

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 191**

51 Int. Cl.:

**C05C 3/00** (2006.01)

**C05F 3/00** (2006.01)

**C05C 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2019 PCT/DE2019/200072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2020 WO20007426**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2019 E 19748660 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024 EP 3818030**

54 Título: **Material granular multicomponente vertible sólido, método para producir un material granular multicomponente vertible sólido y material granular fertilizante completo**

30 Prioridad:

**06.07.2018 DE 102018116414**

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

**19.02.2025**

73 Titular/es:

**JOHN, SASKIA LUDOVICA ELISE (100.00%)  
Erich-Viohl-Weg 28a  
28357 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

**FRITSCHING, UDO;  
MIESSNER, ULRICH;  
HARTMANN, DIETRICH y  
JOHN, SASKIA LUDOVICA ELISE**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 998 191 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

Material granular multicomponente vertible sólido, método para producir un material granular multicomponente vertible sólido y material granular fertilizante completo

[0001] La invención se refiere a un granulado multicomponente sólido y fluido, presentando el granulado sólido y fluido de múltiples componentes un residuo biogénico con sustancia orgánica y un adsorbente. La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de un granulado multicomponente sólido y fluido a partir de un residuo biogénico líquido, así como a un granulado de fertilizante completo.

[0002] En la agricultura se generan desechos y residuos de origen biogénico que contienen nutrientes, como estiércol, digestato y/o lodos digeridos, que a menudo no pueden utilizarse en el punto de origen y/o devolverse al ciclo de los nutrientes. Por ejemplo, en las regiones excedentarias con agricultura industrial se producen cantidades tan grandes de estiércol que no se pueden esparcir en tierras agrícolas debido a las regulaciones legales y al riesgo de lixiviación y acumulación de, por ejemplo, nitrato en las aguas subterráneas. Por otro lado, en regiones con una gran demanda, por ejemplo en las que predominan los cultivos y la agricultura, existe una mayor necesidad de nutrientes que no pueden satisfacerse localmente. Esto significa que el estiércol debe almacenarse en las regiones excedentes, utilizarse para otros fines o transportarse a las regiones donde sea necesario. Sin embargo, el transporte es desventajoso tanto desde el punto de vista ecológico como económico debido al alto contenido de agua.

[0003] Por lo tanto, los procesos de separación convencionales, como la sedimentación o la filtración, tienen como objetivo deshidratar estos residuos biogénicos. Cuando se separa la fase sólida de la fase líquida, los nutrientes fósforo y nitrógeno siempre están separados, ya que el fósforo está unido principalmente a la sustancia orgánica, especialmente en las células biológicas, y por lo tanto permanece en la fase sólida, mientras que el nitrógeno está en forma. En la fase acuosa está presente urea, amoníaco, nitrito y/o nitrato. Esto significa que la fase sólida deshidratada ya no tiene la composición de nutrientes original.

[0004] Como alternativa a la separación mecánica, también se conoce el secado de residuos biogénicos a temperaturas muy por debajo de 100 °C, en las que, debido al equilibrio físico amonio/amoniaco, el nitrógeno se transfiere casi por completo la descarga de aire en forma de amoniaco. Para recuperar nitrógeno de la descarga de aire se conocen la condensación y la adición de ácido sulfúrico para formar sulfato de amonio en forma de solución acuosa. Las desventajas aquí son el alto consumo de ácido y la modificación del residuo seco con respecto a su contenido y nutrientes originales. Como resultado, cuando los residuos secos tratados con ácido se reintroducen en el suelo, se produce salinización y lixiviación en el acuífero y aguas adyacentes.

[0005] Además, para que el residuo tratado de esta manera pueda utilizarse en agricultura, debe peletizarse y/o granularse después del secado en al menos una etapa de tratamiento adicional.

[0006] El documento WO 96/06060 A1 describe un proceso para transformar biolodos en un fertilizante sólido y mejorador del suelo, en el que el biolodo previamente deshidratado se mezcla con aglutinantes hinchables de silicato en capas y polvo de roca sin secado térmico y luego esta mezcla se pasa para la peletización en un dispositivo de aglomeración de alta presión. Los canales de prensa se presanan a temperaturas superiores a 100 °C.

[0007] Por el documento DE 10 2011 010 329 A1 se conoce un material compuesto que almacena agua para su uso como fertilizante, que presenta como polímero superabsorbente un digestato sólido y/o líquido y un compuesto de hidrogel. El material compuesto se produce mediante un proceso de mezclado y/o amasado con ayuda de una mezcladora, teniendo los residuos de fermentación preferentemente un contenido de agua > 75 % en peso. A continuación, se elimina el agua al vacío en un mezclador o mediante secado con aire circulante a temperaturas de 35 a 50 °C. Finalmente, en un paso adicional, el material compuesto debe moldearse mediante un proceso de compactación en pellets y/o gránulos. Para unir el amoniaco disuelto en agua y el amoniaco volátil durante la producción, se pueden añadir zeolitas a los compuestos de hidrogel. La desventaja de estos procesos es el gran número de pasos del proceso y la compactación final convencional para dar pellets y/o granulados.

[0008] En el documento DE 39 37 039 A1 se describe también un proceso de varias etapas para la eliminación de estiércol líquido, en el que primero se deshidrata y acondiciona mecánicamente el estiércol líquido y después se divide mediante un filtro prensa en una fase acuosa y una sustancia seca. A continuación se seca la fase acuosa filtrada en una corriente de aire caliente, por ejemplo en una torre de pulverización, y se obtienen así sólidos en polvo finos. Estos se eliminan o en etapas posteriores de procesamiento se obtienen productos secundarios de mayor calidad para fines fertilizantes. La desventaja aquí es también la necesidad de un gran número de etapas de tratamiento y el cambio en la composición de nutrientes original.

[0009] La unión de amoniaco a zeolita también se conoce por el documento EP 1 577 269 A1, donde la zeolita se usa como estabilizador de proceso en la degradación del sustrato de fermentación para producir gas metano y para reducir la concentración de amoniaco y sulfuro de hidrógeno en el biogás para reducir el rendimiento de metano, evitando la inhibición de las bacterias del gas metano por amoniaco y sulfuro de hidrógeno.

**[0010]** Además, el documento EP 2 464 614 B1 describe un método para producir partículas de carbón cargadas con minerales a partir de una planta de biogás para su uso como mejorador del suelo.

5 **[0011]** En el documento DE 44 44 726 C1 se revela un procedimiento para el tratamiento del estiércol, en el cual al estiércol se le extrae agua mediante la mezcla con harina de arcilla, logrando que se solidifique y provocando una fijación temporal de los compuestos orgánicos, nitrógeno y otras sustancias contenidas en el estiércol, los cuales, sin embargo, se liberan nuevamente de forma lenta mediante el lavado con agua.

10 **[0012]** El documento US 6 409 788 B1 describe un proceso de múltiples etapas para el tratamiento de desechos orgánicos, en el cual se añaden agentes de precipitación, floculación y compactación, así como opcionalmente un agente de retención de amoníaco, como la zeolita, para mejorar la separación de las fases líquida y sólida. El producto resultante de la precipitación, en forma de sólido, se prensa, se seca de manera convencional, se granula y luego se pelletiza mediante tamices vibratorios. Entre los agentes de compactación para mejorar la separación sólido-líquido se puede utilizar, entre otros, la zeolita. Además, se puede añadir zeolita al alimento del ganado en establo para mejorar la calidad del aire en el mismo.

15 **[0013]** El objeto de la invención es mejorar la técnica anterior.

20 **[0014]** El problema se resuelve según la reivindicación 1 mediante un granulado multicomponente sólido y fluido, en el cual el granulado sólido y fluido de varios componentes contiene un residuo biogénico con una sustancia orgánica y un adsorbente, donde el adsorbente contiene zeolita y la zeolita está cargada con un nutriente, siendo este nutriente amoníaco, y la sustancia orgánica del residuo biogénico está físicamente unida a la zeolita. Los gránulos sólidos multicomponentes y de flujo libre tienen un tamaño de partícula en el intervalo de 250  $\mu\text{m}$  a 10 mm, teniendo la zeolita una carga de amoníaco de al menos el 60% del nitrógeno presente previamente en la descarga de aire, y la zeolita cargada está rodeada por el residuo biogénico mediante la sustancia orgánica, de modo que los gránulos sólidos y de flujo libre de varios componentes se presentan como fertilizantes completamente enriquecidos con nutrientes. Además, se divulga un método para producir un granulado sólido multicomponente según la reivindicación 3 y un granulado fertilizante completo según la reivindicación 13.

25 **[0015]** Debido a la conexión física de la sustancia orgánica del residuo biogénico con el adsorbente, los gránulos sólidos de varios componentes que fluyen libremente conservan su estructura y forma incluso cuando se someten a cargas mecánicas, por ejemplo cuando se aplican en una superficie agrícola.

30 **[0016]** A diferencia de los pellets y/o granulados fabricados según el estado de la técnica, el granulado multicomponente sólido y fluido no puede separarse en sus componentes individuales mediante tensión mecánica o mediante procesos mecánicos.

35 **[0017]** Por lo tanto, los granulados multicomponente sólidos y fluidos presentan una alta resistencia mecánica durante el envasado, el almacenamiento y/o el uso.

40 **[0018]** Esto significa que el granulado multicomponente, sólido y fluido, no sólo se puede utilizar directamente in situ, sino que también se puede transportar a largas distancias.

45 **[0019]** Para una resistencia mecánica muy alta es especialmente ventajoso que la sustancia orgánica del residuo biogénico esté físicamente unida directamente al adsorbente.

50 **[0020]** Una idea esencial de la invención se basa en que se establece una conexión física entre los componentes del residuo biogénico y el adsorbente a través de la sustancia orgánica del residuo biogénico, de modo que se encuentra presente un adsorbente compactado recubierto con residuo biogénico.

**[0021]** Se explica la siguiente terminología:

55 **[0022]** Un "gránulo" es en particular un sólido granulado a polvoriento, que se puede verter fácilmente. Un granulado es en particular una colección de sólidos. Los granulados se componen especialmente de muchas partículas sólidas pequeñas, como por ejemplo granos o bolas. Las partículas individuales del granulado interactúan especialmente mediante fuerzas de contacto y/o fuerzas de fricción.

60 **[0023]** Un "granulado multicomponente" es en particular un granulado en el que cada partícula individual se compone de al menos dos componentes o varios componentes. El granulado de varios componentes presenta en particular un residuo biogénico con sustancia orgánica, un adsorbente y, dado el caso, otros aditivos, como cargas y/u otra sustancia orgánica. Según el tipo de origen de la sustancia orgánica y/o el tamaño de las partículas del adsorbente utilizado, los granulados de varios componentes presentan un tamaño de grano de 250  $\mu\text{m}$  a 10 mm, preferentemente de 2 a 6 mm.

65 **[0024]** "Sólido" significa en particular que los gránulos de múltiples componentes se encuentran en estado sólido, en particular a una temperatura de 20  $^{\circ}\text{C}$ .

- [0025] "Flujo libre" significa en particular que los gránulos de múltiples componentes están en forma vertible y tienen movilidad y/o comportamiento de flujo libre. La fluidez se determina, por ejemplo, mediante un embudo de medición, en el que se mide el tiempo de flujo para una determinada masa o volumen.
- 5 [0026] Por "biogénico" se entiende que un residuo es de origen biológico y/u orgánico. Un residuo biogénico incluye, en particular, material de origen vegetal y/o animal.
- [0027] Un "residuo biogénico" es en particular estiércol, digestato, lodos digeridos, orgánicos y/o de depuradora, productos de desecho y/o residuos de alimentos, productos naturales y/o procesamiento de la madera.
- 10 [0028] Por "sustancia orgánica" (también llamada "compuesto orgánico") se entiende, en particular, una sustancia que contiene carbono en combinación con hidrógeno. Una sustancia orgánica es, en especial, de origen natural y proviene de la fotosíntesis y/o de los procesos de descomposición de las sustancias formadas durante la fotosíntesis. Una sustancia orgánica puede incluir, entre otras, compuestos naturales, como pigmentos vegetales o animales, azúcares, grasas, proteínas y/o ácidos nucleicos. También se consideran sustancias orgánicas el humus, los compuestos húmicos y/o los ácidos húmicos.
- 15 [0029] Un "adsorbente" (también "adsorbente") se utiliza para añadir y/o eliminar una sustancia de un gas y/o un líquido. La sustancia a añadir se acumula de forma adsorptiva en la superficie del adsorbente, en particular mediante fuerzas de Vander Waals. El adsorbente sirve así en particular para enriquecer sustancias gaseosas o líquidas que se encuentran en la superficie del adsorbente en estado sólido. Un adsorbente es en particular un adsorbente que contiene carbono, como por ejemplo carbón activado o biocarbón, o un adsorbente oxidico, como por ejemplo arcilla activa, gel de sílice o zeolita. Un adsorbente puede ser en particular de origen natural o sintético. Además, el adsorbente se puede modificar, por ejemplo aplicando una estructura oxidica, y/o pretratar, por ejemplo, lavar con agua. Un adsorbente es en particular zeolitas naturales, producidas sintéticamente y/o modificadas.
- 20 [0030] Por "unión física" se entiende, en particular, que la sustancia orgánica del residuo biogénico se une al agente de adsorción mediante fuerzas de superficie y/o fuerzas de Van der Waals, en, sobre y/o junto al agente de adsorción. La unión física ocurre principalmente a través de la fisisorción, en la cual las fuerzas electrostáticas que actúan son más débiles que en un enlace químico. Sin embargo, en la fisisorción también son posibles energías de enlace mayores, por ejemplo, debido a interacciones con dipolos permanentes en superficies polares y/o superficies conductoras de electricidad. En la unión física, la sustancia orgánica del residuo biogénico y el agente de adsorción presentan solo un cambio mínimo. Esta unión física no puede separarse mediante procedimientos mecánicos. La unión física permite, en particular, que el agente de adsorción quede recubierto con una capa de residuo biogénico ("recubrimiento" o "revestimiento").
- 25 [0031] Según la invención, el agente de adsorción se carga con un nutriente, de modo que el granulado multicomponente sólido y fluido esté presente como un fertilizante completamente enriquecido con nutrientes.
- 30 [0032] Es especialmente ventajoso que, mediante la carga del agente de adsorción con al menos un nutriente, se pueda ajustar una cantidad deseada de nutrientes en el granulado multicomponente sólido y fluido, logrando que esté tan enriquecido con nutrientes que el granulado multicomponente sólido y fluido constituya un fertilizante completo.
- 35 [0033] Por "nutriente" se entiende, en particular, una sustancia orgánica o inorgánica que es absorbida por un ser vivo para su mantenimiento vital y es procesada en su metabolismo. Un nutriente es, especialmente, una sustancia inorgánica u orgánica que una planta necesita para su crecimiento. Según la invención, el nutriente es al menos amoníaco. Otro nutriente, por ejemplo, es el fósforo y sus compuestos, como el fosfato, y/o el nitrógeno y sus compuestos, como el amonio, nitrato y/o nitrito. Un nutriente estaba presente originalmente en el residuo biogénico en una composición y/o cantidad similar.
- 40 [0034] Un "fertilizante" (o "abono") es, en particular, una sustancia pura o una mezcla de sustancias utilizada en la agricultura y silvicultura y/o en la horticultura para proporcionar y/o complementar los nutrientes disponibles para los cultivos y/o plantas cultivadas. Un fertilizante está enriquecido completamente con nutrientes y consiste en el granulado multicomponente sólido y fluido. Un fertilizante también puede ser un abono orgánico completo con una composición completa de nutrientes y/o propiedades de mejora del suelo.
- 45 [0035] Para asegurar un suministro adecuado de amoníaco a las plantas, el agente de adsorción preferentemente tiene una carga de amoníaco de al menos 1,5 mg de N por g de agente de adsorción y al menos el 60% del nitrógeno que previamente estaba presente en una corriente de aire residual.
- 50 [0036] Así, se obtiene un fertilizante de mayor calidad, rico en nutrientes y especialmente en amoníaco, sólido y, por lo tanto, apto para su transporte.
- 55 [0037] Por "carga de amoníaco" se entiende, en particular, la masa de amoníaco que, en estado de equilibrio, queda adsorbida en la superficie específica BET del agente de adsorción o en la masa del agente de adsorción. El amoníaco se expresa específicamente como nitrógeno (N).
- 60 [0037] Por "carga de amoníaco" se entiende, en particular, la masa de amoníaco que, en estado de equilibrio, queda adsorbida en la superficie específica BET del agente de adsorción o en la masa del agente de adsorción. El amoníaco se expresa específicamente como nitrógeno (N).
- 65

5 [0038] Por ejemplo, en el caso de una zeolita con un tamaño de grano en el rango de 1 a 5 mm, se alcanzan cargas de entre al menos 1,5 y al menos 8 mg de N/g de zeolita (clinoptilolita). En la literatura, la superficie del tipo de zeolita utilizada se estima en aproximadamente 600 m<sup>2</sup>/g. Según distintas fuentes, la clinoptilolita como zeolita generalmente presenta una superficie BET entre 500 m<sup>2</sup>/g y 1000 m<sup>2</sup>/g, dependiendo del origen geológico y el grado de molienda. Así, se obtiene una carga de amoníaco de 3 a 16 g de N por m<sup>2</sup> de superficie BET de la clinoptilolita como agente de adsorción. Esta carga se determinó mediante un montaje experimental en el que un flujo de gas cargado con N (amoníaco) de una unidad de stripping de gases fue conducido a través de una capa definida de zeolita, y las concentraciones de masa conocidas en el flujo de entrada y salida ("lavado ácido") se calcularon mediante pruebas en cubetas.

10 [0039] Por "superficie BET" se entiende la superficie que se determina mediante el método BET. En particular, la superficie específica relacionada con la masa se calcula a partir de datos experimentales.

15 [0040] La "descarga de aire" es en particular la descarga de aire de un proceso de secado en el que se seca un residuo biogénico y el nitrógeno del residuo biogénico pasa o ha pasado al descarga de aire en forma de amoníaco. El aire de salida es preferentemente el aire de salida de una sala de secado o de una sala de presecado. El amoníaco liberado en la descarga de aire es absorbido principalmente por el adsorbente y, por tanto, cargado en él.

20 [0041] En otro aspecto de la invención, el objetivo se logra mediante un método para producir un granulado multicomponente sólido que fluye libremente a partir de un residuo biogénico líquido, teniendo el residuo biogénico líquido sustancia orgánica y nutrientes, con el siguiente paso:

25 - secar al menos parcialmente el líquido junto con el residuo biogénico y un adsorbente mientras se suministra aire de secado en una sala de secado a una temperatura en un rango entre 60 °C y 250 °C, preferiblemente entre 80 °C y 160 °C, donde el residuo biogénico líquido se pulveriza en la sala de secado mediante un dispositivo de atomización y se realiza una granulación por aspersión de lecho fluidizado del residuo biogénico líquido, el adsorbente con el amoníaco del aire de secado que ha pasado al aire de secado durante el secado se carga, y con el cargado se carga la sustancia orgánica del residuo biogénico de secado El adsorbente está unido físicamente y el adsorbente cargado se envuelve por medio de la sustancia orgánica con el residuo biogénico, de modo que está presente un granulado sólido de múltiples componentes fluido, teniendo el granulado sólido de múltiples componentes fluido un tamaño de grano en un rango de 250 um a 10 mm.

30

[0042] De este modo se puede producir en un solo paso del proceso un granulado multicomponente sólido y fluido.

35 [0043] Al unir físicamente la sustancia orgánica del residuo biogénico con el adsorbente, el adsorbente se envuelve y recubre con el residuo biogénico, por ejemplo estiércol, de modo que esté presente estiércol granulado y/o en polvo.

40 [0044] Debido a que durante el secado el nitrógeno del residuo biogénico líquido pasa a la fase gaseosa como amoníaco y se adsorbe directamente sobre el adsorbente debido a la presencia simultánea del adsorbente en la sala de secado o en una sala posterior, el sólido que fluye libremente Los gránulos de varios componentes tienen al mismo tiempo un alto contenido de nutrientes. Además, una temperatura de secado especialmente inferior a 150 °C, preferentemente entre 60 °C y 100 °C, reduce la cantidad de nitrógeno que pasa a la fase gaseosa en forma de amoníaco y, por tanto, al aire de secado.

45 [0045] Sin embargo, la temperatura de secado también depende del tipo de residuo biogénico. Por ejemplo, puede resultar ventajoso secar los lodos de depuradora a una temperatura superior a 150 °C.

50 [0046] El término "líquido" significa en particular que el residuo biogénico tiene un estado líquido, en particular a una temperatura de 20 °C. Esto significa que las partículas del residuo biogénico pueden moverse entre sí. En particular, el residuo biogénico líquido presenta también en la fase líquida sustancias sólidas y/o macromoleculares, que pueden registrarse con el parámetro suma DQO (demanda química de oxígeno).

55 [0047] Por "secado" se entiende, en particular, la extracción de líquido y/o agua del residuo biogénico líquido y/o del agente de adsorción. En el secado se produce una reducción de la humedad y una transformación termo-física del líquido al estado gaseoso. El secado se realiza, en especial, mediante evaporación y/o vaporización. Durante el secado, se introduce aire de secado en el espacio de secado para facilitar la mezcla y/o la evacuación del vapor de agua y/o del amoníaco. En el "secado parcialmente conjunto", la extracción de líquido del residuo biogénico líquido y del agente de adsorción ocurre simultáneamente en el mismo espacio de secado, aunque la extracción de líquido en el secado conjunto no tiene que ser completa para cada uno de ellos (residuo biogénico líquido y agente de adsorción).

60 [0048] Una "sala de secado" es en particular un aparato, recipiente y/o sala en la que tiene lugar el secado del residuo biogénico líquido y/o del adsorbente. Una sala de secado puede ser, por ejemplo, un secador por pulverización, un secador de granulación por aspersión de lecho fluidizado, un secador de tambor, un secador de pared y/o un secador de paletas.

65 [0049] Los granulados de varios componentes sólidos y fluidos obtenidos después del secado conjunto presentan especialmente una humedad residual en el intervalo del 10 al 28 %, preferentemente del 15 al 20 %.

- [0050]** Para acelerar el secado del residuo biogénico líquido y/o adaptarlo específicamente al residuo biogénico líquido, el residuo biogénico líquido se seca previamente antes del secado conjunto, de modo que esté presente un residuo biogénico presecado.
- 5 **[0051]** Por lo tanto, el residuo biogénico líquido puede secarse primero parcialmente por separado antes de mezclarlo con el adsorbente como un residuo biogénico presecado y/o secarse adicionalmente juntos.
- 10 **[0052]** Por consiguiente, la etapa del proceso de presecado se puede adaptar de manera óptima al contenido de agua y/o a la composición del residuo biogénico líquido y de este modo también se puede optimizar el secado posterior junto con el adsorbente.
- [0053]** En particular, el residuo biogénico presecado tiene una humedad residual en el intervalo del 30 al 80 %, preferentemente del 40 % al 60 %.
- 15 **[0054]** En una forma adicional del procedimiento, se realiza la evacuación del aire de secado del espacio de secado y/o la retención de un nutriente, amoníaco según la invención, que haya pasado al aire de secado durante el secado y/o el pre-secado, y se adsorbe nuevamente en el agente de adsorción, de manera que el agente de adsorción queda cargado.
- 20 **[0055]** De este modo, los nutrientes que, debido al secado, se escapan del residuo biogénico hacia el aire de secado y, por lo tanto, hacia la descarga de aire, se adsorben al agente de adsorción, se fijan y se transfieren de nuevo al granulado multicomponente sólido y fluido fabricado.
- 25 **[0056]** Para alcanzar una alta cantidad de nutrientes en el producto fabricado, se devuelve el agente de adsorción cargado y se mezcla con el residuo biogénico líquido en el espacio de secado, de manera que el granulado multicomponente sólido y fluido esté completamente enriquecido con nutrientes y, por lo tanto, sea un fertilizante completo.
- 30 **[0057]** De este modo, con solo dos pasos del procedimiento, se puede fabricar un granulado multicomponente sólido y fluido que esté completamente enriquecido con nutrientes y, por lo tanto, sea utilizable como abono orgánico. En este caso, el fósforo como otro nutriente se transfiere al granulado multicomponente sólido y fluido fabricado en su cantidad original debido a su permanencia en y/o en la sustancia orgánica del residuo biogénico, mientras que la porción de nitrógeno del residuo biogénico original que se transfiere a la fase gaseosa durante el secado y/o el pre-secado se adsorbe nuevamente en el agente de adsorción como amoníaco y, por lo tanto, también se transfiere al granulado multicomponente sólido y fluido fabricado. De este modo, el granulado multicomponente sólido y fluido contiene, esencialmente, los nutrientes originales en su composición y cantidad.
- 35 **[0058]** Es particularmente ventajoso que una alta concentración de nitrógeno y/o amoníaco pueda ser refijada sin la adición externa de ácido, es decir, de manera libre de ácido. A diferencia de un procedimiento convencional de adsorción, el agente de adsorción cargado no se regenera, sino que se mantiene en su estado cargado, vinculado físicamente al residuo biogénico a través de la sustancia orgánica. En este caso, el agente de adsorción cargado actúa particularmente como un germen de secado, recubierto por la sustancia orgánica del residuo biogénico.
- 40 **[0059]** Además, el granulado multicomponente sólido y fluido, como fertilizante completamente enriquecido, promueve la formación de humus debido a la sustancia orgánica y, especialmente, debido al agente de adsorción, también mejora la capacidad de retención de agua, lo que influye positivamente en las propiedades del suelo. En particular, cuando el agente de adsorción es de origen natural, ya presenta propiedades que mejoran el suelo. Sobre todo, al fijarse la carga original de nitrógeno del residuo biogénico en el agente de adsorción, se fomenta el crecimiento de las plantas.
- 45 **[0060]** De este modo, se produce un producto completo y rico en nitrógeno que conserva todos los nutrientes originales, especialmente el nitrógeno, así como propiedades mejoradoras del suelo (como la estructura para la formación de humus, material higroscópico para la retención de agua y similares), que se presenta en forma de granulado, y que puede ser utilizado tanto como fertilizante transportable como materia prima para otros usos. Es particularmente ventajoso que el granulado multicomponente sólido y fluido producido, como fertilizante orgánico, pueda aplicarse directamente en áreas agrícolas utilizando las tecnologías de distribución habituales.
- 50 **[0061]** En una forma adicional del procedimiento, el residuo biogénico presecado y el agente de adsorción cargado se mezclan y/o secan conjuntamente en un espacio de secado nocturno.
- 55 **[0062]** De este modo, el residuo biogénico líquido puede ser presecado inicialmente por separado y el amoníaco que se ha transferido al aire de secado durante el presecado del residuo biogénico líquido se fija en un tratamiento posterior de la descarga de aire, por ejemplo, en una columna de adsorción rellena con el agente de adsorción. A continuación, sin necesidad de devolverlo al espacio de presecado, el agente de adsorción cargado se mezcla directamente con el residuo biogénico presecado y, si es necesario, se seca conjuntamente.
- 60 **[0063]** Si se alcanza una temperatura suficientemente alta durante el presecado del residuo biogénico líquido, el residuo biogénico presecado aún puede retener suficiente energía térmica, de modo que en un espacio de secado nocturno no calefaccionado, como un mezclador, se alcanza una temperatura suficiente para la formación de la unión física entre el
- 65

material orgánico del residuo y el agente de adsorción. Alternativamente, el espacio de secado nocturno también puede ser calefaccionado y/o se puede volver a introducir aire de secado en el espacio.

5 **[0064]** Una "sala de post-secado" corresponde en función a la cámara de secado definida anteriormente, teniendo la cámara de post-secado alternativa o adicionalmente también la función de mezclado. Una sala de post-secado es en particular un fabricante. Una sala de post-secado puede ser, por ejemplo, un tornillo calentable, un dispositivo de granulación, de mezcla o de dosificación. Para respaldar esto, se puede agregar aire seco y/o caliente a una temperatura superior a la temperatura ambiente *en* la sala de post-secado. Sin embargo, debido a la generación de calor debido a la fricción entre las partículas durante la granulación y/o mezcla, la sala de post-secado también puede funcionar sin suministro de calor y/o aire.

15 **[0065]** Para producir un granulado multicomponente sólido y fluido y un fertilizante completamente enriquecido con nutrientes, se prefiere secar conjuntamente el residuo biogénico líquido y/o el residuo biogénico presecado y el adsorbente y/o el adsorbente cargado a una temperatura en un intervalo de 60 °C a 150 °C, preferiblemente de 80 °C a 100 °C.

20 **[0066]** Debido a la baja temperatura de secado, el nitrógeno originalmente unido en el residuo biogénico no pasa completamente a la fase gaseosa como amoníaco durante el secado, sino que permanece presente en el residuo biogénico secado en su forma original de unión, por ejemplo como nitrógeno unido orgánicamente. De esta manera se conserva en gran medida la composición original de la carga de nitrógeno con sus distintos componentes (ligados orgánicamente, amonio, amoniaco, nitrato, nitrito). De este modo se descarga la etapa de adsorción posterior como tratamiento de la descarga de aire.

25 **[0067]** En otra forma de realización del método, el adsorbente y/o el adsorbente cargado se alimentan de forma continua o discontinua a la sala de secado o a la sala de post-secado.

30 **[0068]** Asimismo, el residuo biogénico líquido y/o el residuo biogénico presecado se pueden alimentar de forma continua o discontinua a la sala de secado o a la sala de post-secado.

35 **[0069]** Para lograr una superficie específica grande y una dispersión del residuo biogénico líquido, el residuo biogénico líquido se pulveriza en la sala de secado usando un dispositivo de atomización y se lleva a cabo una granulación por aspersión de lecho fluidizado del residuo biogénico líquido.

40 **[0070]** Por lo tanto, el residuo biogénico líquido se divide finamente dentro del espacio de secado y se mezcla bien con el adsorbente o el adsorbente cargado devuelto para lograr una unión óptima del residuo biogénico líquido al adsorbente y su recubrimiento.

45 **[0071]** Además, la pulverización y la granulación en lecho fluidizado consiguen un recubrimiento y/o envoltura del adsorbente cargado de amoniaco, lo que evita que el amoniaco unido al adsorbente se libere prematuramente al aire de secado. De este modo se consigue posteriormente en el producto fertilizante producido una liberación uniforme de la carga de nitrógeno desde el adsorbente cargado al suelo a fertilizar.

50 **[0072]** Además, la granulación por aspersión de lecho fluidizado consigue un envasado óptimo en un producto vertible, transportable y en gran medida exento de agua, que puede utilizarse como fertilizante o, alternativamente, suministrarse como producto seco para su aprovechamiento térmico, ya que esto se debe a su uniformidad, Una superficie específica alta y una buena dosificación se pueden soplar de manera óptima en un incinerador.

55 **[0073]** En general, durante la granulación, los parámetros temperatura, presión y/o humedad residual son particularmente importantes para la formación de un producto fluido. Aquí no sólo es decisiva la temperatura en la sala de secado, sino también la temperatura directamente en las partículas granuladas, debido, por ejemplo, a la fricción entre las partículas.

60 **[0074]** Un "dispositivo atomizador" se utiliza en particular para dividir líquidos, suspensiones y/o dispersiones en gotas finas. En particular, un dispositivo de atomización aumenta la superficie libre específica y favorece procesos de intercambio de masa y/o de calor. Un dispositivo de atomización puede ser, por ejemplo, una boquilla de presión de una o dos sustancias, un atomizador neumático y/o un atomizador giratorio.

65 **[0075]** En una "granulación por aspersión de lecho fluidizado", la atomización, el secado y la granulación se llevan a cabo simultáneamente en un lecho fluidizado hecho de residuo biogénico, adsorbente y/o adsorbente cargado. La granulación por aspersión de lecho fluidizado sirve especialmente para poner en estrecho contacto el residuo biogénico dispersado pulverizado, el adsorbente descargado y/o cargado y el aire seco mediante una mezcla intensiva. Aquí las partículas sólidas se ponen en estado fluidizado.

**[0076]** Por lo tanto, la granulación por aspersión de lecho fluidizado elimina la necesidad de pasos posteriores del proceso, tales como peletización y/o granulación, ya que en la salida del secador de granulación por aspersión de lecho fluidizado ya están presentes gránulos sólidos de múltiples componentes que fluyen libremente, que pueden utilizarse directamente como fertilizante completo.

[0077] En otra forma de realización del método, el adsorbente y/o el adsorbente cargado tiene silicato de aluminio, zeolita, carbón activado, biocarbón y/o nanopartículas.

5 [0078] Así, el tipo de adsorbente seleccionado se puede adaptar a la composición del residuo biogénico líquido, a las propiedades de mejora del suelo deseadas posteriormente y a la cantidad de nutriente a adsorber, amoníaco.

10 [0079] Un "silicato de aluminio" (también llamado "aluminosilicato" o "aluminosilicato") es en particular un mineral y/o un compuesto químico del grupo de los silicatos. Un silicato de aluminio es particularmente un componente de la corteza terrestre.

15 [0080] Una "zeolita" es un aluminosilicato cristalino. En particular, una zeolita puede encontrarse de forma natural y/o producirse sintéticamente. Por zeolita se entiende también una zeolita modificada y/o pretratada. Una zeolita contiene en particular aluminio y óxido de silicio. Una zeolita se compone especialmente de una estructura microporosa de tetraedros de  $AlO_4$  y  $SiO_4$ , estando unidos los átomos de aluminio y silicio entre sí mediante átomos de oxígeno.

20 [0081] "Carbón activado" es en particular carbón poroso, de grano fino y con una gran superficie interna. El carbón activado está especialmente granulado o prensado.

[0082] Por "biocarbón" (también "carbón vegetal") se entiende especialmente carbón producido mediante carbonización pirolítica de materias primas puramente vegetales. Por ejemplo, el biocarbón se elabora a partir de madera o cáscaras de coco.

25 [0083] Por nanopartículas se entiende en particular conjuntos de algunos a varios miles de átomos o moléculas, que normalmente tienen un tamaño de 1 a 100 nanómetros. En particular, las nanopartículas también pueden surgir de forma natural y/o producirse sintéticamente. Las nanopartículas son, por ejemplo, nanopartículas que contienen carbono, óxidos semimetálicos y/o nanopartículas que contienen carbono con una forma determinada, como por ejemplo un nanotubo como cuerpo hueco alargado.

30 [0084] Para reciclar el nitrógeno y alcanzar esencialmente la concentración de nitrógeno original, se une amoníaco en el aire de secado en una proporción del 50% al 99%, preferiblemente del 60% al 85%, desde el aire de secado al adsorbente y/o al sólido. Se transfieren gránulos multicomponente que fluyen libremente.

35 [0085] En otra configuración del procedimiento, durante el secado conjunto del residuo biogénico líquido o del residuo biogénico presecado y del adsorbente y/o del adsorbente cargado se añade adicionalmente otra sustancia orgánica.

[0086] De este modo se pueden mejorar y/o modificar de forma selectiva las propiedades de mejora del suelo añadiendo la sustancia orgánica.

40 [0087] La "otra sustancia orgánica" tiene en particular propiedades mejoradoras del suelo. La otra sustancia orgánica es, por ejemplo, una sustancia húmica o un ácido húmico.

45 [0088] En un aspecto adicional de la invención, el objetivo se logra mediante un granulado de fertilizante completo, según la reivindicación 13, donde el granulado de fertilizante se produce según un método descrito anteriormente, según la reivindicación 3.

[0089] De este modo se proporciona un granulado de fertilizante seco, rico en nutrientes y de flujo libre, que sólo requiere una etapa de proceso como secado y adsorción combinados o dos etapas de proceso de secado y posterior tratamiento de la descarga de aire en una etapa de adsorción.

50 [0090] De este modo se obtiene un granulado de fertilizante completo, económico y ecológicamente ventajoso.

[0091] La invención se explica con más detalle mediante ejemplos de realización.

55 La figura 1 muestra una vista en sección muy esquemática de una planta de producción de fertilizantes con un secador por aspersión de lecho fluidizado y una columna de adsorción aguas abajo para el tratamiento del aire residual y el reciclado de la zeolita cargada, y

60 La figura 2 muestra una vista en sección muy esquemática de una planta de producción de fertilizantes con un secador por aspersión de lecho fluidizado, una columna de adsorción para el tratamiento del aire residual y un mezclador de tambor calentado.

65 [0092] Una planta de producción de fertilizantes 101 está diseñada en dos etapas a partir de un secado por aspersión 103 y un tratamiento de descarga de aire 121. En el secado por aspersión 103, se utiliza un secador por aspersión de lecho fluidizado 105, al que se suministra estiércol líquido a través de una línea de entrada 109, aire seco a través de una línea de entrada 111 y zeolita cargada a través de una línea de retorno 113. El secador por aspersión de lecho fluidizado 105 tiene un atomizador giratorio 107 en la parte superior de la sala de secado y una línea de descarga 115 para los

## ES 2 998 191 T3

gránulos de fertilizante producido en la parte inferior. La temperatura en el secador por aspersión de lecho fluidizado 105 es de 95 °C.

5 **[0093]** El tratamiento de descarga de aire 121 tiene una columna de adsorción 123 y un condensador 131. En la zona superior se alimenta zeolita descargada a través de una línea de entrada 125 a la columna de adsorción 121 como adsorbente.

10 **[0094]** En la zona inferior de la columna de adsorción 123 se encuentra una línea de descarga 127 con zeolita cargada, que está conectada con la línea de retorno 113 para la zeolita cargada al secador por aspersión de lecho fluidizado 105. La línea de descarga de aire 119 del secador por aspersión de lecho fluidizado 105 se conduce a la columna de adsorción 123.

15 **[0095]** Además, la columna de adsorción 123 tiene una línea de aire de descarga 129, que desemboca en un condensador 131. El condensador 131 tiene una línea de descarga de aire 133 a través de la cual la descarga de aire limpio se libera al medio ambiente o, opcionalmente, se devuelve a la columna de adsorción 123. Además, el condensador 131 tiene una línea de descarga 135 para agua condensada.

20 **[0096]** Para producir los gránulos de fertilizante 117, estiércol líquido, la línea de entrada 111, aire seco y la línea de retorno 113 cargadas con zeolita se alimentan continuamente al secador por aspersión de lecho fluidizado 105 a través de la línea de entrada 109, teniendo lugar una dispersión fina y una mezcla intensiva por medio del atomizador giratorio 107. Como resultado, el estiércol entra en contacto con la zeolita cargada y las sustancias orgánicas del estiércol quedan físicamente unidas a la zeolita cargada. Aquí, la zeolita cargada está rodeada y recubierta por estiércol líquido. Además, la zeolita cargada con amoníaco en la columna de adsorción 123 es muy rápidamente envuelta por el estiércol líquido debido al retorno a través de la línea de retorno 113, de modo que sólo una pequeña proporción del 40% del amoníaco adsorbido pasa al aire seco a pesar de secado en el secador por aspersión de lecho fluidizado 105.

30 **[0097]** El granulado de fertilizante formado a partir de estiércol mediante la sustancia orgánica combinada con la zeolita cargada se extrae en la zona inferior del secador por aspersión de lecho fluidizado 105 a través de la línea de descarga 115 y se presenta directamente como producto granulado y comercializable.

35 **[0098]** Durante el secado por aspersión 103 en el secador por aspersión fluidizado 105, la descarga de aire cargado con amoníaco y vapor de agua ingresa continuamente a la columna de adsorción 123 a través de la línea de descarga de aire 119 desde el secador por aspersión de lecho fluidizado 105. La columna de adsorción tiene una temperatura de 40 °C. En la columna de adsorción 123, la zeolita descargada alimentada continuamente se carga cada vez más con amoníaco, alcanzando una carga promedio de 3,3 mg de N (amoníaco) por g de zeolita. La zeolita cargada de amoníaco se añade de forma completamente continua al secador por aspersión de lecho fluidizado 105 a través de la línea de retorno 113. Como resultado, el amoníaco que ha pasado al aire de secado se convierte completamente en los gránulos de fertilizante 117 en su concentración original.

40 **[0099]** La descarga de aire de la columna de adsorción 123 se transfiere por medio de la línea de aire de descarga 129 al condensador 131, en el que se condensa el vapor de agua en la descarga de aire y el agua se elimina por medio de la línea de descarga 135. En la cabeza del condensador 131, la descarga de aire purificado sale del condensador 131 a través de la línea de descarga de aire 133.

45 **[0100]** En una alternativa, una planta de producción de fertilizantes 201 tiene un secado 203 con un secador por aspersión de lecho fluidizado 205 y un post-secado 241 con un mezclador de tambor calentado 243 así como un tratamiento de descarga de aire 221 con una columna de adsorción 223 y un condensador 231.

50 **[0101]** El secador por aspersión de lecho fluidizado 205 tiene una línea de entrada 209 para estiércol líquido, una línea de entrada 211 para aire seco y un atomizador giratorio 209 en la parte superior interior. En la zona inferior del secador por aspersión de lecho fluidizado 205 está dispuesta una línea de descarga 215 para estiércol parcialmente secado. La descarga de aire del secador por aspersión de lecho fluidizado 205 se alimenta a la columna de adsorción 223 a través de la línea de descarga de aire 219.

55 **[0102]** La columna de adsorción 223 y el condensador 231 están diseñados como se describió anteriormente. Sin embargo, la zeolita cargada no regresa al secador por aspersión de lecho fluidizado 205, sino que la línea de descarga 227 para la zeolita cargada se conduce al mezclador de tambor calentado 243. Asimismo, la línea de descarga 215 para estiércol líquido parcialmente seco 217 es conducida desde el secador por aspersión de lecho fluidizado 205 al mezclador de tambor calentado 243. El mezclador de tambor calentado 243 como post-secado 241 presenta un conducto de salida 245 para el granulado de fertilizante.

60 **[0103]** Para producir los gránulos de fertilizante 245, se suministra continuamente estiércol líquido al secador por aspersión de lecho fluidizado 205 a través de la línea de entrada 209 y aire seco a través de la línea de entrada 211 y se dispersa y mezcla usando el atomizador giratorio 207. Aquí, el estiércol disperso se seca previamente a una temperatura de 130 °C y se alimenta como estiércol parcialmente seco 217 a través de la línea de descarga 215 al mezclador de tambor calentado 243.

5 **[0104]** Además, la descarga de aire del secador por aspersión de lecho fluidizado 205 se elimina continuamente a través de la línea de descarga de aire 219 y se alimenta a la columna de adsorción 223. Debido al secado previo en el secador por aspersión de lecho fluidizado 205, el nitrógeno se transfiere parcialmente como amoníaco desde el estiércol líquido a la descarga de aire y se alimenta a la columna de adsorción 223 con la descarga de aire. El amoniaco se une en la columna de adsorción 223 a una temperatura de 30 °C con la zeolita descargada que se suministra continuamente a través de la línea de entrada 225, siendo alimentada la zeolita cargada al mezclador de tambor calentado 243 a través de la línea de descarga 227 para el post-secado 241.

10 **[0105]** El mezclador de tambor calentado 243 tiene una temperatura de 80 °C y mezcla la zeolita cargada con amoníaco y el estiércol parcialmente seco 217, de modo que las sustancias orgánicas del estiércol parcialmente seco se unan físicamente a la zeolita cargada y de ese modo produzcan los gránulos de fertilizante, que están sobre la línea de extracción 245 se retira como un producto completo y listo para la venta. La función adicional de la columna de adsorción 223 y el condensador 231 corresponde a la columna de adsorción 123 y el condensador 131 descritos anteriormente.

15 Lista de símbolos de referencia

**[0106]**

- 20 101 Planta de fabricación de fertilizantes
- 103 Secado por aspersión
- 105 Secador por aspersión de lecho fluidizado
- 107 Atomizador giratorio
- 109 Línea de entrada para estiércol líquido
- 111 Línea de entrada para aire seco
- 25 113 Línea de retorno para zeolita cargada
- 115 Línea de descarga para gránulos de fertilizante
- 117 Gránulos de fertilizante
- 119 Línea de descarga de aire del secador por aspersión de lecho fluidizado
- 121 Tratamiento de descarga de aire
- 30 123 Columna de adsorción
- 125 Línea de entrada con zeolita descargada
- 127 Línea de descarga con zeolita cargada
- 129 Línea de descarga de la columna de adsorción
- 131 Condensador
- 35 133 Línea de descarga de aire del condensador
- 135 Línea de descarga de agua
- 201 Planta de producción de fertilizantes
- 203 Secado
- 205 Secador por aspersión de lecho fluidizado
- 40 207 Atomizador giratorio
- 209 Línea de entrada para estiércol líquido
- 211 Línea de entrada para aire seco
- 215 Línea de descarga para estiércol parcialmente seco
- 217 Estiércol parcialmente seco
- 45 219 Línea de descarga de aire de secador por aspersión de lecho fluidizado
- 221 Tratamiento de descarga de aire
- 223 Columna de adsorción
- 225 Línea de entrada, zeolita no contaminada
- 227 Línea de descarga, zeolita cargada
- 50 229 Línea de descarga de aire de la columna de adsorción
- 231 Condensador
- 233 Línea de descarga de aire del condensador
- 235 Línea de descarga de agua
- 241 Post-secado
- 55 243 Mezclador de tambor calentado
- 245 Línea de descarga de granulado fertilizante

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Granulado multicomponente sólido-fluible (115, 245), en el que el granulado multicomponente sólido-fluible comprende un residuo biogénico con una sustancia orgánica y un agente de adsorción, en el que el agente de adsorción comprende una zeolita, y en el que la zeolita está cargada con un nutriente, siendo el nutriente amoníaco, y en el que la sustancia orgánica del residuo biogénico está físicamente unida a la zeolita, teniendo el granulado multicomponente sólido-fluible un tamaño de partícula en el rango de 250 mm a 10 mm, **caracterizado porque** la zeolita tiene una carga de amoníaco de al menos el 60% del nitrógeno previamente presente en la descarga de aire y la zeolita cargada está recubierta con el residuo biogénico mediante la sustancia orgánica, de modo que el granulado multicomponente sólido-fluible se presenta como un fertilizante completamente enriquecido con nutrientes.
- 10 2. Granulado multicomponente fluido sólido según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la zeolita tiene una carga de amoníaco de al menos 1,5 mg N/g de zeolita.
- 15 3. Procedimiento para la producción de un granulado multicomponente sólido y fluido a partir de un residuo biogénico líquido, conteniendo el residuo biogénico líquido una sustancia orgánica y nutrientes, con la siguiente etapa:
- 20 - secado conjunto, al menos parcial (103, 241) del residuo biogénico líquido y un agente de adsorción mediante la introducción de aire de secado en una cámara de secado (105, 243) a una temperatura en el intervalo entre 60 °C y 250 °C, preferiblemente entre 80 °C y 160 °C, en el que el residuo biogénico líquido se pulveriza en la cámara de secado por medio de un dispositivo atomizador (107, 207), y se lleva a cabo una granulación por aspersion de lecho fluidizado (105, 205) del residuo biogénico líquido, el agente de adsorción se carga con amoníaco del aire de secado que se ha transferido al aire de secado durante el secado, y la sustancia orgánica del residuo biogénico se seca estando conectada físicamente con el agente de adsorción cargado, y el agente de adsorción cargado se recubre con el residuo biogénico por medio del agente de adsorción cargado.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** antes del secado conjunto se lleva a cabo un presecado (203) del residuo biogénico líquido, de modo que se presenta un residuo biogénico presecado (217).
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado por** evacuar el aire de secado de la cámara de secado y/o ligar un amoníaco del aire de secado que se ha transferido al aire de secado durante el presecado al agente de adsorción, de modo que se presenta un agente de adsorción cargado.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por** devolver el agente de adsorción cargado y mezclarlo con el residuo biogénico líquido en la cámara de secado (105), de modo que el granulado multicomponente fluido sólido se presenta como un fertilizante completamente enriquecido con nutrientes (115).
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el residuo biogénico presecado y el agente de adsorción cargado se mezclan en una cámara de postsecado (243) y/o se secan conjuntamente.
- 45 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado porque** el secado conjunto del residuo biogénico líquido o residuo biogénico presecado y el agente de adsorción y/o el agente de adsorción cargado se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 60 °C a 150 °C, preferiblemente de 80 °C a 100 °C.
- 50 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizado porque** el agente de adsorción y/o el agente de adsorción cargado se introducen en la cámara de secado (105) o en la cámara de post-secado (243) de forma continua o discontinua.
- 55 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 9, **caracterizado porque** el agente de adsorción y/o el agente de adsorción cargado comprenden silicato de aluminio, zeolita, carbón activado, biocarbón y/o nanopartículas.
- 60 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizado porque** el amoníaco presente en el aire de secado se une al agente de adsorción y/o se transfiere al granulado multicomponente sólido de flujo libre en una cantidad del 50 % al 99 %, preferentemente del 60 % al 85 %.
- 65 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 11, **caracterizado porque** durante el secado conjunto del residuo biogénico líquido o del residuo biogénico presecado y del agente de adsorción y/o del agente de adsorción cargado se añade adicionalmente otra sustancia orgánica.
- 60 13. Granulados de fertilizantes completos (115, 245), en el que los granulados de fertilizantes se producen mediante un procedimiento según una de las reivindicaciones 3 a 12.

