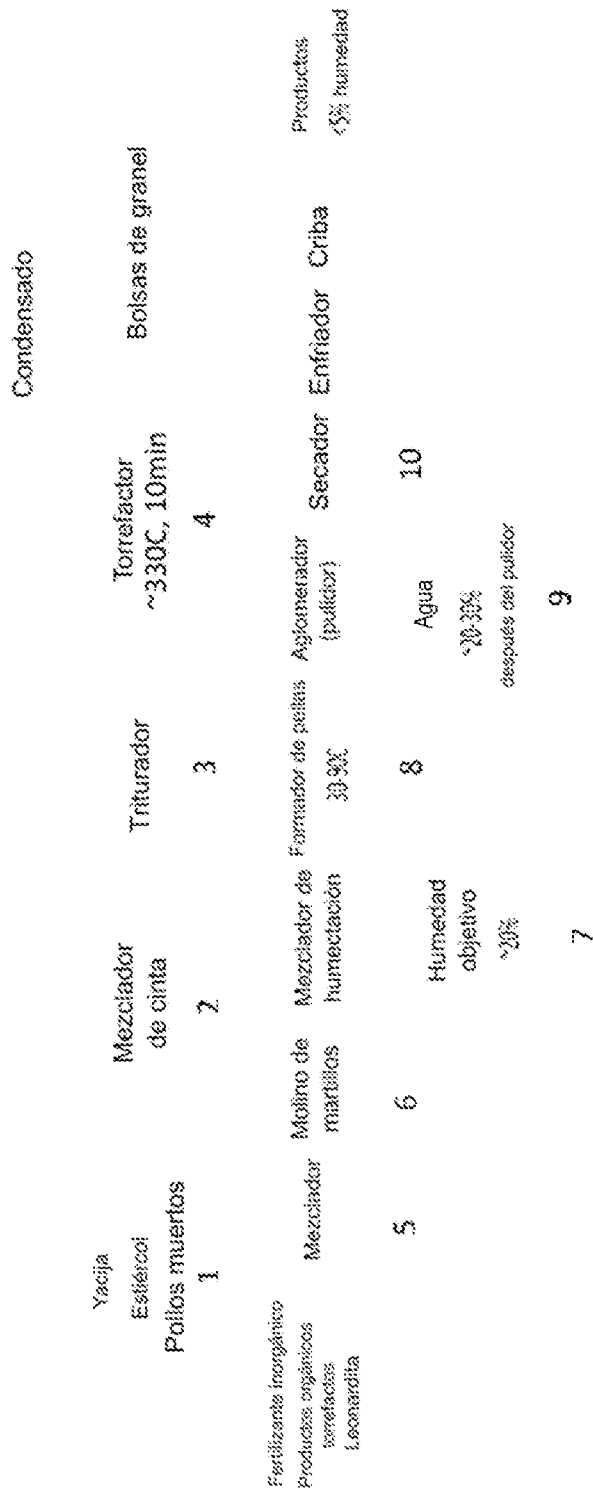


FIGURA 5



Tabla 1. Material orgánico (después de torrefacción)

	N %	P %	K %	S %	CARBONO		E. Coli MPN/g	Salmonela por 50g	Listeria por 50g	Coliformes totales MPN/g
					ORGÁNICO TOTAL	CONTENIDO DE HUMEDAD %				
Mezcla orgánica torrefacta (yacuja de pollo 50%, excremento de pollo 40%, leonardita 10%)	4.2	1.3	2.8	0.9	35.3	10.5	<3	No detectado	No detectado	<3
Mezcla orgánica torrefacta (yacuja de pollo 52%, excremento de pollo 32%, leonardita 16%)	4.0	1.3	2.8	0.8	37.4	3.87	<3	No detectado	No detectado	<3
Mezcla orgánica torrefacta (yacuja de madera 100%)	2.2	1.1	2.2	0.8	40.7	8.587	<3	No detectado	No detectado	<3

## FIGURA 7

Tabla 4 - Formulación & contenido de nutrientes de diferentes bases orgánicas torrefactas

	Base orgánica torrefacta Yacuja de pollo (aserrín) (52%), Excremento de pollo (32%), leonardita (16%)	Base orgánica torrefacta Yacuja de pollo (50%), Excremento de pollo (40%), leonardita (10%)	Base orgánica torrefacta Yacuja de pollo (60%), Excremento de pollo (40%)	Base orgánica torrefacta Yacuja de pollo (paja) (52%), Excremento de pollo (32%), leonardita (16%)
N%	2.91	4.16	2.85	4.02
P%	1.18	1.49	1.52	1.29
K%	2.56	2.75	2.91	2.75
S%	1.21	0.88	0.72	0.84
% de C orgánicos	32.80	35.30	31.00	37.40

## FIGURA 8

Dureza vs contenido de humedad

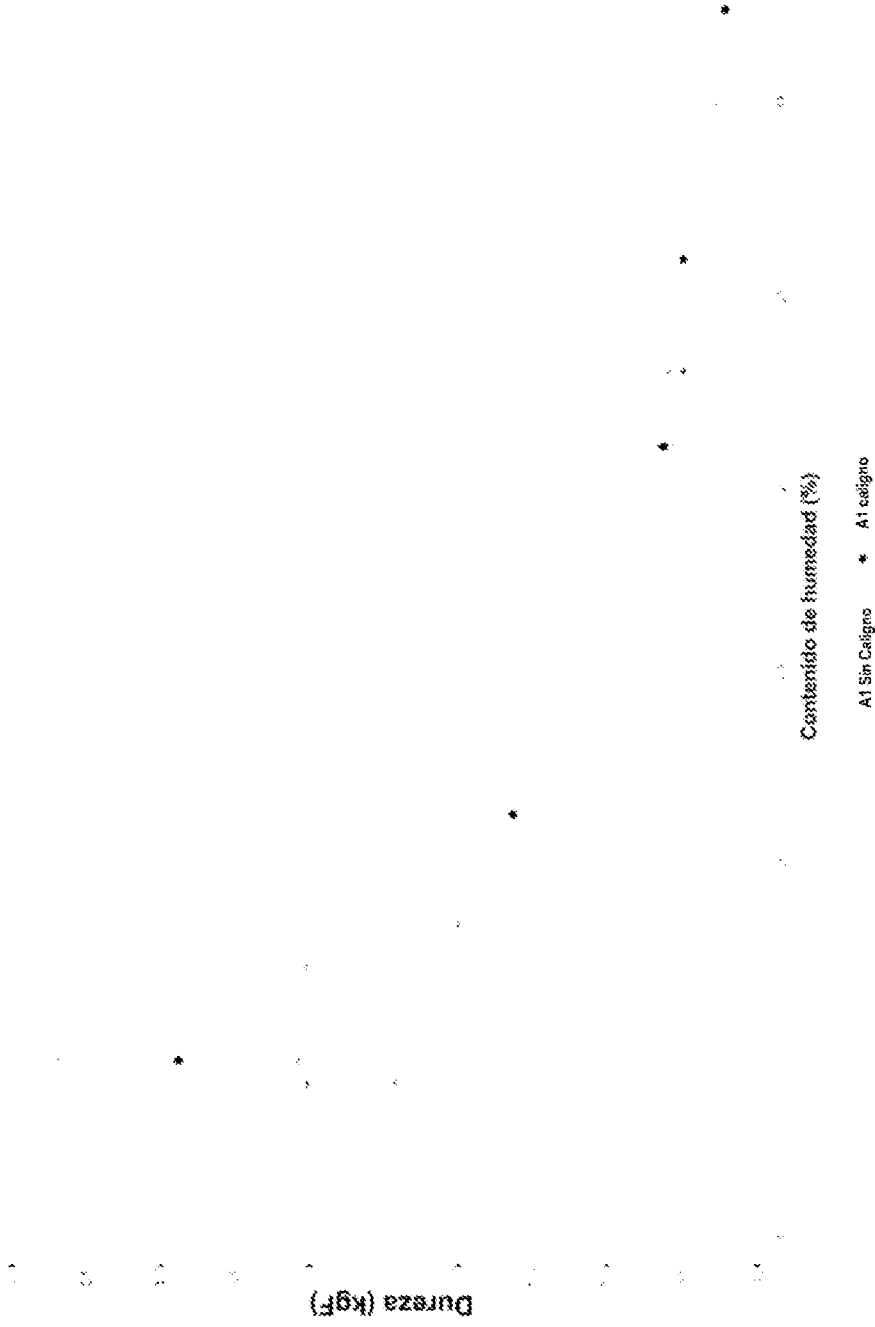


FIGURA 9

Tabla 5 Contenido esperado &amp; medido de nutrientes (B1)

Contenido de nutriente	Esperado B1	B1(Réplica 1)	B1 (Réplica 2)
N%	12.37	11.60	12.20
P%	12.76	13.70	13.90
K%	0.81	1.09	1.19
S%	1.22	1.89	1.79
C%	12.79	11.00	11.90

## FIGURA 10

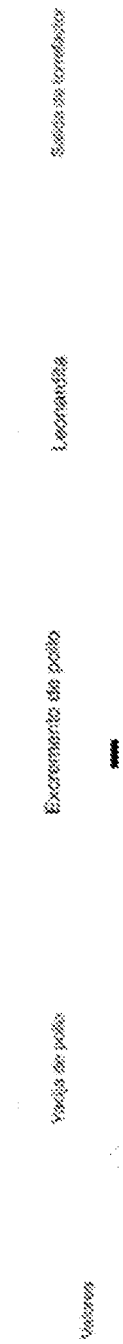


FIGURA 11

Tabla 6 Receta base de producto orgánico torrefacto

	Fracción en la receta base
Yacija de pollo	59%
Excremento de pollo	40%
Pollos muertos (canales)	1%

## FIGURA 12

Producto	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	D1	D5	
Ingredientes (% seco)	Base orgánica torrefacta 59% de yacaja, 40% de excremento, 1% de polvos muertos	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	90	32.5	32.5	
	Leonardita	6	6	6	6	6	10	6	6	
	Bentonita de azufre	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Superfosfato triple	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Roca de fosfato reactivo	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SOP	-	-	-	-	-	23.5	-	-	
	DAP	-	-	20	42.5	5	16.5	-	-	
	MOP	-	-	20	19	21.5	-	-	-	
	CAN (nitrato de amonio y calcio)	-	-	-	-	-	21.5	-	-	
	Urea	-	-	-	-	-	-	61.5	40.3	
	Granulock Z	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MAP	-	42.5	-	-	-	-	-	-	
	SOA	61.5	18.4	21.5	-	35	-	-	-	
	ZnO	-	0.6	-	-	-	-	-	-	0.7
	Agríslica	-	-	-	-	-	-	-	-	20.3
DMP (inhibidor)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	
Análisis nominal (%)	Nitrógeno	14.2	9.4	9.4	9	9.6	16	29.6	19.8	
	Fósforo	0.5	9.8	4.5	8	1.3	1.3	0.5	0.5	
	Potasio	0.8	0.8	10.8	10.3	11.6	2.2	0.8	0.8	
	Azufre	15.1	5.4	5.8	0.9	8.8	9.5	0.8	0.6	
	Carbono	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.4	27.6	
	Calcio	3	3	3	3	3	12.4	8.3	3.9	

FIGURA 13