

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 744**

51 Int. Cl.:

C08L 97/02 (2006.01)
B27N 5/00 (2006.01)
D01B 1/10 (2006.01)
A01D 43/04 (2006.01)
A01D 45/02 (2006.01)
A01D 91/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2014 PCT/EP2014/061176**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15180781**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2014 E 14726997 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3149085**

54 Título: **Procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y/o de un material fibroso a partir de residuos de cultivos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2020

73 Titular/es:
CORMO AG (100.0%)
Rue Saint-Pierre 8, c/o Alexandra Hayoz Achour
1700 Fribourg, CH

72 Inventor/es:
GRASS, STEFAN

74 Agente/Representante:
VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 796 744 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

Procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y/o de un material fibroso a partir de residuos de cultivos

5 **Sector de la técnica**
 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de nuevos materiales de origen biológico, especialmente materiales absorbentes y material fibroso.

10 La invención también se refiere a la extracción de estos nuevos materiales de origen biológico de las plantas, especialmente a las plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz) y a la transformación de las materias primas extraídas de las plantas, en dichos nuevos materiales de origen biológico.

15 La invención también se refiere a dichos nuevos materiales de origen biológico per se, así como a sus usos como superabsorbentes; rellenos fibrosos, medios para tratamientos químicos, medios para la purificación de sustancias gaseosas y/o líquidas; medios para descontaminar; medios para filtrar; componente de sustrato vegetal; componente fertilizante; etc.

20 La implementación de dichos nuevos materiales de origen biológico en sus numerosos usos, así como la preparación de los productos/composiciones derivados de dichos nuevos materiales de origen biológico, se engloban en la presente invención.

25 **Estado de la técnica**
 Hay una necesidad constante e impaciente de absorbentes de alto rendimiento y/o materiales fibrosos.

30 Se sabe que las espumas son materiales absorbentes utilizados en muchas industrias en un volumen enorme, por ejemplo, para el registro y retención de líquidos, para el aislamiento de edificios o para el embalaje. La gran mayoría de estas espumas se produce en la síntesis de materias primas fósiles y, por lo tanto, no está disponible de manera sostenible. Los ejemplos incluyen poliestireno y poliuretano. Además, el uso de copolímeros sintéticos de ácido acrílico y acrilato de sodio como absorbente en productos higiénicos, particularmente en pañales, cada vez es más extendido. La capacidad de hinchamiento de estos absorbentes conocidos es, por supuesto, un criterio crucial de sus resultados. Los materiales absorbentes con alta capacidad de absorción de agua también podrían tener aplicaciones importantes como sustratos de plantas o para mejorar las mezclas de abono. En esta perspectiva, dichos materiales absorbentes deben ser biodegradables, lo que obviamente no es cierto para las espumas sintéticas mencionadas anteriormente. Los materiales fibrosos son una categoría de absorbentes diferentes de las espumas, y que también podrían serlo en aplicaciones de cultivos.

40 En este sentido, los materiales de origen biológico parecen ser buenos candidatos como materias primas para la producción de absorbentes y/o productos fibrosos, que podrían usarse en aplicaciones donde se requiere su capacidad de absorción, hinchamiento de agua y fijación. Las plantas pueden proporcionar un suministro sostenible de espumas y/o materiales fibrosos que permitan aplicaciones en el área de plantación.

45 El documento DE 42 22 139 A1 describe un relleno hecho de trozos de vástagos de plantas con un alto contenido de médula, por ejemplo, de vástagos de maíz. Estas plantas usadas están en estado maduro. El proceso de fabricación consiste en cortar las plantas, recoger las hojas, agrupar y secar los tallos, dejándolos en el campo, hasta alcanzar un contenido seco del 80-90% en peso. A continuación, los tallos secos se cortan en cilindros de 0,5-10 cm de longitud para usar como formadores de poros para materiales de construcción porosos, como hormigón aireado, paneles de aislamiento y baldosas, como material de embalaje o como portadores de sustancias odoríferas contra plagas o para fertilizantes de plantas.

50 El documento EP0470596A2 describe un material absorbente hecho de tallos de maíz en forma granulada (granulometría comprendida entre 10 y 150 mallas: (2 mm - 100 µm). El procedimiento de fabricación comprende el desgranado, el vaciado, el aplastamiento y la separación por tamiz vibratorio, o de forma alternativa, un procesamiento en húmedo con posterior deshidratación y secado. Dicho material absorbente derivado del tallo de maíz se usa para hacer un artículo absorbente desechable (pañal, compresa higiénica femenina, compresa). Dicho procedimiento de fabricación no es industrial y no permite separar los diferentes componentes del tallo del maíz, concretamente, la médula, la corteza y las hojas. Los granulados de 2 mm a 100 µm según el documento EP0470596A2 contienen una mezcla de médula, corteza y hojas.

La invención tiene como objetivo abordar al menos uno de los problemas y/o necesidades anteriores:

65 a) proporcionar un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivos, siendo dicho procedimiento rápido e industrial;

b) proporcionar un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivos, dicho procedimiento que hace posible separar fácil y eficazmente la médula, la corteza y las hojas;

5 c) proporcionar un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivos, dicho procedimiento que permite obtener algunos gránulos superabsorbentes cuya capacidad de absorción de agua es mayor o igual a 5 veces su propio peso y cuya dimensión más grande (longitud) es mayor o igual a 2 mm;

10 d) proporcionar un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivos, dicho procedimiento que permite obtener a escala industrial y simultáneamente y distintivamente gránulos superabsorbentes y un material fibroso con diferentes funcionalidades utilizables;

e) proporcionar un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivos, dicho procedimiento que permite obtener algunos gránulos superabsorbentes cuya densidad en forma no comprimida, expresada en kg/m³, está comprendida entre 10-100;

15 f) proporcionar gránulos superabsorbentes y un material fibroso que tenga las especificaciones mencionadas anteriormente: características de fabricación, características de absorción; densidad;

g) proporcionar gránulos superabsorbentes útiles como medios absorbentes/de filtro/eliminación de productos gaseosos y/o líquidos procedentes de excrementos de animales, hidrocarburos líquidos, incluido el aceite y sus derivados o como soporte para el tratamiento químico de cualquier sustrato, dicho soporte que posiblemente incluye al menos un ingrediente activo, útil como adyuvante de procesamiento;

20 h) proporcionar un material fibroso como fertilizante y/o sustituto de la turba, y/o como ayuda para cultivos, material de embalaje, pulpa de papel, material de aislamiento o componentes de los mismos.

Objeto de la invención

25 Al perseguir este objetivo, el autor de la invención ha tenido el mérito de desarrollar un procedimiento nuevo y mejorado que permita cumplir con al menos uno de los objetivos antes mencionados (a-h).

30 Con ese fin, según un primer aspecto, la invención propone un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivo de plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz), que comprende las siguientes etapas:

35 (i) cortar los tallos de maíz plantados en el suelo del campo por debajo de la mazorca de maíz más baja de los tallos, de modo que los segmentos de tallos menos frondosos, que son preferiblemente más altos o iguales a -en orden creciente de preferencia- 30; 50; 70 cm, permanecen en el campo; cada segmento de tallo menos frondoso incluye un núcleo esponjoso, una corteza del tallo que envuelve el núcleo y una materia frondosa que envuelve la corteza del tallo o sostenida por el tallo;

(ii) cortar los segmentos de tallos menos frondosos lo más cerca posible del suelo;

(iii) cosechar los segmentos de tallos menos frondosos cortados en la etapa (ii);

40 (iv) cortar los segmentos de tallos menos frondosos cosechados en la etapa (iii) en secciones de tallo cuya dimensión más grande en mm -preferentemente su longitud- está comprendida entre -en orden creciente de preferencia- 5-50; 8-40; 10-30;

(v) proporcionar un golpe mecánico a las secciones de tallo de la etapa (iv) para

- 45 • separar sus núcleos esponjosos de sus cortezas de tallo, así como la materia frondosa,
- transformar dichas cortezas de tallo en trozos de fibra alargados;
- y obtener una mezcla que contenga:

50 f1. dichos núcleos esponjosos que forman la fracción de gránulos superabsorbentes,

f2. dichos trozos de fibra alargados que forman la fracción de materia fibrosa,

f3. y dicha materia foliar que forma la fracción frondosa;

(vi) separar las 3 fracciones entre sí;

(vii) recuperar las tres fracciones f1-f2-f3;

55 (viii) posiblemente reducir los gránulos superabsorbentes f1 hasta un tamaño de gránulo más pequeño comprendido entre 0,1-10 mm, preferiblemente entre 0,5-3 mm.

60 La presente invención se basa notablemente en el hallazgo de que una buena separación entre las diferentes partes de los tallos, garantiza el rendimiento de los productos de origen biológico como materias primas en diversas aplicaciones basadas en capacidades de absorción, bajas densidades, capacidades de filtrado; propiedades de aislamiento...

65 El gran tema de la invención es haber entendido cuán perjudiciales son los diferentes componentes de los tallos de las plantas (médula/corteza/hojas) entre sí y cuán importante es optimizar el fraccionamiento de estos componentes para perfeccionar las propiedades de aplicación de estas materias primas refinadas de origen biológico.

5 La viabilidad industrial y económica del procedimiento según la invención se basa también en el hecho de que la recuperación de los subproductos de las plantas se realiza para dar un alto valor añadido a los gránulos superabsorbentes recuperados y al material fibroso. De ahí se desprende que el procedimiento según la invención es competitivo con respecto a la transformación ordinaria de los residuos de cultivos en la industria de alimentación animal.

10 Pero el desafío de la separación eficaz fue bastante complicado en vista de la gran cantidad y la diversidad de los residuos de cultivo cosechados. La mezcla de estos materiales es muy poco homogénea y, por lo tanto, inadecuada para uso industrial.

15 El uso de tejido/médula esponjoso en el campo técnico supone que el tejido/médula esponjoso está separado de los demás materiales vegetales en su totalidad o en parte, de modo que las propiedades específicas del tejido/médula esponjoso se expresen en el mejor de los casos.

Otra dificultad que se ha superado mediante el procedimiento según la invención, es obtener diferentes fracciones de subproductos que tienen cada uno una densidad homogénea.

20 El procedimiento según la invención es continuo o discontinuo. Después de la etapa de cosecha (iii) de los tallos menos frondosos, estos últimos preferiblemente se cargan inmediatamente en medios de transporte. Luego se transfieren a un área donde se almacenan antes de procesarse en las siguientes etapas del procedimiento según la invención.

Definiciones

25 Estas definiciones se dan en el presente documento como ejemplos y están destinadas a facilitar la construcción del presente documento.

Los plurales son equivalentes a los singulares y recíprocamente.

"Maíz" significa cualquier planta de floración monocotiledónea análoga al maíz per se.

"Mazorca de maíz" corresponde a "mazorca".

30 "Esponjoso" significa poroso, superabsorbente, hecho de médula vegetal, es decir, de células parenquimatosas.

La "mazorca de maíz más baja de los tallos del campo" por debajo de la cual se cortan los tallos de maíz en la etapa (i) del procedimiento según la invención, corresponde preferiblemente a la mazorca de maíz más baja según lo determine el conductor de la trilladora de maíz.

35 Los "segmentos de tallos menos frondosos" son aquellos que tienen una relación de hoja [g de hojas/g de tallo] x100, por ejemplo, y en orden creciente de preferencia: menor o igual a 50; 30; 10; 5%.

Preferencias de la invención

40 1. El procedimiento

45 En una forma preferida de implementación, el procedimiento es discontinuo y comprende una primera etapa en el campo en la que se implementan las etapas (i)(ii)(iii), una segunda etapa de transporte de los segmentos de tallos menos frondosos cosechados, desde el sitio de cultivo a una posible área de almacenamiento y/o a un sitio de procesamiento, una posible tercera etapa de almacenamiento y una etapa final de procesamiento de los segmentos de tallos menos frondosos, en la que se implementan las etapas (iv) y las siguientes etapas. Dicha tercera etapa de almacenamiento hace posible estabilizar notablemente los segmentos de tallos menos frondosos cosechados, especialmente en términos de humedad, y proporcionar un almacenamiento temporal para la gestión de la siguiente producción industrial.

50 En una variante, el procedimiento según la invención comprende una etapa de secado de los segmentos de tallos menos frondosos cosechados, para que la materia seca sea mayor o igual al 70% en peso. Esta etapa de secado opcional podría producirse antes y/o después de la etapa de corte (ii). Antes de la etapa de corte (ii), los tallos pueden dejarse en el campo. Después de la etapa de corte (ii), los tallos pueden secarse en un área de almacenamiento y/o por medio de un secador. Típicamente a una temperatura de secado de 60-120 °C, el tiempo de permanencia en el intervalo de 10 a 20 horas. A una temperatura de secado más alta, el tiempo de secado se reduce en consecuencia.

55 Según una disposición favorable de la invención, el procedimiento se implementa en la madurez de las plantas (por ejemplo, maíz) después de la cosecha normal del maíz en las mazorcas.

60 Etapa (i)

65 Esta etapa puede llevarse a cabo por medio de un cortacésped convencional, cosechadora segadora, trilladora o cosechadora-trilladora combinada, durante una primera etapa en el campo.

Etapa (ii) y (iii)

5 Ventajosamente, los segmentos de tallos menos frondosos que se cortarán en la etapa (ii) tienen un diámetro mínimo mayor o igual a 10 mm, a 15 mm o incluso a 20 mm, preferiblemente comprendido entre 10 y 50 mm, y más preferiblemente, entre 15 y 40 mm.

Preferiblemente, las etapas (ii) y (iii) se implementan mediante una máquina agrícola habitual que es capaz de cortar y recolectar los segmentos de tallos menos frondosos durante una segunda pasada en el campo.

10 Después de la etapa de cosecha (iii) de los tallos menos frondosos, estos últimos preferiblemente se cargan inmediatamente en medios de transporte. Luego se transfieren a un área donde se almacenan antes de procesarse en las siguientes etapas del procedimiento según la invención.

Etapa (iv)

15 La transformación de los segmentos de tallos menos frondosos en secciones de tallo se realiza preferiblemente por medio de una cortadora/picadora clásica utilizada en la mecanización agrícola. Las secciones de tallo producidas en la etapa (iv) comprenden al menos el 50% en peso de la materia frondosa de los segmentos de tallos menos frondosos.

Etapa (v)

La etapa (v) puede asimilarse a un trillado.

Preferiblemente:

- 25
- las secciones de tallo de la etapa (iv) son transportadas y suspendidas en un flujo de aire para su procesamiento según la etapa (v);
 - las secciones de tallo de la etapa (iv) también se cortan para su procesamiento según la etapa (v);
 - el golpe mecánico proporcionado a las secciones de tallo de la etapa (iv) en el curso de la etapa (v) se realiza
- 30
- preferiblemente al menos parcialmente por la combinación,
- por un lado, de la colisión de las secciones del tallo en movimiento en el flujo de aire con al menos un rotor de al menos un ventilador que genera el flujo de aire, y
 - por otro lado, del corte que se implementa preferiblemente mediante aspa(s)/cuchilla(s) que están ubicadas
- 35
- ventajosamente en dicho(s) rotor(es).

Según una implementación peculiar de la invención, las 3 fracciones f1-f2-f3 se extraen de su flujo de aire de transporte antes de la etapa de separación (vi), preferiblemente por medio de al menos un ciclón.

40 Con respecto a los trozos de fibra alargados, hay preferiblemente una longitud máxima de -en mm y en orden creciente de preferencia- 100; 90; 80; 70; 60; 50; y un espesor máximo de -en mm y en orden creciente de preferencia- 20; 15; 10; 8; 6; 5.

Etapas combinadas (iv) y (v)

45 Las etapas (iv) y (v) pueden llevarse a cabo mediante un único dispositivo que comprende sucesivamente una cortadora y luego una trilladora que funciona como se ha explicado anteriormente.

Etapa (vi)

50 En una forma notable de procesamiento, la separación de las 3 fracciones f1-f2-f3 según la etapa (vi), comprende una primera separación de las 2 fracciones f1-f2 de la fracción f3, y una segunda separación de la fracción f1 de la fracción f2;

55 la primera separación se realiza preferiblemente por medio de al menos un tamiz de malla gruesa con un ancho de malla preferiblemente ≥ 40 mm y más preferiblemente ≥ 60 mm;

la segunda separación se realiza preferiblemente por medio de al menos un tamiz de ranura con un ancho preferiblemente ≤ 20 mm y, más preferiblemente ≤ 15 mm, y aún más preferiblemente comprendido entre 5 y 10 mm.

60 La elección se realiza según la invención, para usar en la etapa (vi) al menos uno de los tamices utilizados en la primera y/o en la segunda separación hay un tamiz vibratorio.

Etapa (vii)

La recuperación de las tres fracciones se realiza de la manera habitual por medio de una cinta transportadora, que recolecta las fracciones separadas al final de la parte de tamiz respectiva y envía las fracciones al siguiente proceso o etapa de almacenamiento, posiblemente por medio de un neumático transportador.

5 Etapa opcional (viii)

La trituración de los gránulos superabsorbentes f1 se realiza mediante una máquina agrícola clásica que podría ser, por ejemplo, un molino de martillos.

10 Etapa opcional (ix)

Las fracciones f1-f2-f3 se pueden secar antes de seguir procesándolas.

f1 compresión

15 En una implementación particular de la invención, la fracción f1 se comprime por medio de la prensa, por ejemplo, una prensa de tornillo o una prensa hidráulica.

Transformación de las materias primas constituidas por la fracción f1 f2 f3

20 → fracción f1

Los gránulos superabsorbentes f1 son apoyos notables para la retención de diferentes y numerosos compuestos de interés o de contaminantes, así como para la conversión química y biológica de estos retenidos.

25 Dicha conversión se lleva a cabo en general con la ayuda de ingredientes activos que pueden ser (co)catalizadores, adyuvantes de procesamiento, microorganismos y enzimas, activadores...

30 Dicho ingrediente activo se selecciona preferiblemente en el grupo que comprende -preferentemente que consiste en:

- los ácidos minerales, preferiblemente elegidos en el subgrupo que comprende -preferentemente constituido por-: H_3PO_4 , HCl, H_2SO_4 ...; siendo H_3PO_4 particularmente preferido;
- las bases minerales, preferiblemente elegidas en el subgrupo que comprende -preferentemente constituidas por-: NaOH, $Ca(OH)_2$, KCl, ...y sus mezclas;
- agentes modificadores de la química de la superficie de los gránulos, elegidos preferiblemente en los agentes hidrofobizantes o los agentes hidrofílicos;
- y sus mezclas.

40 Con respecto al suministro del ingrediente activo a los gránulos superabsorbentes f1, y según una característica excelente de la invención, los gránulos superabsorbentes f1 se ponen en contacto con al menos un ingrediente activo, este último preferiblemente en forma líquida, preferiblemente una disolución, que se pulveriza y/o en la que se ponen en remojo los gránulos superabsorbentes f1.

45 → fracción f2

Según una posibilidad de la invención, la fracción f2 se refina mecánicamente con el fin de reducir el espesor Tf de las fibras de la siguiente manera:

50
$$Tf \leq 1mm, \text{ y preferentemente } Tf \leq 0,5mm.$$

Dicho refinado se puede realizar por medio de molturación en seco o en húmedo. Los dispositivos que podrían usarse son, por ejemplo, un despastillado o un molino de martillos.

55 De una forma de implementación preferible, la fracción f2 se refina mecánicamente en la etapa húmeda para preparar una pulpa, preferiblemente con la incorporación de al menos un agente cáustico, prefiriéndose el hidróxido de sodio (NaOH), con el fin de reducir la longitud Lf de las fibras de la siguiente manera:

60
$$Lf \leq 3mm, \text{ y preferentemente } Lf \leq 2mm.$$

Para llevar a cabo este refinado en húmedo, es recomendable, según la invención, utilizar un equipo conocido adaptado para la preparación de pulpa. Estos últimos podrían ser, por ejemplo, un refinador o un despastillado. La cantidad de agente cáustico que se usa ventajosamente es, por ejemplo, hidróxido de sodio al 1-3% para la creación de una disolución acuosa y remojo del material en la mismo, o una relación de hidróxido de sodio al 3-20% sobre el

peso en seco de las fibras. Este refinado en húmedo también permite ajustar el índice de tracción (Tif) de las fibras, por ejemplo de la siguiente manera: Tif > 30 Nm/g, y preferiblemente Tif > 40 Nm/g. Dichas fibras refinadas están particularmente adaptadas para la fabricación de papel Kraft, o para la mejora del cartón a base de residuos de papel.

5
2. El dispositivo

En otro de sus aspectos, la invención se refiere también a un dispositivo especialmente para implementar el procedimiento según la invención y como se define anteriormente, dicho dispositivo que comprende:

- 10 (m.i) medio para cortar los tallos de maíz plantados en el suelo del campo debajo de la mazorca de maíz más baja de los tallos; dicho medio (m.i) que es preferiblemente el medio de *i.a* una segadora convencional, una segadora, una cosechadora, una trilladora o una cosechadora-trilladora combinadas;
- 15 (m.ii) medio para cortar los segmentos de tallos menos frondosos;
- (m.iii) medio para cosechar los segmentos de tallos menos frondosos cortados en la etapa (ii); dicho medio (m.ii) y (m.iii) que son preferiblemente el medio de *i.a* una máquina agrícola habitual, tal como un vehículo cortador de carga automática;
- (m.iv) medio para cortar los segmentos de tallos menos frondosos cosechados en la etapa (iii) en secciones de tallo;
- 20 (m.v) medio para proporcionar un golpe mecánico a las secciones de tallo de la etapa (iv);
- (m.vi) medio para separar las 3 fracciones f1-f2-f3 entre sí, dicho medio que comprende preferiblemente al menos un tamiz de malla gruesa con un ancho de malla preferiblemente ≥ 40 mm y más preferiblemente ≥ 60 mm y al menos un tamiz de ranura con un ancho preferiblemente ≤ 20 mm y más preferiblemente ≤ 15 mm, e incluso más preferiblemente comprendido entre 5 y 10 mm; dicho tamiz; al menos uno de dicho tamiz o tamices es un tamiz vibratorio;
- 25 (m.vii) medio para recuperar las tres fracciones f1-f2-f3;
- (m.iv' y v') posiblemente medio para generar un flujo de aire, preferiblemente un ventilador equipado con al menos un rotor y aspa(s)/cuchilla(s), para transportar las secciones de tallo de la etapa (iv);
- (m.vi') posiblemente al menos un ciclón para extraer las 3 fracciones f1-f2-f3 de su flujo de aire de transporte.

30 **Descripción de las figuras**

Una implementación preferida del procedimiento y una realización preferida de un subdispositivo según la invención, correspondiente a los medios (m.iv) a (m.ix), se muestra en los dibujos adjuntos en los que:

- 35 - La figura 1 es una vista esquemática del procedimiento preferido y el subdispositivo.
- La figura 2 es una vista en perspectiva de los medios particulares (iv)(v)(iv')(v') del subdispositivo de la figura 1

Descripción detallada de la invención

40 El subdispositivo de la figura 1 comprende una unidad de dosificación y alimentación 1, que suministra los segmentos de tallos menos frondosos cortados en la etapa (ii) a una cinta transportadora 2. Esta última los transporta al conjunto 3 que comprende medios de corte (medios m.iv y iv') y de impacto o golpe (medios v y v').

45 En esta realización preferida, el conjunto 3 para cortar los segmentos de tallos menos frondosos cosechados en la etapa (iii) en secciones de tallo y para proporcionar un golpe mecánico a dichas secciones de tallo se integran en un único subconjunto que se muestra en la figura 2. Este subconjunto integrado es ventajosamente un ventilador 30 hecho de un cojinete de rotor y aspa(s)/cuchilla(s). Dicho ventilador 30 es giratorio alrededor de un eje (A), que es paralelo al flujo de aire y que preferiblemente es también el eje del conducto en el que circula el flujo de aire. Preferiblemente, el ventilador 30 comprende una parte central 31 sólida que se extiende en un plano ortogonal al eje (A). Uno o varios (aquí 2) cortadores 32 se fijan cada uno por medio de un soporte 33, en la cara hacia arriba de la parte central 31, mientras que el borde periférico 34 de la parte central 31 está equipado con espas 35, cuyos planos son sustancialmente diametrales.

50 Dicho conjunto 3 también genera un flujo de aire para transportar (transporte neumático) la mezcla f1 / f2 / f3 a un ciclón (medio m.vi), que separa el flujo de aire de la mezcla f1 / f2 / f3 y que transfiere esta mezcla a un primer tamiz vibratorio de malla gruesa 5 (medio m.vi) y seguido de un segundo tamiz vibratorio de ranura 6 (medio m.vi). Algunos medios de recuperación (vii) (por ejemplo, cintas transportadoras y transportadores neumáticos), permiten obtener por separado las 3 fracciones f1 [filtrado del segundo tamiz] / f2 [retenido del segundo tamiz] / f3 [retenido del primer tamiz]. Para los gránulos f1, la siguiente cadena de transformación puede comprender un molino de martillos 7 para la reducción de tamaño, una secadora 8 y una prensa 9, antes de un tratamiento de transformación adicional como dejarlo en remojo en un ingrediente activo que se fijará en el soporte hecho de los gránulos f1.

60 Para el material fibroso f2, la siguiente cadena de transformación puede comprender un depósito de suspensión 10, para preparar una suspensión de f2 en agua, en la que se puede añadir líquido cáustico, un refinador 11, medio para deshidratar 12 y una secadora 13.

3. Los productos hechos de fracciones f1 y f2

→ fracción f1

5 La fracción f1 está compuesta de gránulos superabsorbentes, que se pueden obtener del procedimiento según la invención. Están hechas de la médula del tallo esponjoso/poroso de plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz) y tienen una capacidad de absorción de agua -expresada en múltiplos de su propio peso en seco y dada en lo sucesivo en un orden creciente de preferencia- mayor o igual a 15; 17; 19 y comprendida entre 20-50; 20-40; 20-35; 20-30.

10 Los gránulos superabsorbentes pueden tener una densidad en forma no comprimida -expresada en kg de materia seca por m³ y dada en lo sucesivo en un orden creciente de preferencia- comprendida entre 10-100; 20-70; 25-50; 20-30.

15 Los gránulos superabsorbentes pueden tener una densidad en forma comprimida -expresada en kg/m³ y dada en lo sucesivo en un orden creciente de preferencia- mayor o igual a 100; 200; 300; 400; y comprendida entre 100-700; 200-700; 300-700.

20 Los gránulos superabsorbentes pueden tener una dimensión máxima de gránulos (PMD) -expresada en mm y dada en lo sucesivo en un orden creciente de preferencia-:

- $5 \leq \text{PMD} \leq 30$; $6 \leq \text{PMD} \leq 20$; $8 \leq \text{PMD} \leq 15$;
- o comprendida entre $0,1 \leq \text{PMD} < 5$; $0,3 \leq \text{PMD} \leq 3$; $0,5 \leq \text{PMD} \leq 2$.

25 Los rendimientos de absorción de estos gránulos se optimizan notablemente ya que solo están constituidos (o casi > 90% en peso) de la médula esponjosa parenquimatosa de plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz). En particular, estos gránulos están libres de corteza (f2) que se ha eliminado bien de la médula. Da un acceso completo a las propiedades de absorción muy interesantes de la estructura porosa de la médula de la planta.

30 La capacidad de absorción de agua se mide dejando en remojo los gránulos derivados de la etapa (viii) en agua durante 60 segundos, decantando el exceso de agua, determinando el peso total y dividiendo el peso total por el peso en seco inicial de los gránulos.

35 Las otras propiedades ventajosas de los gránulos son la resistencia al tratamiento ácido y cáustico, el contenido muy bajo de nutrientes, la alta resistencia a la presión mecánica y el pequeño tamaño de poro, que dan una superficie interior muy grande.

40 Por ejemplo, los gránulos antes de la etapa (viii) no muestran ningún efecto visual después de dejar en remojo en H₃PO₄ 2M durante 8 meses. El análisis de nutrientes de los gránulos proporciona cenizas 9,6%, nitrógeno total 6,6 g/kg, fósforo 0,8 g/kg, potasio 30 g/kg, calcio 1,6 g/kg y magnesio 0,9 g/kg. El bajo contenido de nutrientes es un factor limitante para el crecimiento microbiano. Una carga de peso de 500 kg/m² en un lecho completamente remojado de los gránulos antes de la etapa (viii) resultó en una reducción del espesor del lecho de solo menos del 20%. El tamaño medio de los poros de los gránulos es inferior o igual a 0,5 mm.

45 Con respecto al tamaño de los gránulos, el intervalo grueso de la dimensión máxima de los gránulos (PMD), que es: $5 \leq \text{PMD} \leq 30$ ofrece propiedades diferentes de las del intervalo fino de $\text{PMD } 0,1 \leq \text{PMD} < 5$.

50 De hecho, un lecho de gránulos de intervalo grueso antes de la etapa (viii) proporciona grandes espacios intersticiales entre los gránulos y da como resultado una diferencia de presión de aire mucho más baja a través del lecho. Esta es una ventaja crítica en determinadas aplicaciones de filtro.

Los gránulos de intervalo fino ofrecen una absorción de humedad mucho más rápida y completa en comparación con los gránulos de intervalo grueso. Esta es una ventaja crítica en determinadas composiciones de sustrato vegetal.

55 Los gránulos comprimidos ofrecen ventajas críticas para el almacenamiento y transporte de materiales. Además, las características de absorción de líquido de los gránulos de intervalo grueso mejoran mucho cuando los gránulos se comprimen. Tras el remojo, los gránulos comprimidos absorben rápidamente el líquido a su capacidad máxima y se hinchan al volumen original. Esta es una ventaja crítica cuando se preparan gránulos de intervalo grueso tratados químicamente para determinadas aplicaciones de filtro.

60 → fracción f2

La invención se refiere también a una fracción fibrosa f2 que proviene de la corteza del tallo y tiene:

- una capacidad de absorción de agua -expresada en múltiplos de su propio peso en seco- mayor o igual a 5, preferiblemente a 6, y más preferiblemente comprendida entre -en orden creciente de preferencia- 4 y 15; 5 y 10; 6 y 9;

- y fibras individuales unidimensionales orientadas aleatoriamente en un lecho de fibras, formando un material tridimensional con poros grandes.

5 Esta naturaleza fibrosa es claramente distinta de la estructura parenquimatosa de la médula f1, con respecto a diferentes aspectos: biológicos, físicos, químicos.

10 Por ejemplo, los dos materiales se pueden distinguir, por ejemplo, por el tamaño de poro (poros mucho más pequeños dentro de los gránulos f1), capacidad de absorción (mucho más grande para los gránulos f1), capacidad de desorción (desorción de agua mucho mayor de la fracción f2), superficie interior (mucho más grande dentro de los gránulos f1).

10 Además de la absorción, otra propiedad ventajosa de la fracción fibrosa f2 es el desarrollo de una fuerte adhesión entre fibras tras secar el material. Este efecto se atribuye al alto contenido de celulosa y la presencia de grupos libres de OH- en la superficie de la celulosa.

15 La fracción sin procesar f2 se puede refinar para producir fibras que tengan las siguientes características: espesor Tf, longitud Lf:

$$Tf \leq 1\text{mm},$$

20 $Lf \leq 30\text{mm},$

Dichas fibras pueden usarse, por ejemplo, como un sustituto de la turba.

25 El refinado adicional, con la incorporación de un agente cáustico, da como resultado fibras que tienen las siguientes características: longitud Lf e índice de tracción Tlf:

$$Lf \leq 3\text{mm}$$

$$Tlf > 30 \text{ Nm/g}$$

30 En términos de propiedades, la fracción fibrosa refinada f2 difiere de las fibras no refinadas por su estructura más fina, la mayor superficie por unidad de peso y la mejor expresión de las propiedades de adhesión tras el tratamiento con un agente cáustico. Este último es de importancia crítica para aplicaciones en el sector del papel y el cartón.

→ Composiciones hechas de la fracción f1 y/o la fracción f2

35 Los gránulos superabsorbentes f1 y el material fibroso f2 son ingredientes principales para la preparación de diferentes composiciones que se pretenden utilizar en diferentes campos: tratamientos químicos, descontaminación, purificación, filtración, adyuvante para el procesamiento industrial, activación de cultivos, ...

40 Entonces, la invención también se refiere a una composición que comprende:

c.1. gránulos superabsorbentes f1, según la invención;

c.2. al menos un aglutinante seleccionado en el grupo que comprende -preferentemente constituido por-:

- 45 ➤ aglutinantes naturales elegidos preferiblemente en el subgrupo que comprende, preferiblemente que consiste en: almidón, celulosa, glucosa y derivados;
- polímeros sintéticos, que incluyen fibras elegidas preferiblemente en el subgrupo que comprende -preferentemente constituido por-: poliéster (PE), polipropileno (PP), ácido poliláctico (PLA), ...; PLA siendo particularmente preferido;
- 50 ➤ y sus mezclas;

c.3. posiblemente al menos un agente para la reducción de las llamas y/o la inhibición del crecimiento microbiano y/o el endurecimiento de la composición;

c.4. posiblemente al menos una carga mineral elegida preferiblemente en el grupo que comprende -preferentemente que consiste en- polvo de arcilla, yeso, carbonato de calcio, óxido de calcio y sus mezclas;

55 c.5. posiblemente materia fibrosa f2;

c.6. y posiblemente mezclas de c.1 con al menos uno de los componentes c2 a c.5.

Según una realización particular de la invención, dicha composición puede estar compuesta de:

60 c.1. gránulos superabsorbentes f1 incluidos en el intervalo fino de PMD tales como:

$$0,1 \leq \text{PMD} < 5;$$

c.2. al menos un aglutinante como se define anteriormente;
c.50. materia fibrosa refinada f2.

5 Según otra realización particular de la invención, el aglutinante puede ser impermeable.

→ Productos hechos de estas composiciones

10 La composición definida anteriormente se puede usar para producir productos manufacturados obtenidos mediante la formación de las composiciones como se define anteriormente, dichos productos que son preferiblemente en forma de cubos y/o bloques.

15 La formación se puede realizar mediante moldeo, extrusión o cualquier técnica de transformación apropiada, por ejemplo, cualquier técnica utilizada en la transformación de materiales plásticos.

La forma del producto puede ser de cualquier tipo: placas, tiras, alambres, cuencos, ... Y cualquier elemento dividido que emane de ahí.

20 Los cubos y/o bloques pueden ser adecuados para constituir sustratos específicos para plantas, abono, portadores de fertilizantes, medios de cultivo. En esta perspectiva, estas formas elementales de los productos (cubos y/o bloques) se pueden empaquetar en bolsas, preferiblemente bolsas de plástico y más preferiblemente bolsas de plástico biodegradables, tales como bolsas de PLA. Dichas bolsas se pueden usar para la propagación de plantas jóvenes, la producción de tomates, fresas y similares, por ejemplo, en invernaderos. En aplicaciones de este tipo, pueden sustituir sustratos como la lana mineral, que vienen en bolsas no biodegradables y deben desecharse a un coste considerable.

25 Los cubos y bloques basados en f1 y f2, y en la cobertura de PLA ofrecen una perspectiva de crecimiento de planta similar, y se pueden convertir en abono después de la cosecha de la planta.

4. Los usos de las fracciones f1 y f2, de las composiciones y los productos elaborados a partir de ellas

30 Según otro de sus aspectos, la invención se refiere a diferentes usos:

A. Uso de los gránulos superabsorbentes f1 según la invención en el presente documento definidos, como medio absorbente/de filtro/eliminación de productos gaseosos y/o líquidos procedentes de excrementos animales, sitios de producción de biogás, sitios de procesamiento de carne, tratamiento de gases de escape de la producción de energía

35 B. Uso de los gránulos superabsorbentes f1 según la invención en el presente documento definida, como medio absorbente/de filtro/eliminación de productos gaseosos y/o líquidos, en el que los productos gaseosos y/o líquidos se seleccionan en el grupo que comprende -preferentemente constituido por-: NH₃, CO₂, H₂S, H₂O, olor, CO₂, CH₄ o combinaciones de los mismos.

40 C. Uso de los gránulos superabsorbentes f1 según la invención en el presente documento definida, como soporte para el tratamiento químico/biológico de cualquier sustrato, dicho soporte que incluye posiblemente al menos un ingrediente activo, útil como adyuvante de procesamiento.

D. Uso:

45 ❖ de la materia fibrosa f2 según la invención definida en el presente documento,
❖ de la materia fibrosa f2 obtenida mediante el procedimiento:

50 • en el que la fracción f2 se refina mecánicamente, con el fin de reducir el espesor Tf de las fibras de la siguiente manera: $Tf \leq 1$ mm, y preferiblemente $Tf \leq 0,5$ mm;
• o en el que la fracción f2 se refina mecánicamente en la etapa húmeda para preparar una pulpa, preferiblemente con la incorporación de al menos un agente cáustico, prefiriéndose el hidróxido de sodio (NaOH), con el fin de reducir la longitud Lf de las fibras de la siguiente manera: $Lf \leq 3$ mm, y preferiblemente $Lf \leq 2$ mm;

55 ❖ de las composiciones según la invención definida en el presente documento;
❖ o del producto según la invención definida en el presente documento;

como sustrato de planta, componente de sustrato de planta y/o sustituto de la turba;

E. Uso:

60 ❖ de los gránulos superabsorbentes f1 según la invención definida en el presente documento como tal, independientemente de lo que estén hechos,
❖ de la materia fibrosa f2 según la invención definida en el presente documento,
❖ de la materia fibrosa f2 obtenida mediante el procedimiento:

65 • en el que la fracción f2 se refina mecánicamente, con el fin de reducir el espesor Tf de las fibras de la siguiente

- manera: $T_f \leq 1$ mm, y preferiblemente $T_f \leq 0,5$ mm;
- o en el que la fracción f2 se refina mecánicamente en la etapa húmeda para preparar una pulpa, preferiblemente con la incorporación de al menos un agente cáustico, prefiriéndose el hidróxido de sodio (NaOH), con el fin de reducir la longitud Lf de las fibras de la siguiente manera: $L_f \leq 3$ mm, y preferiblemente $L_f \leq 2$ mm;
- ❖ de las composiciones según la invención definida en el presente documento;
- ❖ o del producto según la invención definida en el presente documento;

10 como material de embalaje, material de construcción, arena para gatos o componentes de los mismos.

Ejemplos

Ejemplo de fabricación

15 Ejemplo 1

Etapas (i)

20 El maíz fue cosechado en el período regular de su cosecha, utilizando, en un primer paso, una trilladora convencional, y cortando los vástagos lo más cerca posible debajo de la mazorca más baja, que estaba a unos 75 cm del suelo. El maíz se procesó y se recolectó como de costumbre, y el residuo (paja picada, incluidos los trozos de mazorca y las hojas) se depositó en el campo como de costumbre.

25 Etapas (ii) y (iii)

30 En un segundo paso, un tractor que tiraba de un vagón de corte estándar de carga automática recolectó las partes del vástago que aún estaban en el campo con un diámetro de tallo de alrededor de 18 mm, cortándolo lo más bajo posible (alrededor de 5 cm) sobre el suelo y recolectando los trozos de vástago de forma integral, a una longitud de alrededor de 70 cm.

Suspensión del procedimiento

35 Este material fue transportado a un sitio de procesamiento central y transferido a una unidad de recepción y dosificación.

Reanudación del procedimiento

40 Etapas (iv) a (vi) con la realización del dispositivo definido anteriormente en el presente documento con referencia a las figuras adjuntas 1 y 2.

Etapas (iv) y (v)

45 La alimentación y la unidad de dosificación 1 transfiere las secciones de tallo (vástago) cosechadas en (iii) a una longitud de aproximadamente 70 cm a un transportador de forraje 2, que las dirige a una cortadora 3 (medios iv y iv'), que corta las secciones rígidas del tallo (vástago) a una longitud de alrededor de 13 mm, pero no corta sustancialmente las hojas y las vainas de las hojas que se mueven hacia el cortador envuelto alrededor de los tallos.

50 El material así preparado se sopla por medio del ventilador 30 equipado con aspas 35, con el fin de enviarlo a un gran conjunto de criba vibratoria 5,6. El corte, junto con el golpe ejercido por las aspas del ventilador 35 sobre el material, hizo que la corteza del vástago se desgarrara, cayera en trozos de fibra alargados y se desintegrara del tejido interior esponjoso resistente a los golpes de los vástagos. La separación del material del flujo de aire y la deposición en la parte delantera de la criba vibratoria se ejecuta mediante un ciclón 4 con entrada radial del flujo de aire/material y salida del material a través del fondo.

55 Etapa (vi)

60 El conjunto de criba vibratoria 5,6 tiene un nivel superior con una criba 5 que tiene un ancho de malla de 80 mm, y un nivel inferior con un tamiz ranurado 6 que tiene un ancho de ranura de 8 mm. La vibración indujo un movimiento unilateral del material, hacia el extremo posterior del conjunto. El nivel superior 5 retiene las partes frondosas (fracción f3) del material y permite el paso de los trozos de fibra alargados (fracción f2) y los trozos tridimensionales de tejido esponjoso (fracción f1). En el nivel inferior, el tamiz ranurado 6 permite el paso de los trozos de fibra alargados (fracción f2), pero retiene los trozos tridimensionales de tejido esponjoso/gránulos superabsorbentes (fracción f1).

65 Etapa (vii)

Se recolectan tres fracciones de material f1-f2-f3 de este procedimiento: Una fracción de hojas f3, una fracción de trozos de fibra f2 y una fracción de tejido esponjoso f1. La fracción de hojas f3 produce alrededor del 40% en volumen o el 10% en peso, la fracción de fibra f2 produce alrededor del 30% en volumen y el 70% en peso, y la fracción de tejido esponjoso f1 produce alrededor del 30% en volumen y el 20% en peso, siempre en comparación con el volumen y el peso de los segmentos de tallos menos frondosos cortados en la etapa (ii) y cosechados en la etapa (iii), tal como se suministran al conjunto 3 que comprende medios de corte (medios m.iv y iv') y medios de golpe (medios v y v').

Etapa (viii)

La fracción de tejido esponjoso f1 se desintegra en trozos más pequeños y se seca, dependiendo de su utilización.

Procesamiento posterior

Para la preparación de un absorbente de amoníaco, primero se comprimen 5 litros de f1 no desintegrados, sino que se secan usando una prensa manual para la eliminación del aire contenido en la estructura porosa del tejido esponjoso, y luego se sumergen en una disolución al 20% de ácido fosfórico. Esto dio como resultado una absorción máxima de ácido fosfórico y una capacidad máxima de eliminación de amoníaco en el filtro.

Se enviaron 30 kg de la fracción de fibra f2 a un depósito de suspensión, que estaba equipado con un agitador para la preparación de una suspensión homogénea y se llenó al nivel de 1000 litros. Esta suspensión se envió a través de un despastillado, tipo EK1 de Voith, para abrir y lavar los trozos de fibra alargados y preparar fibras útiles, por ejemplo, como sustitución de la turba. El refinado adicional de las fibras a escala de laboratorio, usando un mezclador de cocina, con o sin incorporación de agentes cáusticos como la sosa cáustica, produjo excelentes cualidades de pulpa para la producción de láminas de alto corte o cartón.

Debe entenderse que el espesor y el contenido de humedad de los trozos del tallo que se proporcionan en el sitio central dependen de las condiciones climáticas generales, la variedad de plantas y las condiciones en una estación de crecimiento específica. También debe entenderse que el rendimiento de las diversas fracciones variará dependiendo del espesor y el contenido de humedad de los trozos de vástago entrante, así como de la altura total de las fracciones recolectadas.

Valoración de las fracciones f1 y f2 y ejemplos de aplicación

Ejemplo 2

Los gránulos superabsorbentes así producidos son granulados de poro abierto con un color blanco a beige y buena capacidad de volumen. Se compone principalmente de celulosa y hemicelulosa y baja en nutrientes. En un tamaño de grano de 2-10 mm, la densidad es de 20-30 kg/m³. El tejido esponjoso es extremadamente absorbente y puede absorber de 20 a 25 veces su propio peso de agua o cualquier otro líquido. La capacidad de absorción de agua es independiente de la salinidad del agua y permanece incluso después de que exista un secado intermedio repetido del material. Los experimentos han demostrado que la compresión del tejido esponjoso no reduce su capacidad de absorción. El material se hincha con la absorción del líquido a su volumen original.

El tejido esponjoso se moltura a un tamaño de gránulo entre 2-5 mm, y el material así preparado se utiliza para ensayos de plantación, así como para crear una curva de desorción de agua (procedimiento de prueba estándar). Se encuentra que el material es capaz de retener más del 35% de su contenido de agua original, incluso a una presión de succión elevada de > 1 pF y así limita la deshidratación de un sustrato con una eficacia similar a la de los mejores sustratos de lana mineral.

Ejemplo 3

Los gránulos superabsorbentes se comprimen con una prensa hidráulica para obtener gránulos con un diámetro de 65 mm y una altura de 17 a 30 mm. Se encontró que los gránulos superabsorbentes comprimidos bajo una presión de hasta 3 t (en relación con un área con un diámetro de 65 mm) no son dimensionalmente estables y se expanden fácilmente después de la relajación, sin ninguna ayuda externa. Bajo una presión de 6 t [en base a un área con un diámetro de 65 mm] se preparan gránulos compactados dimensionalmente estables. Tienen una densidad de > 400 kg/m³.

Los gránulos se cortaron en trozos más pequeños de aproximadamente 2-5 gramos. Se pesaron 17 g de este material en un banco, luego se añadieron 500 ml de agua. Hubo una rápida expansión del material al absorber agua. Después de aproximadamente 60 segundos, se decantó el exceso de agua. El peso del material saturado de agua es de 391 g, de modo que el material absorbe un peso de agua correspondiente a 22 veces su propio peso.

Las propiedades de compresión e hinchamiento del material son de gran importancia práctica, puesto que de este modo los costes de almacenamiento y transporte pueden reducirse significativamente.

Ejemplo 4

Los gránulos superabsorbentes son adhesivos mezclados con fibras biodegradables de ácido poliláctico (en adelante PLA) y luego se presionan y se forman bajo la acción del aire caliente en placas. La proporción en peso de fibras de PLA es el 12% del peso del producto. Estas placas resistentes al agua son dimensionalmente estables y tienen una densidad de 56 kg/m³. Estas placas se cortan en cubos de 4x4x4 cm para ayudar al crecimiento de las plantas. Estos cubos se prueban para la producción de plantas jóvenes. Se encontró que la capacidad de retención de agua (peso del cubo completamente cargado después del remojo/peso en seco del cubo) es mejor y la tasa de germinación de la semilla de tomate en estos cubos es igual a la comparación de lana mineral (alrededor del 95%).

Con una solución nutritiva o una solución salina en lugar de agua, la capacidad de absorción de los gránulos superabsorbentes se mantiene constante, incluso con ciclos repetidos de humectación con secado intermedio.

Ejemplo 5

Los gránulos superabsorbentes se tratan con una disolución acuosa de ácido fosfórico (H₃PO₄), y luego se secan y se comprimen. Los gránulos así producidos tienen una alta capacidad de absorber y neutralizar un líquido. Estos gránulos se utilizan en la cría de pollos para eliminar el olor a heces y para mantener seco el suelo del establo. A través de la disminución del pH, el amoníaco se convierte en amonio, con una presión de vapor mucho más baja. Por lo tanto, las emisiones dañinas de amoníaco se reducen enormemente, también el valioso fertilizante nitrogenado está tan unido a los gránulos que son sustrato, que pueden usarse como nutriente para las plantas.

Ejemplo 6

Los gránulos superabsorbentes se rocían con una disolución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de calcio (CaOH). El material y el equipo que se proporcionan se utilizan para eliminar el dióxido de carbono (CO₂) de un flujo de aire. A medida que el flujo de aire pasa a través de los gránulos, el dióxido de carbono contenido en ellos reacciona con el hidróxido de sodio a bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y carbonato de sodio (Na₂CO₃) o al carbonato de calcio (CaCO₃), que permanece adsorbido en la superficie interior de los gránulos como una sal y luego proporciona una eliminación de dióxido de carbono del flujo de aire. La eliminación de CO₂ del aire es un problema importante, especialmente en la ganadería intensiva, donde la concentración de CO₂ debe controlarse específicamente y mantenerse baja.

De manera similar, los gránulos superabsorbentes pueden cargarse mediante tratamientos apropiados con características específicas para permitir la adsorción de otros contaminantes, tales como hidrocarburos u olores indeseables, que se envían a través de un lecho de los gránulos. En todas estas aplicaciones, la gran superficie interior de los gránulos superabsorbentes se usa selectivamente, de manera similar al uso de carbón activado como superficie de adsorción.

El ingrediente activo a fijar a los gránulos superabsorbentes depende de las propiedades químicas del contaminante a eliminar. Por ejemplo, el uso de especies hidrófobas, catiónicas o aniónicas como ingredientes activos en los gránulos superabsorbentes, hace posible producir unidades de filtración sustituibles.

La gran superficie interna de los gránulos superabsorbentes y los grupos reactivos OH de celulosa incluidos en dichos gránulos, favorecen una fuerte carga.

De forma alternativa, las fracciones f1-f2 pueden usarse como la fracción f3 para calentar o componentes de alimentos o piensos, o aplicaciones industriales no mencionadas anteriormente. En particular, las fracciones f1 y f2 se pueden usar como fibras nutritivas en preparaciones de masa, como rellenos y homogeneizadores en formulaciones de pintura, y similares. Estos gránulos tienen, por ejemplo, un valor calorífico de aproximadamente 17 MJ/kg, un contenido de cenizas de 6-7 y un contenido de nitrógeno de aproximadamente 0,8%.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la producción de gránulos superabsorbentes y de un material fibroso a partir de residuos de cultivo de plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz), que comprende las siguientes etapas:

(i) cortar los tallos de maíz plantados en el suelo del campo debajo de la mazorca más baja de los tallos, de modo que los segmentos de tallos menos frondosos, que son preferiblemente más altos o iguales a -en orden creciente de preferencia- 30; 50; 70 cm, permanecen en el campo; cada segmento de tallo menos frondoso incluye un núcleo esponjoso, una corteza del tallo que envuelve el núcleo y una materia frondosa que envuelve la corteza del tallo o sostenida por el tallo;

(ii) cortar los segmentos de tallos menos frondosos lo más cerca posible del suelo;

(iii) cosechar los segmentos de tallos menos frondosos cortados en la etapa (ii);

(iv) cortar los segmentos de tallos menos frondosos cosechados en la etapa (iii) en secciones de tallo cuya dimensión más grande en mm -preferentemente su longitud- está comprendida entre -en orden creciente de preferencia- 5-50; 8-40; 10-30;

(v) proporcionar un golpe mecánico a las secciones de tallo de la etapa (iv) para

- separar sus núcleos esponjosos de sus cortezas de tallo, así como la materia frondosa,
- transformar dichas cortezas de tallo en trozos de fibra alargados;
- y obtener una mezcla que contenga:

f1. dichos núcleos esponjosos que forman la fracción de gránulos superabsorbentes;

f2. dichos trozos de fibra alargados que forman la fracción de materia fibrosa;

f3. y dicha materia foliar que forma la fracción frondosa;

(vi) separar las 3 fracciones entre sí;

(vii) recuperar las tres fracciones f1-f2-f3;

(viii) posiblemente reducir los gránulos superabsorbentes f1 hasta un tamaño de gránulo más pequeño de modo que su dimensión más grande en mm -preferentemente su longitud- esté comprendida entre 0,1-20 mm, preferiblemente entre 1-5 mm.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que es discontinuo y comprende una primera etapa en el campo en la que se implementan las etapas (i), (ii), (iii), una segunda etapa de transporte de los segmentos de tallos menos frondosos cosechados, desde el sitio de cultivo a una posible área de almacenamiento y/o a un sitio de procesamiento, una posible tercera etapa de almacenamiento y una etapa final de procesamiento de los segmentos de tallos menos frondosos, en la que se implementan las etapas (iv) y las siguientes etapas.

3. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores,

en el que las secciones de tallo de la etapa (iv) son transportadas y suspendidas en un flujo de aire para su procesamiento según la etapa (v),

en el que las secciones de tallo de la etapa (iv) también se cortan para su procesamiento según la etapa (v), en el que el golpe mecánico proporcionado a las secciones de tallo de la etapa (iv) en el curso de la etapa (v) se realiza preferiblemente al menos parcialmente por la combinación, por un lado, de la colisión de las secciones de tallo en movimiento en el flujo de aire con al menos un rotor de al menos un ventilador que genera el flujo de aire y, por otro lado, del corte que es implementado preferiblemente por aspa(s)/cuchilla (s) que están ubicadas ventajosamente en dicho(s) rotor(es).

4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la separación de las 3 fracciones f1-f2-f3 según la etapa (vi) comprende una primera separación de las 2 fracciones f1-f2 de la fracción f3, y una segunda separación de la fracción f1 de la fracción f2;

la primera separación se realiza preferiblemente por medio de al menos un tamiz de malla gruesa con un ancho de malla preferiblemente ≥ 40 mm y más preferiblemente ≥ 60 mm;

la segunda separación se realiza preferiblemente por medio de al menos un tamiz de ranura con un ancho preferiblemente ≤ 20 mm y, más preferiblemente ≤ 15 mm, y aún más preferiblemente comprendido entre 5 y 10 mm.

5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que los gránulos superabsorbentes f1 se ponen en contacto con al menos un ingrediente activo, este último preferiblemente en forma líquida, preferiblemente una disolución, que se rocía y/o en la que se ponen en remojo los gránulos superabsorbentes f1.

6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fracción f2 se refina mecánicamente en la etapa húmeda para preparar una pulpa, preferiblemente con la incorporación de al menos un agente cáustico, prefiriéndose el hidróxido de sodio (NaOH), con el fin de reducir la longitud Lf de las fibras de la siguiente manera:

$L_f \leq 3\text{mm}$, y preferentemente $L_f \leq 2\text{mm}$.

7. Un dispositivo para implementar el procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, que comprende:

- 5 (m.i) medio por debajo para cortar los tallos de maíz plantados en el suelo del campo, la mazorca de maíz más baja de los tallos; dicho medio (m.i) que es preferiblemente el medio de *i.a* una segadora convencional, una segadora, una cosechadora, una trilladora o una cosechadora-trilladora combinada
- 10 (m.ii) medio para cortar los segmentos de tallos menos frondosos;
- (m.iii) medio para cosechar los segmentos de tallos menos frondosos cortados en la etapa (ii); dicho medio (m.ii) y (m.iii) que son preferiblemente el medio de *i.a* una máquina agrícola habitual, tal como un vehículo cortador de carga automática;
- (m.iv) medio para cortar los segmentos de tallos menos frondosos cosechados en la etapa (iii) en secciones de tallo;
- 15 (m.v) medio para proporcionar un golpe mecánico a las secciones de tallo de la etapa (iv);
- (m.vi) medio para separar las 3 fracciones f1-f2-f3 entre sí, dicho medio que comprende preferiblemente al menos un tamiz de malla gruesa con un ancho de malla preferiblemente ≥ 40 mm y más preferiblemente ≥ 60 mm y al menos un tamiz de ranura con un ancho preferiblemente ≤ 20 mm y más preferiblemente ≤ 15 mm, e incluso más preferiblemente comprendido entre 5 y 10 mm; dicho tamiz; al menos uno de dicho tamiz o tamices es un tamiz vibratorio;
- 20 (m.vii) medio para recuperar las tres fracciones f1-f2-f3;
- (m.iv' y v') posiblemente medio para generar un flujo de aire, preferiblemente un ventilador equipado con al menos un rotor y hoja(s)/cuchilla(s), para transportar las secciones de tallo de la etapa (iv);
- (m.vi') posiblemente al menos un ciclón para extraer las 3 fracciones f1-f2-f3 de su flujo de aire de transporte.

8. Gránulos superabsorbentes f1, obtenidos a partir del procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1-6, hechos del núcleo de tallo esponjoso/poroso de plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz) y que tiene una capacidad de absorción de agua -expresada en múltiplos de su propio peso en seco- mayor o igual a 15; y preferiblemente comprendida entre 20-50.

9. Materia fibrosa f2, obtenida a partir del procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, hecha de la corteza del tallo de plantas con flores monocotiledóneas (preferiblemente maíz) y que tiene:

- 30 \triangleright una capacidad de absorción de agua -expresada en múltiplos de su propio peso en seco- mayor o igual a 5, preferiblemente a 6, y más preferiblemente comprendida entre -en orden creciente de preferencia- 4 y 15; 5 y 10; 6 y 9;
- 35 \triangleright y fibras individuales unidimensionales orientadas aleatoriamente en un lecho de fibras, formando una estructura porosa tridimensional.

10. Composición que comprende:

40 c.1. gránulos superabsorbentes f1, según la reivindicación 8;

c.2. al menos un aglutinante seleccionado en el grupo que comprende -preferentemente constituido por-:

- 45 \triangleright aglutinantes naturales elegidos preferiblemente en el subgrupo que comprende, preferiblemente que consiste en: almidón, celulosa, glucosa y derivados;
- \triangleright polímeros sintéticos, que incluyen fibras elegidas preferiblemente en el subgrupo que comprende -preferentemente constituido por-: poliéster (PE), polipropileno (PP), ácido poliláctico (PLA), ...; PLA siendo particularmente preferido;
- \triangleright y sus mezclas;

50 c.3. posiblemente al menos un agente para la reducción de las llamas y/o la inhibición del crecimiento microbiano y/o el endurecimiento de la composición;

c.4. posiblemente al menos una carga mineral elegida preferiblemente en el grupo que comprende -preferentemente que consiste en- polvo de arcilla, yeso, carbonato de calcio, óxido de calcio y sus mezclas;

c.5. posiblemente materia fibrosa f2 según la reivindicación 6 o 9;

55 c.6. y posiblemente mezclas de c.1 con al menos uno de los componentes c2 a c.5.

11. Productos obtenidos mediante la formación de la composición según la reivindicación 10, dichos productos preferiblemente en forma de cubos y/o bloques.

60 12. Uso de los gránulos superabsorbentes f1 según la reivindicación 8 como medio absorbente/de filtro/eliminación de productos gaseosos y/o líquidos procedentes de excrementos de animales, sitios de producción de biogás, sitios de procesamiento de carne, tratamiento de gases de escape de la producción de energía térmica, hidrocarburos gaseosos y líquidos, incluido el petróleo y sus derivados.

13. Uso de los gránulos superabsorbentes f1 según la reivindicación 8 como soporte para el tratamiento químico/biológico de cualquier sustrato, dicho soporte posiblemente que incluye al menos un principio activo, útil como adyuvante para el procesamiento.
- 5 14. Uso de la materia fibrosa f2 según la reivindicación 9, de la materia fibrosa f2 obtenida mediante el procedimiento según la reivindicación 6, de la composición según la reivindicación 10 o del producto según la reivindicación 11, como un sustrato vegetal, un componente del sustrato vegetal y/o sustituto de la turba.
- 10 15. Uso de las pastillas superabsorbentes f1 según la reivindicación 8, de las pastillas superabsorbentes f1 obtenidas mediante el procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1-6, de la materia fibrosa f2 según la reivindicación 9, de la materia fibrosa f2 obtenida mediante el procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, de la composición según la reivindicación 10 o del producto según la reivindicación 11, como componente de sustrato vegetal, absorbente de agua para cultivos, material de embalaje, material de construcción, arena para gatos o componentes de los mismos.

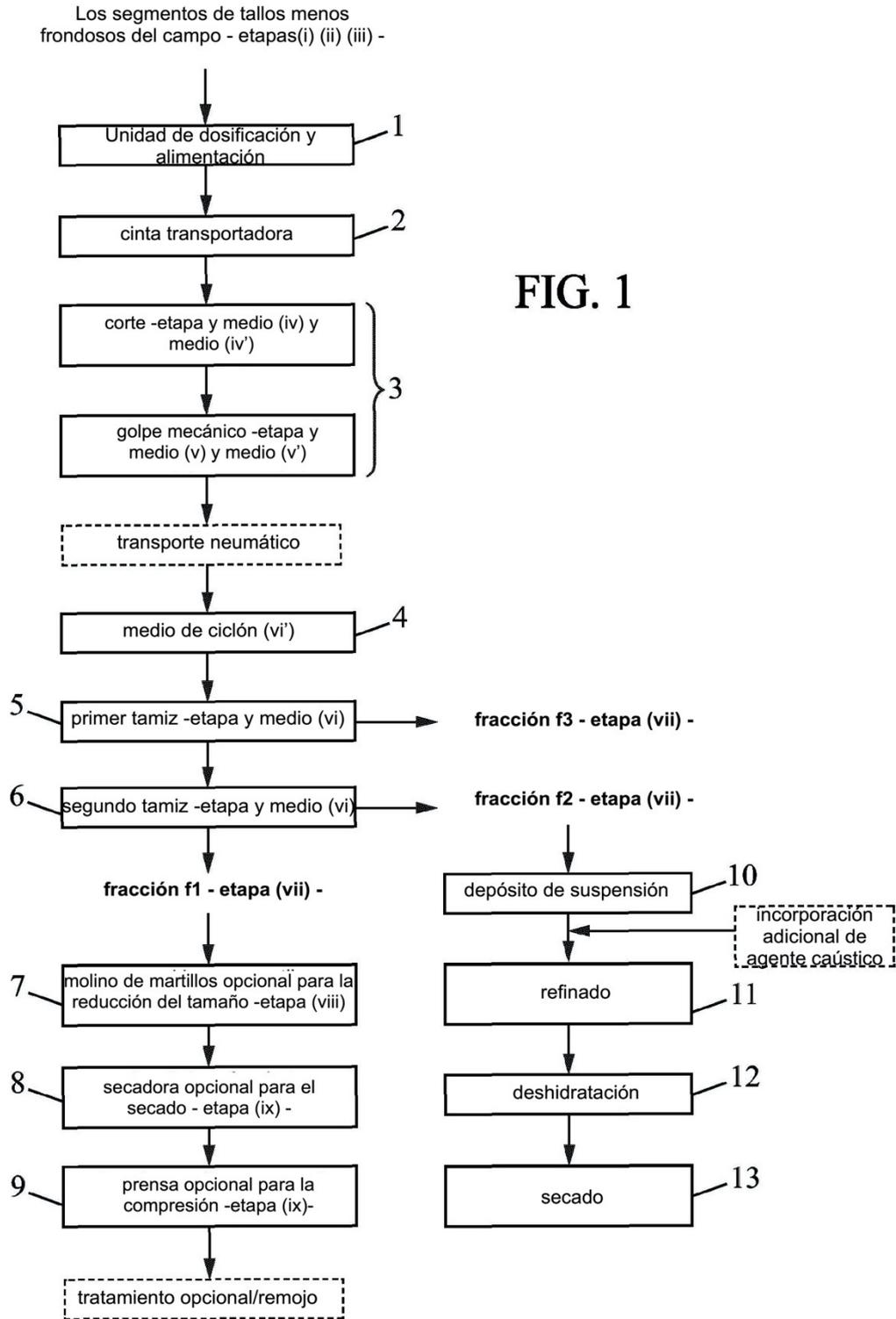


FIG. 1

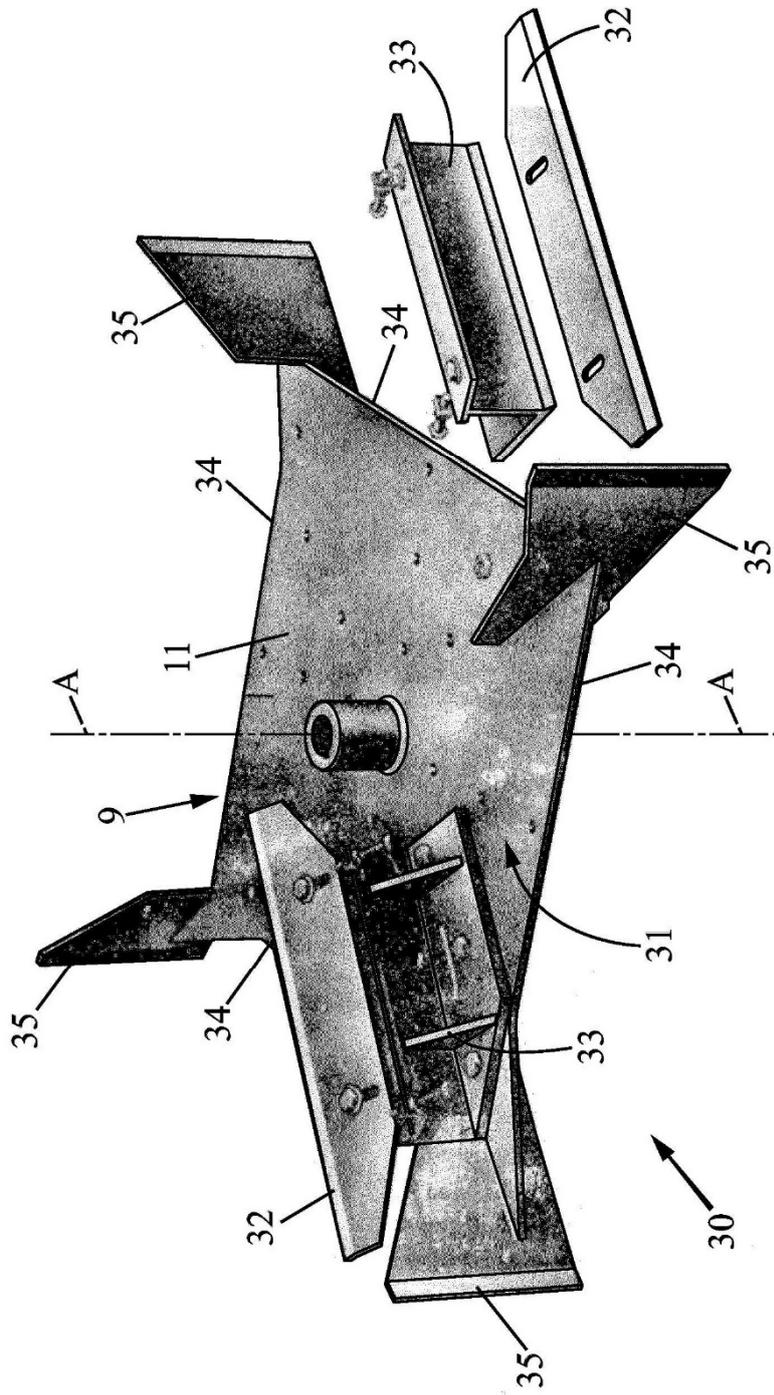


FIG. 2