

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 580**

51 Int. Cl.:

C05G 3/04 (2006.01)

C09K 17/04 (2006.01)

C09K 17/18 (2006.01)

C09K 17/26 (2006.01)

C09K 17/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2014 PCT/EP2014/000484**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO2014131504**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2014 E 14710801 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2961719**

54 Título: **Granulado de suelo para el almacenamiento reversible de agua y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

28.02.2013 DE 102013003323

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

26.06.2017

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27 c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMID, HELMUT;
NARAYANA, IDA-BAGUS KESAWA y
BRAUN, MONIKA**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 619 580 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

Granulado de suelo para el almacenamiento reversible de agua y procedimiento para su fabricación

5 **[0001]** La invención se refiere a un granulado poroso de suelo que es adecuado para el almacenamiento reversible de agua y contiene al menos un material esponjado de poros abiertos de entre los miembros del grupo de la arcilla esponjada hecha a base de materiales arcillosos naturales. La invención se refiere además a un procedimiento para la fabricación de un granulado poroso de suelo de este tipo, en donde para la producción de partículas de granulado hechas a base de arcilla esponjada dado el caso se premezclan y se extrusionan minerales arcillosos naturales, después de lo cual el material extrusionado es granulado y calcinado a temperatura elevada, para evaporar el agua ocluida y esponjar el granulado.

15 **[0002]** Para la rentable explotación de plantíos, por ejemplo en forma de plantaciones, constituye un requisito básico la selección de suelos cultivables ricos en nutrientes, los cuales con respecto a la demanda de las plantas respectivamente cultivadas deben encontrarse en zonas climáticas con un adecuado perfil de temperatura y de precipitación. Puesto que debido a la creciente población humana por un lado hay una creciente demanda de productos agrarios, los cuales se usan tanto para la producción de comestibles como también cada vez más para la obtención de energía con una reducción del CO₂, así como de materias primas del sector de la química, pero por otro lado están tan sólo condicionalmente disponibles adecuadas superficies agrarias, desempeña un importante papel la cuestión de las posibilidades de ampliación de las superficies de cultivo disponibles. En la agricultura se intenta actualmente hacer frente al problema usando plantas cultivadas menos por el rendimiento, las cuales toleran mejor las limitaciones climáticas, tal como en particular los prolongados periodos de sequía. A cambio hay que admitir pérdidas de rendimiento. En zonas climáticas desfavorables hay ciertamente suficientes suelos absolutamente ricos en nutrientes y con ello potencialmente adecuados para la agricultura, si bien ahí las precipitaciones se producen habitualmente de manera muy irregular, con lo cual no puede cubrirse la demanda de agua de las plantas. El motivo para ello consiste no principalmente en una cantidad de precipitación en total escasa, sino en particular en su distribución muy irregular, escurriéndose el agua de precipitación rápidamente y estando la misma por consiguiente a disposición de las plantas tan sólo en muy cortos intervalos de tiempo.

20 **[0003]** Otro problema es el que recientemente ha surgido debido a la elevación del nivel del mar. Este fenómeno conduce a una creciente salinización del agua subterránea en las zonas costeras, la cual dificulta o bien incluso imposibilita la agricultura.

35 **[0004]** Además hay necesidad de mejorar la rentable explotación de fertilizantes y otras sustancias activas. Hay que señalar a este respecto que ya en zonas con adecuada aportación de agua, tal como en zonas de clima moderado, está biodisponible para las plantas tan sólo aproximadamente el 30% de las sustancias activas, mientras que el resto al producirse las precipitaciones es barrido a capas más profundas del subsuelo, lo cual hay que evitar en la medida de lo posible tanto desde el punto de vista de la rentabilidad como por razones de protección del medio ambiente, en particular con respecto a una creciente contaminación del agua subterránea con fertilizantes y productos pesticidas.

40 **[0005]** Para el almacenamiento de agua en los suelos es conocida la técnica de añadir a los suelos superabsorbentes, tales como por ejemplo los hechos a base de acrilato sódico, los cuales están en condiciones de formar centros de carga negativa y absorben agua, preponderantemente con formación de enlaces puente de hidrógeno. Aquí es por un lado desventajoso el relativamente bajo grado de liberación reversible de agua; y por otro lado los superabsorbentes de este tipo se hinchan en particularmente gran medida al absorber agua o humedad, lo cual trae consigo una considerable variación de volumen, la cual es perjudicial para las raíces de las plantas que se cultivan.

50 **[0006]** Además son conocidos sustratos para plantas los cuales contienen partículas porosas de lava o piedra natural. La capacidad de almacenamiento de agua de tales sustratos es no obstante escasa, y los sustratos de este tipo sirven principalmente por el contrario concretamente para un esponjamiento de los suelos barroso relativamente compactos, para permitir un mejor drenaje del agua de precipitación.

55 **[0007]** La EP 0 427 704 A1 describe un granulado cerámico poroso hecho a base de arcilla esponjada según el preámbulo de la reivindicación 1, así como un sustrato para plantas hecho a base del mismo en forma de una mezcla del mismo con tierra para plantas, el cual está en condiciones de permitir el almacenamiento reversible de agua. Además está prevista una precipitación de sustancias activas que son liberadas de manera retardada desde los poros del granulado. Para la fabricación de un granulado de este tipo está previsto un esponjamiento de una mezcla de distintos minerales arcillosos (arcilla para ladrillos) mediante aire comprimido y una subsiguiente calcinación, así como un secado y una trituración. Además pueden serle añadidos a la arcilla esponjada agentes modificadores inorgánicos en forma de dodecilsulfonato sódico y polifosfato sódico.

60 **[0008]** En la EP 0 279 056 A1 se trata de un similar sustrato para plantas hecho a base de arcillas esponjadas, el cual supuestamente sirve de igual manera para el almacenamiento reversible de agua, así como dado el caso para la liberación retardada de nutrientes añadidos al granulado. Al proceder a la fabricación del granulado mediante

calcinación de arcilla para ladrillos pueden ser también en este caso añadidos los agentes modificadores inorgánicos anteriormente mencionados así como otros aditivos minerales, tales como en particular greda o dolomita, los cuales forman silicatos en el granulado acabado.

5 **[0009]** De la EP 0 476 433 A1 se desprende un sustrato poroso de suelo fabricado artificialmente que está formado por partículas de cera termoplástica con partículas finas unidas a las mismas mediante calor. En cuanto a éstas últimas, puede tratarse en particular de sustancias orgánicas o también inorgánicas estables al calor, tales como, entre otros, algunos minerales naturales. Para las partículas de cera están previstas partículas de poliestireno y polietileno, en particular de desperdicios. Por la EP 0 726 305 A1 es además conocido un aglomerado que almacena líquido, el cual
10 contiene partículas esponjadas minerales, tales como, entre otras, arcilla esquistosa, en combinación con un polimerizado. En cuanto a éste último, se trata en particular de esponjas de poliuretano y poliestireno de poros abiertos.

[0010] La invención persigue la finalidad de proponer un sencillo y económico granulado poroso de suelo de la clase mencionada al comienzo, el cual esté en condiciones de almacenar agua de manera reversible y durante un prolongado espacio de tiempo y tanto al absorber como al liberar agua posea en particular un volumen prácticamente constante, para no dañar las raíces de las plantas cultivadas. La invención está además dirigida a un procedimiento de fabricación de un granulado de suelo de este tipo.

[0011] Según la invención, en un granulado de suelo de la clase mencionada al comienzo esta finalidad es alcanzada gracias al hecho de que la arcilla esponjada contiene minerales arcillosos aminados modificados orgánicamente de entre los miembros del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos.

[0012] Desde el punto de vista del procedimiento, en un procedimiento de la clase mencionada al comienzo para la fabricación de un granulado poroso de suelo de este tipo la invención prevé para alcanzar esta finalidad que sea modificada orgánicamente y aminada al menos una fracción de algunos de los materiales arcillosos naturales usados para la producción de las partículas de granulado de arcilla esponjada de entre los miembros del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos, después de lo cual la misma es dado el caso premezclada y extrusionada junto con los materiales arcillosos.

[0013] El granulado de suelo según la invención posee una estructura de poros abiertos que puede ser usada para el almacenamiento reversible de grandes cantidades de agua de en particular más de un 30% másico referido a la masa del granulado seco. La estructura de poros abiertos del material granulado asegura además una reversible y retardada liberación del agua a lo largo de un relativamente prolongado espacio de tiempo, basándose la reversibilidad preponderantemente en el principio del potencial químico. El granulado de suelo puede ser en consecuencia usado en particular en zonas climáticas desfavorables para el cultivo de plantas útiles con lluvias infrecuentes y con tendencia a ser copiosas. El granulado de suelo según la invención es además químicamente inerte al máximo y en consecuencia conservable durante mucho tiempo, no modificando su volumen en particular al absorber agua y al liberarla, con lo cual puede excluirse la posibilidad de que dicha variación de volumen pueda dañar las raíces de las plantas que se cultiven. Además el granulado de suelo según la invención contiene minerales arcillosos aminados modificados orgánicamente de entre los miembros del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos, cuyo porcentaje puede ser preferiblemente de hasta un 20% másico, y en particular de hasta aproximadamente un 10% másico, referido a la masa de la arcilla esponjada. Mediante la modificación orgánica, tal como en particular la introducción de iones alquilamonio de aminas orgánicas preferiblemente primarias o bien también secundarias con preferiblemente entre 1 y 10 átomos de carbono, puede ajustarse el comportamiento natural en materia de hinchamiento de los materiales arcillosos usados, y gracias a ello puede reducirse a un mínimo de prácticamente 0 en particular una eventual variación de volumen al tener lugar la absorción y/o la liberación de agua. Tales aditivos pueden además contribuir al adicional incremento de la capacidad de absorción reversible de agua.

[0014] Para la producción de las partículas de granulado a base de arcilla esponjada el procedimiento según la invención prevé que sean dado el caso premezclados minerales arcillosos naturales, lo cual puede hacerse por ejemplo mediante adecuadas mezcladoras o amasadoras. Los minerales arcillosos dado el caso premezclados son entonces extrusionados y homogeneizados por ejemplo mediante convencionales extrusionadoras de un husillo o de varios husillos. El material extrusionado obtenido de esta manera es luego granulado por ejemplo mediante un dispositivo de corte dispuesto a continuación de la extrusionadora, y es calcinado a elevada temperatura por ejemplo de más de 1000°C, en particular de más de 1100°C, y preferiblemente de más de 1200°C. Con ello es evaporada el agua que está ocluida en los minerales arcillosos y sirve de agente esponjante, debido a lo cual el granulado es esponjado y forma la estructura de poros abiertos. Por consiguiente el proceso de secado debería convenientemente realizarse por espacio del periodo de tiempo necesario para que haya sido evaporado el mayor porcentaje posible del agua ocluida. Desde el punto de vista del procedimiento la invención prevé además que sea modificada orgánicamente y aminada una fracción de algunos minerales arcillosos naturales usados para la producción de partículas de granulado a base de arcilla esponjada de entre los miembros del grupo que consta de los silicatos estratificados y los tectosilicatos, a continuación de lo cual dicha fracción es dado el caso premezclada y extrusionada junto con los materiales arcillosos. Luego el granulado puede ser granulado y calcinado a elevada temperatura, como se ha descrito anteriormente. La modificación orgánica o aminación puede por ejemplo hacerse mediante reacción de las partículas de silicato en bruto o pretrituradas

con aminas orgánicas preferiblemente primarias o bien también secundarias con preferiblemente entre 1 y 10 átomos de carbono.

5 **[0015]** Constituyen representantes de silicatos estratificados (filosilicatos) aminados modificados orgánicamente preferidos por ejemplo los del grupo que consta de talco o esteatita ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), moscovita o mica blanca ($KAl_2[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]$), caolinita ($Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$) y montmorillonita ($Al_{1,67}Mg_{0,33}[(OH)_2Si_4O_{10}]$), pudiendo en particular la mencionada en último lugar ser modificada orgánicamente mediante reacción con las aminas orgánicas anteriormente mencionadas, intercambiando los cationes intercapas por iones alquilamonio cuaternario de adicional acción antimicrobiana, los cuales permiten ajustar la capacidad de hinchamiento, como se ha mencionado anteriormente. Representantes de los silicatos tridimensionales (tectosilicatos) aminados modificados orgánicamente 10 preferidos, los cuales están capacitados para la formación de hidratos y pueden almacenar agua en su red cristalina, comprenden en particular a zeolitas, preferiblemente del grupo de los silicatos de aluminio y potasio, como por ejemplo los hechos a base del mineral llamado clinoptilolita ($K_6(Si_{30}Al_6) \cdot 20 H_2O$).

15 **[0016]** Según un ventajoso perfeccionamiento del granulado de suelo según la invención puede estar previsto que la arcilla esponjada contenga nanopartículas de minerales arcillosos del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos. El diámetro de partícula de tales nanopartículas es preferiblemente de entre poco más o menos 1 nm y poco más o menos 500 nm, y preferiblemente de entre poco más o menos 1 nm y poco más o menos 100 nm. El porcentaje de los mencionados minerales arcillosos nanométricos y/o modificados orgánicamente puede ser 20 preferiblemente de hasta poco más o menos un 20% másico, y en particular de hasta poco más o menos un 10% másico, referido a la masa de la arcilla esponjada. La acción de tales aditivos consiste en que, como se aclara mediante ejemplos a continuación, los mismos pueden contribuir al adicional incremento de la capacidad de absorción reversible de agua, dando lugar a una estructura de poros abiertos muy finos y permitiendo que pueda ser absorbida agua 25 adicional a la manera de los compuestos de intercalación.

[0017] Para la fabricación de la arcilla esponjada de poros abiertos con los silicatos estratificados y/o tectosilicatos nanométricos el procedimiento según la invención prevé en una ventajosa configuración que sea triturada al menos una fracción de algunos de los minerales arcillosos naturales que se usan para la producción de las partículas de granulado a base de arcilla esponjada de los del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos siendo así formadas 30 partículas nanométricas, a continuación de lo cual dicha fracción es dado el caso premezclada y extrusionada junto con los materiales arcillosos. Luego el extrusionado puede ser granulado y calcinado a elevada temperatura, como se ha descrito anteriormente. La trituración de los minerales arcillosos puede hacerse en particular mecánicamente mediante conocidos dispositivos de trituración adecuados para ello, tales como molinos especiales o dispositivos similares.

35 **[0018]** Con respecto a los representantes de tales silicatos estratificados y tectosilicatos nanomodificados preferiblemente usados se hace referencia a las anteriores realizaciones para la modificación orgánica.

[0019] Además puede ser ventajoso que la arcilla esponjada del granulado de suelo contenga aditivos del grupo de los hidratos salinos, y en particular del grupo de los carbonatos. Representantes de hidratos salinos preferidos que en particular a temperaturas moderadas como las que reinan en el cultivo de plantas presentan una deshidratación (parcial) 40 comprenden a carbonatos, preferiblemente con cationes bivalentes, tales como por ejemplo carbonato magnésico y/o cálcico, los cuales pueden estar asimismo, aunque no necesariamente, en forma de partículas nanométricas.

45 **[0020]** Para la producción de las partículas de granulado a base de arcilla esponjada con hidratos salinos aquí contenidos puede estar en particular previsto que a los minerales arcillosos naturales usados les sean añadidos aditivos del grupo de los hidratos salinos, y en particular del grupo de los carbonatos, a continuación de lo cual la mezcla puede ser extrusionada de nuevo y el material extrusionado puede ser finalmente granulado y calcinado a elevada temperatura, como se ha descrito anteriormente.

50 **[0021]** Según un perfeccionamiento del granulado de suelo según la invención puede estar previsto que el mismo contenga además un material esponjado de poros abiertos del grupo de un producto de policondensación esponjado a base de al menos un alcohol fenilpropanoide policondensado o de al menos un polihidroxifenol policondensado.

55 **[0022]** Según ello, desde el punto de vista del procedimiento puede estar con esta finalidad previsto que además para la producción de partículas a base de un producto de policondensación esponjado sea policondensado al menos un alcohol fenilpropanoide o al menos un polihidroxifenol policondensado en presencia de al menos un agente esponjante, siendo el agente esponjante activado, a continuación de lo cual el producto de policondensación es secado y granulado. Para la producción de las partículas de granulado a base del producto de policondensación esponjado hecho a base de alcoholes fenilpropanoides policondensados o de polihidroxifenoles policondensados los eductos son a continuación 60 policondensados en presencia de un adecuado agente esponjante químico o físico, siendo el agente esponjante activado, con lo cual el gas esponjante que se desprende puede encargarse de formar la estructura de poros abiertos. Luego el producto de policondensación puede ser secado y granulado. La reacción de policondensación puede realizarse con adición de aditivos habituales, tales como por ejemplo agentes reticulantes (como p. ej. formaldehído o agentes similares), siempre que se desee un elevado grado de reticulación del producto de policondensación, y/o de

adicionales aditivos, en particular de entre los miembros del grupo que consta de agentes mojantes, emulsionantes, agentes formadores de celdas, plastificantes y agentes similares.

5 **[0023]** Con respecto al producto de policondensación esponjado una variante de realización preferida prevé que el alcohol fenilpropanoide policondensado contenga unidades fenilpropanoides de las que están contenidas en la lignina o
10 esté hecho del todo a base de las mismas, las cuales contienen como sustituyentes del anillo de benzol además de una cadena de propano en particular al menos un grupo funcional de entre los miembros del grupo que consta de grupo
15 hidroxilo, grupo metoxi y dado el caso grupo alcoxi y grupo ariloxi. Las cadenas de propano al menos de algunas unidades fenilpropanoides pueden por su parte en lugar de uno o varios átomos de hidrógeno estar sustituidas con
20 grupos hidroxilo, grupos cetona o restos orgánicos, como sucede asimismo en el caso de la lignina natural. El producto de policondensación se asemeja en su estructura en consecuencia a la de la lignina, entendiéndose por "lignina" en el
sentido de la presente invención tanto la lignina como también sus derivados. Las ligninas y sus derivados pueden presentar un carácter (desde) termoplástico hasta más bien duroplástico, distinguiéndose en comparación con otros
polímeros naturales por una resistencia, rigidez y estabilidad de forma relativamente alta. La propia lignina es una macromolécula polifenólica de alto peso molecular que en las plantas lignificantes llena los espacios entre las
membranas celulares y los convierte en madera, formándose un cuerpo mixto de lignina resistente a la presión y celulosa resistente a la tracción. La lignina se da en grandes cantidades como subproducto en la obtención de celulosa
y está con ello disponible en grandes cantidades. Aquí se producen en la digestión de la madera ácidos ligninsulfónicos como componente de las lejías sulfíticas de desecho, en las cuales están disueltos los ácidos ligninsulfónicos como
fenolatos ("lignina alcalina"). Mediante tratamiento con ácido sulfúrico y dióxido de carbono puede precipitarse el ácido
lignínico.

25 **[0024]** Desde el punto de vista del procedimiento, en una variante de realización de este tipo en consecuencia para la producción del producto de policondensación se usa al menos un alcohol fenilpropanoide que contiene unidades
30 fenilpropanoides de las que están contenidas en la lignina o bien está hecho por completo a base de las mismas, las cuales como sustituyentes del anillo de benzol además de una cadena de propano contienen en particular al menos un
grupo funcional de entre los miembros del grupo que consta de grupo hidroxilo, grupo metoxi, grupo alcoxi y grupo ariloxi
y/o en sus cadenas de propano de uno o varios átomos de hidrógeno están sustituidas de la manera descrita
35 anteriormente. Los alcoholes fenilpropanoides pueden convenientemente contener entre 1 y 50 de tales unidades fenilpropanoides, en particular entre 2 y 40 de tales unidades fenilpropanoides, y preferiblemente entre 3 y 30 de tales
unidades fenilpropanoides, tal como por ejemplo entre 4 y 20 de tales unidades fenilpropanoides, estando grupos fenilo
de las unidades fenilpropanoides enlazados con las cadenas propanoides de otras unidades fenilpropanoides ya sea
directamente y/o de manera covalente por medio de grupos oxígeno (-O-), como también sucede en el caso de la
lignina.

40 **[0025]** En una configuración ventajosa puede estar en esta variante de realización previsto que el producto de policondensación esponjado sea un co-policondensado hecho a base de alcoholes fenilpropanoides policondensados
con lignina. La fabricación de un co-policondensado de este tipo puede hacerse preferiblemente a base de co-
45 policondensar el alcohol fenilpropanoide con lignina para la fabricación del producto de policondensación esponjado,
siendo la lignina convenientemente añadida en forma de polvo, por ejemplo en un porcentaje de entre poco más o
menos un 1 y poco más o menos 300% másico, y preferiblemente de entre poco más o menos un 2 y poco más o
menos un 200% másico, referido al porcentaje de alcoholes fenilpropanoides.

50 **[0026]** Con respecto al producto de policondensación esponjado, otra forma de realización preferida prevé que en
cuanto al polihidroxifenol policondensado se trate de tanino policondensado. Los taninos son curtientes vegetales que
45 pueden ser obtenidos de distintas plantas, tal como por ejemplo de la madera y de la corteza de robles, abedules y
castaños, de las cáscaras de las nueces y de las partes de otras plantas preponderantemente aclimatadas en los
trópicos y subtropicos.

55 **[0027]** Desde el punto de vista del procedimiento, en una variante de realización de este tipo en consecuencia para la
producción del producto de policondensación se usa al menos un tanino, el cual es a su vez policondensado en
presencia de un adecuado agente esponjante.

60 **[0028]** Siempre que el granulado de suelo según la invención contenga un producto de policondensación esponjado de
este tipo, según un perfeccionamiento ventajoso puede estar previsto que el producto de policondensación esponjado
esté sulfonado y/o aminado. Esto proporciona la posibilidad de darle al granulado de suelo en particular las propiedades
de un absorbedor de iones o un intercambiador de iones, gracias a lo cual además de un almacenamiento reversible de
agua a largo plazo puede hacerse frente a la problemática que acompaña a la salinización del suelo como la que por
ejemplo se observa a menudo en las zonas de cultivo cercanas a la costa. Así, un granulado de suelo según la
invención tras una sulfonación del producto de policondensación puede usarse por ejemplo como intercambiador de
cationes cargado de protones o de H^+ , mientras que un granulado de suelo aminado puede usarse como intercambiador
de aniones cargado de OH^- .

5 [0029] Desde el punto de vista del procedimiento está en este caso previsto que el producto de policondensación esponjado sea sulfonado y/o aminado. La sulfonación puede hacerse de manera en sí conocida, por ejemplo introduciendo en los grupos fenilo del producto de policondensación esponjado mediante reacción de sustitución aromática electrofílica con trióxido de azufre, piridina o similares grupos-SO₃H-, y/o introduciendo en los grupos propanoides del producto de policondensación esponjado mediante reacción de sustitución radical dentro del marco de una sulfocloración grupos sulfonylcloruro, los cuales mediante hidrólisis pueden ser convertidos en grupos de ácido sulfónico. Lo mismo es de aplicación para la aminación, la cual por ejemplo puede hacerse mediante sustitución nucleofílica de átomos de oxígeno contenidos en el producto de policondensación por aminocompuestos, transformando el producto de policondensación con amoníaco o aminas.

10 [0030] Según otro ventajoso perfeccionamiento del granulado de suelo según la invención puede estar previsto que en sus poros estén precipitadas sustancias activas, en particular de entre los miembros del grupo que consta de fertilizantes, pesticidas y tampones. De esta manera es posible usar el granulado de suelo además de para el almacenamiento reversible de agua a lo largo de un prolongado espacio de tiempo también como matriz de soporte para por ejemplo fertilizantes y pesticidas, sirviendo el sistema de poros abiertos de la arcilla esponjada y dado el caso del producto de policondensación esponjado de depósito de sustancias activas con liberación retardada de las sustancias activas, con lo cual puede ajustarse un definido perfil de descarga y las sustancias activas no son en caso de precipitación barridas espontáneamente ni se escurren en altos porcentajes. La reducción de la cantidad de sustancias activas que puede lograrse gracias a ello conduce directamente a una reducción de costes y a una descarga del medio ambiente. Para contrarrestar una eventual sobreacidificación de las superficies de cultivo, en los poros del granulado de suelo pueden estar precipitados en particular también tampones, tales como por ejemplo carbonato cálcico (CaCO₃), el cual puede desprenderse al igual como las sustancias activas anteriormente mencionadas a lo largo de un relativamente prolongado espacio de tiempo, en cuanto el sistema de poros abiertos haya absorbido agua y la haya desprendido de nuevo con los tampones/las sustancias activas disueltas.

25 [0031] Para introducir tales sustancias activas incluyendo los tampones en los poros del granulado de suelo, el granulado de suelo puede ser sumergido en particular en una solución de la sustancia activa o de las respectivas sustancias activas y puede ser a continuación secado, para eliminar el solvente, como p. ej. agua.

30 [0032] Como ya se ha indicado, en el granulado de suelo según la invención en particular, si bien no necesariamente, la arcilla esponjada puede estar combinada con un producto de policondensación esponjado de la clase anteriormente mencionada, presentando preferiblemente una matriz de poros abiertos hecha a base del producto de policondensación esponjado hecho a base de al menos un alcohol fenilpropanoide policondensado o de al menos un polihidroxifenol policondensado con partículas de la arcilla esponjada embebidas aquí.

35 [0033] Para la producción de un granulado de suelo de este tipo con una matriz de poros abiertos hecha a base del producto de policondensación esponjado con partículas de arcilla esponjada aquí embebidas puede estar previsto que las partículas de arcilla esponjada sean prefabricadas por ejemplo de la manera anteriormente descrita y sean añadidas al alcohol fenilpropanoide que es al menos uno o al polihidroxifenol policondensado que es al menos uno antes de su policondensación.

40 [0034] A continuación se describe más en detalle la invención a base de un ejemplo de realización haciendo referencia a los dibujos. Las distintas figuras muestran lo siguiente:

45 La Fig. 1, la fórmula estructural de un alcohol fenilpropanoide usado para la policondensación, el cual contiene unidades fenilpropanoides de las que están contenidas en la lignina natural;
la Fig. 2, una fotografía microscópica de un granulado de arcilla esponjada de poros abiertos; y
la Fig. 3, una fotografía microscópica de la superficie de corte de un granulado de suelo de poros abiertos con una matriz hecha a base de un alcohol fenilpropanoide según la Fig. 1 en presencia de producto de policondensación copolicondensado con lignina, estando embebidas en la matriz partículas de arcilla esponjada según la Fig. 2.

50 Ejemplo de realización:

55 [0035] Para la fabricación de la parte de arcilla esponjada de una forma de realización de un granulado de suelo según la invención fueron premezclados en una adecuada mezcladora o amasadora minerales arcillosos naturales con aproximadamente un 10% másico de una fracción pretriturada mecánicamente de los minerales arcillosos aminados con un tamaño de partículas de entre poco más o menos 1 nm y poco más o menos 100 nm. Luego la mezcla fue extrusionada y homogeneizada mediante una extrusionadora de dos husillos. El material extrusionado así obtenido fue luego granulado mediante un granulador dispuesto a continuación de la extrusionadora y fue calcinado a una temperatura de aproximadamente 1250°C por espacio de 45 minutos en un horno tubular giratorio, para evaporar prácticamente por completo el agua ocluida en los minerales arcillosos y para así lograr una muy fina estructura de poros abiertos. Una fotografía microscópica de las partículas de granulado de arcilla esponjada se desprende de la fotografía microscópica según la Fig. 2.

- 5 **[0036]** Para la fabricación de una matriz de soporte de poros abiertos que aloje las partículas de granulado de arcilla esponjada según la Fig. 2 de la forma de realización de un granulado de suelo según la invención, 100 g de un alcohol fenilpropanoide líquido-viscoso que está a la venta en el mercado como prepolímero y sirve para una reacción de policondensación, con la fórmula estructural representada en la Fig. 1, el cual contiene en total 7 unidades
- 10 fenilpropanoides de las que están contenidas en la lignina que se da de manera natural y en tal medida se ajusta a un “fragmento” de lignina natural son premezclados a temperatura ambiente y bajo agitación continua a 1000 rpm sucesivamente con lignina en polvo, hasta haber sido alcanzada una proporción másica del alcohol fenilpropanoide a la lignina de por ejemplo aproximadamente 0,5 a 1 hasta aproximadamente 1 a 0,5. A la mezcla le fueron añadidos bajo agitación continua 6,2 g de un agente mojante, 1 g de un emulsionante, 2,3 g de una premezcla de un 50% másico de un emulsionante con un 50% másico del alcohol fenilpropanoide según la Fig. 1, así como 0,9 g de un plastificante hecho a base de propilenglicol. Luego fueron añadidos bajo agitación continua 8 g de un agente esponjante que sirve de
- 15 generador de gas en forma de éter de petróleo, así como 12 g de un endurecedor hecho por ejemplo a base de formaldehído, a continuación de lo cual se añadieron finalmente las partículas de arcilla esponjada prefabricada y se homogeneizaron y se mantuvieron en suspensión en la mezcla de reacción viscosa. Esta mezcla de reacción fue tras adicional agitación vertida al interior de un molde precalentado a aproximadamente 70°C y fue endurecida y secada por espacio de en total aproximadamente 3 h. Tras un tiempo de enfriamiento de aproximadamente 1 hora el producto de policondensación sólido hecho a base del alcohol fenilpropanoide copolicondensado con lignina fue desmoldeado y granulado para ser así transformado en el granulado de suelo de poros abiertos.
- 20 **[0037]** La Fig. 3 muestra una fotografía microscópica de un corte del granulado poroso de suelo en la cual son por un lado (en oscuro, en total 4) visibles partículas de arcilla esponjada de poros abiertos que están asimismo embebidas en la matriz asimismo de poros abiertos del producto de copolicondensación.
- 25 **[0038]** El granulado de suelo acabado según la Fig. 3 puede ser finalmente sumergido en soluciones de tampón y sustancias activas y puede ser a continuación secado, para poder liberar de manera retardada a lo largo de un prolongado espacio de tiempo las sustancias activas o el tampón, para que así las sustancias activas pueden ser absorbidas por las plantas que se cultiven y no se pierdan debido al escurrimiento.
- 30 **[0039]** El granulado de suelo puede ser por último aplicado proporcionalmente a los suelos de cultivo, o puede ser incorporado a los mismos por ejemplo al proceder a ararlos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Granulado poroso de suelo que es adecuado para el almacenamiento reversible de agua y contiene al menos un material esponjado de poros abiertos del grupo de la arcilla esponjada hecha a base de minerales arcillosos naturales, **caracterizado por el hecho de que** la arcilla esponjada contiene minerales arcillosos aminados modificados orgánicamente del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos.
- 10 2. Granulado de suelo según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** para la modificación orgánica de la arcilla esponjada han sido introducidos iones alquilamonio de aminas orgánicas, en donde los iones alquilamonio de aminas orgánicas han sido introducidos en particular de
 - aminas orgánicas primarias o secundarias; y/o
 - aminas orgánicas con entre 1 y 10 átomos de carbono.
- 15 3. Granulado de suelo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** silicatos estratificados y/o tectosilicatos aminados modificados orgánicamente se seleccionan de entre los miembros del grupo que consta de esteatita ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), moscovita ($KAl_2[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]$), caolinita ($Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$), montmorillonita ($Al_{1,67}Mg_{0,33}[(OH)_2Si_4O_{10}]$) y silicatos de aluminio y potasio, como $(K_6(Si_{30}Al_6) * 20 H_2O)$.
- 20 4. Granulado de suelo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** la arcilla esponjada contiene nanopartículas de minerales arcillosos del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos, y en particular de entre los miembros del grupo que consta de esteatita ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), moscovita ($KAl_2[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]$), caolinita ($Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$), montmorillonita ($Al_{1,67}Mg_{0,33}[(OH)_2Si_4O_{10}]$) y silicatos de aluminio y potasio, como $(K_6(Si_{30}Al_6) * 20 H_2O)$.
- 25 5. Granulado de suelo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** la arcilla esponjada contiene aditivos del grupo de los hidratos salinos, y en particular del grupo de los carbonatos.
- 30 6. Granulado de suelo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** contiene además un material esponjado de poros abiertos de entre los miembros del grupo que consta de producto de policondensación esponjado hecho a base de al menos un alcohol fenilpropanoide policondensado o bien a base de al menos un polihidroxifenol policondensado, en donde en particular
 - el alcohol fenilpropanoide policondensado contiene unidades fenilpropanoides de las que están contenidas en la lignina o bien está hecho por completo a base de las mismas, las cuales contienen como sustituyentes del anillo del bencol además de una cadena de propano en particular al menos un grupo funcional seleccionado de
 - 35 entre los miembros del grupo que consta de grupo hidroxilo, grupo metoxi, grupo alcoxi y grupo arilo;
 - el producto de policondensación esponjado es un co-policondensado hecho a base de alcoholes fenilpropanoides policondensados con lignina; y/o
 - en cuanto al polihidroxifenol policondensado, se trata de tanino policondensado.
- 40 7. Granulado de suelo según la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** el producto de policondensación esponjado está sulfonado y/o aminado.
- 45 8. Granulado de suelo según una de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por el hecho de que** presenta una matriz de poros abiertos hecha a base del producto de policondensación esponjado hecho a base de al menos un alcohol fenilpropanoide policondensado o bien a base de al menos un polihidroxifenol policondensado con partículas de la arcilla esponjada aquí embebidas.
- 50 9. Granulado de suelo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por el hecho de que** en sus poros están precipitadas sustancias activas, en particular del grupo de los fertilizantes, los pesticidas y los tampones.
- 55 10. Procedimiento para la fabricación de un granulado poroso de suelo según una de las reivindicaciones precedentes, el cual es adecuado para el almacenamiento reversible de agua, en donde para la producción de partículas de granulado hechas a base de arcilla esponjada dado el caso se premezclan y se extrusionan minerales arcillosos naturales, después de lo cual el material extrusionado es granulado y calcinado a elevada temperatura, para evaporar el agua ocluida y esponjar el granulado, **caracterizado por el hecho de que** al menos una fracción de algunos minerales arcillosos naturales usados para la producción de las partículas de granulado de arcilla esponjada que como tales minerales arcillosos son miembros del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos es modificada orgánicamente y aminada, después de lo cual es dado el caso premezclada y extrusionada junto con los materiales arcillosos.
- 60 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por el hecho de que** para la modificación orgánica de los minerales arcillosos se introducen iones alquilamonio de aminas orgánicas, en donde en particular se introducen iones alquilamonio de
 - aminas orgánicas primarias o secundarias; y/o

- aminas orgánicas con entre 1 y 10 átomos de carbono.

- 5
12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por el hecho de que** los silicatos estratificados y/o tectosilicatos de entre los miembros del grupo que consta de esteatita ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$), moscovita ($KAl_2[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]$), caolinita ($Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$), montmorillonita ($Al_{1,67}Mg_{0,33}[(OH)_2Si_4O_{10}]$) y silicatos de aluminio y potasio, como ($K_6(Si_{30}Al_6) \cdot 20 H_2O$) son modificados orgánicamente y aminados, en donde en particular al menos una fracción de algunos de estos minerales arcillosos naturales usados para la producción de las partículas de granulado de arcilla esponjada que como tales minerales arcillosos son miembros del grupo de los silicatos estratificados y los tectosilicatos es triturada siendo así transformada en partículas nanométricas, a continuación de lo cual la misma es dado el caso premezclada y extrusionada juntamente con los materiales arcillosos.
- 10
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por el hecho de que** a los minerales arcillosos naturales que se usan para la producción de las partículas de granulado de arcilla esponjada les son añadidos aditivos del grupo de los hidratos salinos, y en particular del grupo de los carbonatos.
- 15
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por el hecho de que** además para la producción de partículas de un producto de policondensación esponjado al menos un alcohol fenilpropanoide o al menos un polihidroxifenol policondensado es policondensado en presencia de al menos un agente esponjante, en donde el agente esponjante es activado, a continuación de lo cual el producto de policondensación es secado y granulado, en donde en particular
- 20
- para la producción del producto de policondensación se usa al menos un alcohol fenilpropanoide que contiene unidades fenilpropanoides de las que están contenidas en la lignina o bien está hecho por completo a base de las mismas, las cuales contienen como sustituyentes del anillo de benzol además de una cadena de propano en particular al menos un grupo funcional seleccionado de entre los miembros del grupo que consta de grupo hidroxilo, grupo metoxi, grupo alcoxi y grupo ariloxi;
 - para la producción del producto de policondensación esponjado el alcohol fenilpropanoide es copolicondensado con lignina; y/o
 - para la producción del producto de policondensación se usa al menos un tanino.
- 25
- 30
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado por el hecho de que** para la producción de una matriz de poros abiertos hecha a base del producto de policondensación esponjado con partículas de arcilla esponjada aquí embebidas las partículas de arcilla esponjada son prefabricadas y añadidas al alcohol fenilpropanoide que es al menos uno o al polihidroxifenol policondensado que es al menos 1 antes de su policondensación.
- 35
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado por el hecho de que** en los poros del granulado de suelo se introducen sustancias activas, en particular del grupo de los fertilizantes, los pesticidas y los tampones, sumergiendo el granulado de suelo en una solución de la sustancia activa y procediendo a continuación a su secado.
- 40

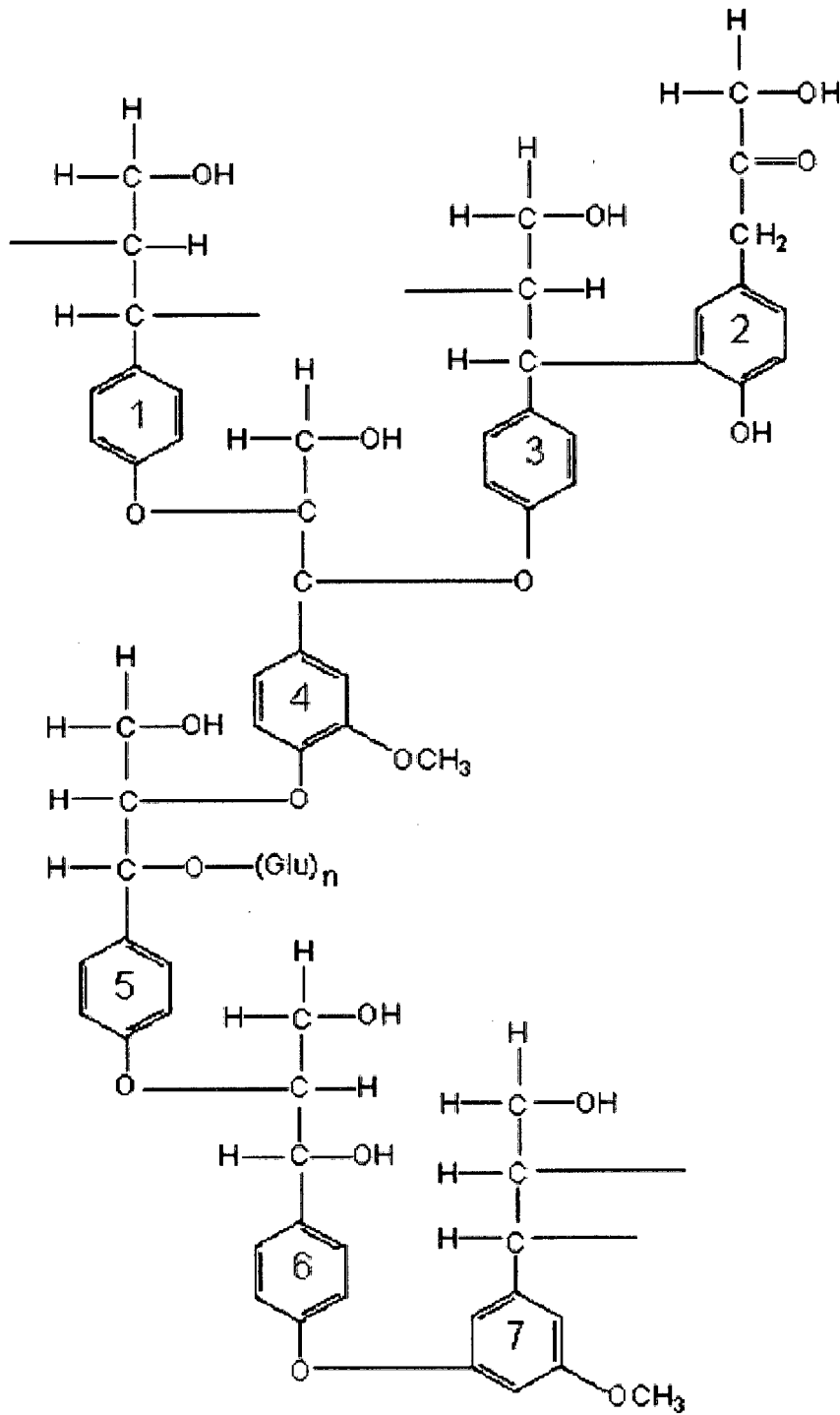


Fig. 1

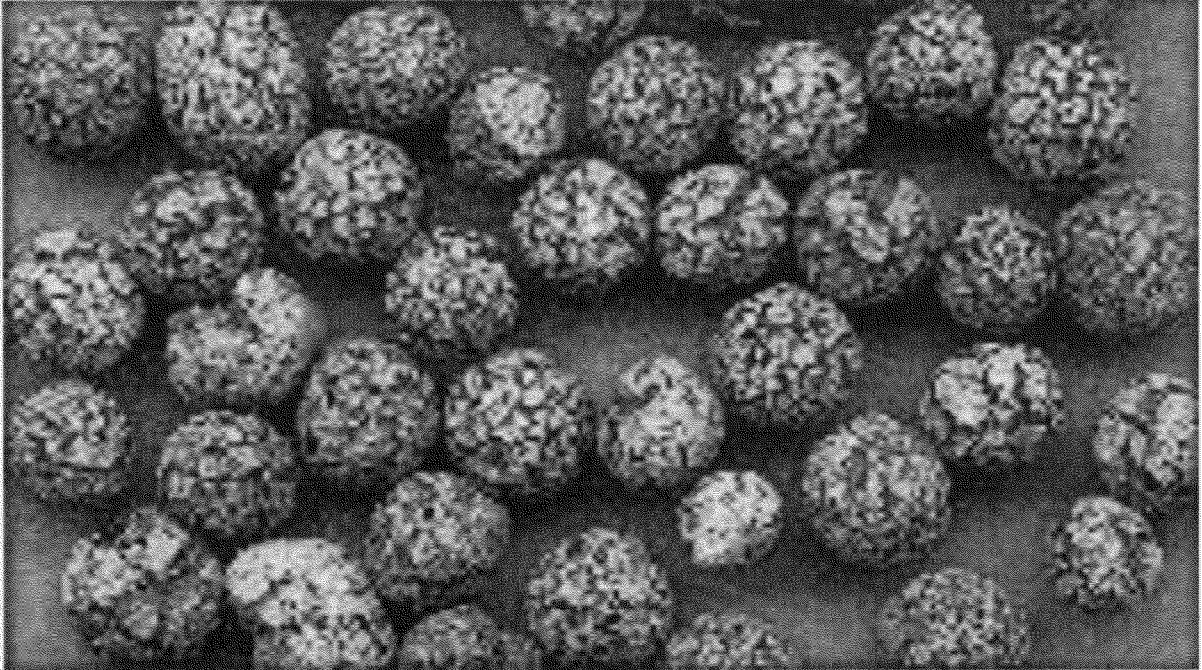


Fig. 2

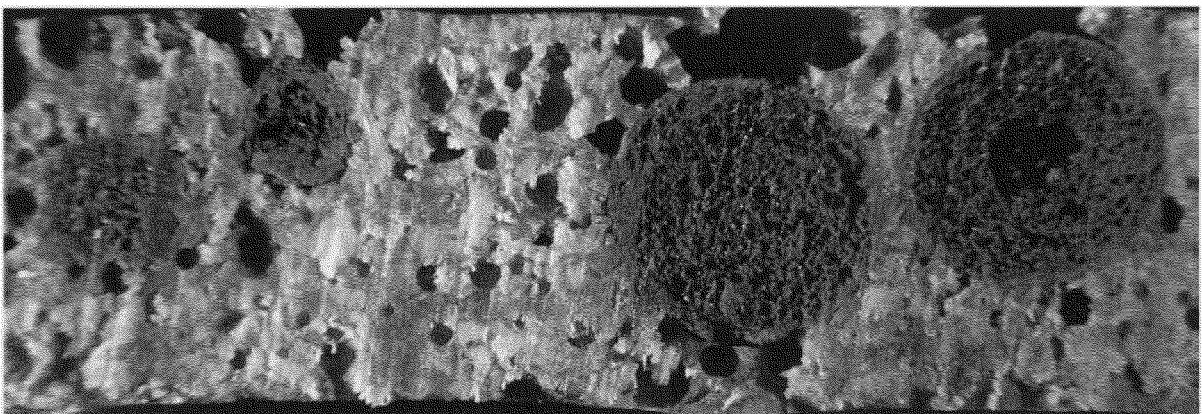


Fig. 3