

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 619**

51 Int. Cl.:

**B09C 1/00** (2006.01)

**A01N 25/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2009 PCT/NL2009/050724**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.06.2010 WO10064903**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2009 E 09768250 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2352602**

54 Título: **Método de descontaminación biológica de suelos**

30 Prioridad:

**01.12.2008 NL 1036261**  
**19.10.2009 NL 2003665**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.01.2018**

73 Titular/es:

**THATCHTEC B.V. (100.0%)**  
**Agro Business Park 40**  
**6708 PW Wageningen, NL**

72 Inventor/es:

**MEINTS, HENDRIK y**  
**FEIL, HERMAN**

74 Agente/Representante:

**CARBONELL CALLICÓ, Josep**

ES 2 650 619 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

Método de descontaminación biológica de suelos

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método de descontaminación biológica de suelos.

10 **Técnica anterior**

10 La descontaminación de suelos, dirigida a la destrucción de organismos dañinos en el suelo, a menudo es necesaria en la agricultura. Estos organismos, particularmente los nematodos, hongos y bacterias, pueden tener un efecto no deseado tanto en la calidad como en la cantidad de las cosechas. La descontaminación de suelos puede llevarse a cabo de diversos modos, a saber, por medios químicos, físicos y biológicos, siendo el calentamiento un método físico.

15 En el caso de la descontaminación química de suelos, que es un modo convencional de esterilización del suelo, los productos químicos que destruyen los organismos dañinos se introducen en el suelo. Sin embargo, la descontaminación química de suelos tiene varias limitaciones importantes, particularmente desde el punto de vista medioambiental. Dado que los productos químicos pueden afectar de forma directa al entorno y/o a los productos agrícolas que se cultivan, su uso para la descontaminación química de suelos está estrictamente regulado por los requisitos para obtener una autorización y por las instrucciones de uso.

20 El bromuro de metilo, un gas tóxico incoloro y casi inodoro, se empleó extensamente en el pasado para la descontaminación química de suelos. Sin embargo, el bromuro de metilo ataca la capa de ozono y su uso ha sido prohibido en virtud del Protocolo de Montreal desde el 1 de enero de 2005. Su producción también debería detenerse a partir del 1 de enero de 2015. Un agente descontaminante de suelos alternativo es, por ejemplo 1,3-dicloropropeno, pero el uso de este producto químico también se ha prohibido en la Unión Europea desde marzo de 2008. En los Países Bajos, el uso del bromuro de metilo para la descontaminación de suelos se hizo ilegal ya en 1992. La única alternativa permisible - Monam® - es de aplicabilidad limitada y puede utilizarse como máximo solo una vez cada cinco años.

25 El uso de un producto de origen vegetal para la descontaminación de suelos se ha descrito, por ejemplo, en el documento WO 02/056683. En este caso se aplica alicina - un compuesto que se libera cuando se prensa el ajo - al suelo antes de sembrar o plantar, para proteger a las plantas de organismos patógenos tales como hongos, bacterias, protozoos y nematodos. Un inconveniente de la alicina es que es un compuesto volátil químicamente inestable, de modo que su uso a gran escala no es práctico; de hecho, la alicina es la más adecuada para la descontaminación de suelos en áreas pequeñas o en invernaderos.

30 En el caso de la descontaminación física de suelos, los organismos dañinos presentes en el suelo se destruyen por calentamiento a 80-90 °C, por ejemplo haciendo pasar vapor en el suelo o calentando el suelo con llamas. Sin embargo, el uso de vapor tiene la desventaja de ser muy costoso para su uso a gran escala, mientras que si se utilizan llamas es muy difícil conseguir un calentamiento uniforme del suelo. Muy general, la descontaminación física de suelos es bastante cara y proporciona resultados variables. El documento WO 03/099004 divulga un sistema y un método para la esterilización *in situ* del suelo y la destrucción de insectos y de malas hierbas en él. Este método consiste en exponer el suelo hasta una profundidad especificada a un flujo de energía con una frecuencia de microondas elegida para disociar los biopolímeros.

35 La descontaminación biológica de suelos (DBS) es una alternativa a la descontaminación química y física de suelos. En este caso, se introducen en el suelo plantas o partes de plantas frescas y fácilmente degradables, tales como restos de siega de pasto, y el suelo se cubre de forma hermética con una película plástica durante algún tiempo, en general durante 6 semanas. Se ha descubierto que esto reduce la cantidad de patógenos en el suelo, tales como nematodos y hongos. Debido a la acción indirecta de los materiales introducidos en el suelo en el caso de la descontaminación biológica de suelos, en este caso no es aplicable ninguna legislación de protección vegetal.

40 El uso de la descontaminación biológica de suelos en el cultivo del espárrago se ha descrito por ejemplo en Plant Life, 2 (2008), en donde los autores estudiaron el combate de *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* y *Fusarium redolens* f. sp. *asparagi*. Aunque el fusarium no se destruye completamente, las plantas de espárrago plantadas en los terrenos descontaminados parecían tener mejores resultados. Los autores también informaron una mejor calidad y un rendimiento más alto de espárragos durante varios años tras la descontaminación biológica del suelo.

45 El documento US5937572 describe un método de exterminio de plagas existentes de termitas, insectos u otros organismos vivos en edificios, suelos y otros materiales utilizando una solución destructora que contiene pimienta ya sea en forma líquida o de vapor, que incluye las etapas de suministrar la solución destructora a las partes infectadas de la estructura y contactar las termitas, los insectos u otros organismos vivos que forman la plaga. El método obvia la necesidad de compuestos químicos tóxicos o no seguros desde el punto de vista medioambiental, y el pimienta

está fácilmente disponible y es barato. El pesticida y el método de uso se consideran altamente eficaces frente a las termitas en áreas secas, áreas húmedas, áreas inaccesibles y expuestas, incluyendo alrededor y debajo de los cimientos, el techo y partes de las paredes de los edificios. Taladrar pequeños agujeros en el edificio, ya sea desde el interior o desde el exterior, y penetrar en la pared interior, el techo y los espacios de los cimientos, permitirá bombear la solución destructora a base de pimienta de forma directa en ellos. De forma adicional, la solución destructora puede aplicarse debajo de las barreras de vapor en el suelo para eliminar los nematodos en el suelo antes de otras actividades agrícolas.

El documento GB1440954 describe un método para combatir nematodos que comprende: (a) establecer en el suelo que contiene huevos de nematodo una azida seleccionada de azida de metal alcalino, azida de metal alcalinotérreo, azida de amonio y mezclas de las mismas, en una cantidad eficaz para potenciar la eclosión de los huevos de nematodo y (b) establecer en el suelo un nematocida en una cantidad eficaz para combatir a los nematodos que han eclosionado de los huevos de nematodo. El nematocida puede ser 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil-N-metilcarbamato; 0-etil-S,S-dipropilfosforoditioato; 0,0-dietil-O-[p-(metilsulfinil)fenil]]fosforotioato; 1,3-dicloropropeno; mezclas de 1,3-dicloropropeno y tricloronitrometano; mezclas de 1,3-dicloropropeno, 3,3-dicloropropeno, 1,2-dicloropropeno, 2,3-dicloropropeno e hidrocarburos clorados en C3 relacionados tales como 1,2-dibromo-3-cloropropano; y mezclas de metil isocianato e hidrocarburos C3 clorados; pero se enumeran otros. El documento GB1440954 también se refiere a formulaciones de la azida y del nematocida. En una modificación la azida puede utilizarse como agente de eclosión y como nematocida. Otros aspectos descritos en el documento GB1440954 son la cobertura del suelo tratado, la inclusión de un insecticida y la aplicación de nematocida antes, de forma simultánea o después de la azida.

El documento JP2000026207 describe la fumigación del suelo para controlar plagas de forma conveniente y eficaz en el suelo, pulverizando en forma gaseosa o de bruma un principio activo agroquímico concreto en el espacio entre la superficie del suelo concreta y una película. El suelo se desinfecta pulverizando en forma gaseosa o de bruma (B) un principio activo agroquímico [por ejemplo cloropicrina (tricloronitrometano)], que muestra un punto de ebullición de 40 °C o más a presión atmosférica y una presión de vapor de 0,5 mmHg/20 °C o más, en (A) el espacio entre una película y la superficie del suelo, en el suelo recubierto por una película de barrera de gases con transmitancia del gas oxígeno (25 °C, HR del 50 %) de 8000 cc/m<sup>2</sup>/h/atm o menos, preferentemente 4000 cc/m<sup>2</sup>/h/atm o menos y terminar el tratamiento de la cantidad prescrita del componente A al cabo de 48 horas desde el inicio de la pulverización, para proteger cultivos del daño que provocan enfermedades y plagas o malas hierbas. Cuando sea necesario, el componente B puede utilizarse junto con disolventes, agua, antioxidantes, tensioactivos, estabilizantes o similares.

### 35 Sumario de la invención

Sin embargo, varios factores están en contra del uso más extenso de la descontaminación biológica de suelos descrita anteriormente, por ejemplo el coste relativamente alto, particularmente el coste de la película plástica, y la aplicación y retirada de esta película. Como resultado, la descontaminación biológica de suelos actualmente solo es económicamente factible en el caso de cultivos especiales, tales como el espárrago, cuando no hay alternativas eficaces o solo las hay muy caras. Otra desventaja radica en el tiempo limitado durante el que puede practicarse la descontaminación biológica del suelo. Para una digestión suficientemente rápida del material orgánico fresco que se utiliza en la actual estrategia, la temperatura del suelo debe estar por encima de un determinado valor mínimo y, además, el cultivo a labrar debe desarrollarse antes de la descontaminación biológica del suelo. La descontaminación biológica de suelos no puede, por lo tanto, llevarse a cabo en el invierno o a principios de la primavera. Otros problemas técnicos se refieren al diseño y a la vida útil de la película plástica, y al daño provocado en ella por las aves y la vida silvestre, razón por la cual en ocasiones no puede conseguirse una cobertura durante el mejor período de tiempo (suficientemente largo). Además, la descontaminación biológica de suelos proporciona resultados variables, probablemente debido a la calidad variable y a la composición del cultivo a labrar en el.

Como así puede observarse, la descontaminación biológica de suelos basada en el uso de plantas frescas o de restos vegetales tiene varias desventajas. El propósito de la presente invención es ofrecer un método alternativo de descontaminación biológica de suelos que preferentemente está completamente o al menos parcialmente libre de estas desventajas.

Sorprendentemente, se ha descubierto ahora que pueden obtenerse resultados extraordinariamente buenos mediante un método de descontaminación biológica de suelos en el cual se introduce en el suelo un producto que comprende material orgánico no vivo y se aplica una capa de barrera entre el suelo y el aire.

También es sorprendente que los resultados extraordinariamente buenos se obtienen mediante un método de descontaminación biológica de suelos en el cual se introduce en el suelo un producto que comprende un material escogido de un grupo de proteínas, hidratos de carbono y lípidos, y se aplica entre el suelo y el aire una capa de barrera, conteniendo el producto en cuestión plantas frescas no procesadas o restos vegetales frescos no procesados.

También es sorprendente que sea favorable un método de descontaminación biológica de suelos que consiste en la

introducción de un producto orgánico particulado en el suelo y la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire.

5 También es sorprendente, en particular, que proporcione resultados favorables un método de descontaminación biológica de suelos, en el cual se introduce en el terreno un producto particulado que contiene proteínas y se aplica una capa de barrera entre el terreno y el aire.

10 El método de acuerdo con la invención y sus realizaciones preferentes garantizan una descontaminación biológica de suelos más rápida y más fiable. La descontaminación biológica de suelos llevada a cabo mediante el método de acuerdo con la presente invención puede también conducir a un mayor rendimiento.

15 Dicho producto comprende un material que contiene proteínas. Más preferentemente, el producto contiene al menos el 10 % en peso de proteína, calculado en función de la materia seca, en especial al menos el 15 % en peso de proteína, tal como al menos el 20 % en peso de esta. En algunas realizaciones concretas, el producto contiene al menos el 50 % en peso de proteína en función de la materia seca y en especial al menos el 70 % en peso de proteína en forma de, por ejemplo, gluten de trigo o gluten de maíz.

20 En otra realización, se introducen preferentemente al menos 0,5 gramos de proteína por litro de suelo, y más preferentemente al menos 1 gramo de proteína por litro de suelo, tal como al menos 2, al menos 4 y en especial al menos 10 gramos de proteína por litro de suelo. En conformidad con la invención, la cantidad de proteína introducida en el suelo por litro de suelo es de 0,5-50 g. En conformidad con realizaciones preferentes de la invención, la cantidad de proteína introducida en el suelo por litro de suelo es de 1-50 g, en especial 2-50 g y de forma más especial 4-50 g, tal como 4-40 g. La descontaminación del suelo no es satisfactoria si se usa menos proteína, mientras que cantidades mayores acidifican rápidamente el suelo, inhibiendo de este modo el proceso de  
25 descontaminación.

30 Además, en una de las realizaciones el producto utilizado solo contiene una pequeña cantidad de hidratos de carbono, en especial hidratos de carbono rápidamente degradables, tales como hidratos de carbono que comprenden monosacáridos y/o polisacáridos con enlaces  $\alpha 1 \rightarrow 4$ . El producto comprende preferentemente como máximo el 30 % en peso y más preferentemente como máximo el 20 % en peso de hidratos de carbono rápidamente degradables, calculado en función de la materia seca. Cantidades mayores pueden acidificar rápidamente el suelo, inhibiendo el proceso de descontaminación del suelo.

35 Preferentemente, la capa de barrera utilizada es esencialmente impermeable al oxígeno. Se utiliza una película plástica en particular como la capa de barrera. En otra realización, la capa de barrera no comprende aperturas para las plantas, de forma que el suelo puede estar cubierto prácticamente de forma completa por ella. La capa de barrera se dispone en particular para crear debajo de ella condiciones sustancialmente anaeróbicas en el suelo. La cantidad del producto y la naturaleza de la capa de barrera se escogen preferentemente de forma que - en el transcurso de preferentemente al menos varios días, tal como al menos 2 días o al menos 5 días - el contenido en oxígeno del aire en el suelo bajo la capa de barrera esté en el orden de magnitud de como máximo el 2 % en volumen y especialmente como máximo el 1 % en volumen, tal como, como máximo el 0,5 % en volumen. Por ejemplo, puede caer por debajo de aproximadamente el 2 % en volumen aproximadamente 2 días después de la introducción y la cobertura, y puede permanecer igual preferentemente durante al menos 2 días consecutivos y preferentemente durante al menos 5 días consecutivos. En una de las realizaciones, la capa de barrera utilizada  
45 tiene preferentemente una tasa de transmisión de oxígeno (TTO) de como máximo 2000 ml de oxígeno por metro cuadrado por hora, es decir un valor de TTO de como máximo 2000 ml/m<sup>2</sup>/h. En una realización concreta, el valor de TTO es como máximo de 1500 ml/m<sup>2</sup>/h. Con el polietileno (PE), es posible conseguir un valor de TTO de 1400 ml/m<sup>2</sup>/h, lo que puede crear buenas condiciones anaeróbicas.

## 50 Descripción detallada de la invención

Con la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con la técnica anterior, se introducen en el suelo plantas frescas o restos vegetales frescos tales como, por ejemplo, restos de siega de pasto. Una de las desventajas de esto es que se obtienen resultados muy variables, posiblemente debido a la variable calidad y la variable  
55 composición de los restos vegetales introducidos en el suelo.

Sin embargo, con la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se introduce en el suelo un material bien definido en lugar de plantas frescas o de restos vegetales.

60 La presente invención se refiere en general a un método de descontaminación biológica de suelos en conformidad con la reivindicación 1. Se describirán a continuación varias realizaciones para el producto a introducir en el suelo y para el método de acuerdo con la invención.

Producto que contiene un material orgánico no vivo

Se obtienen buenos resultados de descontaminación mediante el método de descontaminación biológica de suelos, en el cual se introduce en el suelo un producto que comprende un material orgánico no vivo y se aplica una capa de barrera entre el suelo y el aire.

La expresión “material orgánico no vivo” se utiliza en este caso para indicar un material orgánico que no está en forma de plantas no procesadas, restos vegetales, animales o restos animales, en donde “no procesado” significa no procesado o solo sometido a un procesamiento que consiste en corte, tal como siega o troceado. No están incluidos en la expresión “material orgánico no vivo” materiales orgánicos como pasto, paja, hojas, etc. Por otro lado, la expresión incluye material orgánico obtenido procesando plantas, animales o parte de los mismos, en donde el procesamiento implica más que un mero corte; por ejemplo, están incluidos en la expresión proteínas, lípidos e hidratos de carbono que se han aislado. En una de las realizaciones, en la expresión también están incluidos materiales orgánicos tales como gluten aislado. En otra realización, la expresión también incluye materiales orgánicos escogidos de un grupo que comprende humus, compost, harina de soja extraída, harina de hueso, gelatina y de forma opcional abono granulado. El material orgánico no vivo preferente es biomasa no viva.

Por lo tanto, la divulgación también se refiere a un método de descontaminación biológica de suelos en el cual se introduce en el suelo un producto que contiene material orgánico, en donde el dicho producto se escoge de un grupo que comprende proteínas, hidratos de carbono y lípidos, y no está en forma de plantas no procesadas, restos vegetales, animales o restos animales, y en donde el método en cuestión también comprende la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire.

Plantas frescas no procesadas o partes de las mismas

En una de las realizaciones ventajosas, el método de descontaminación biológica de suelos implica la introducción de un producto en el suelo, en donde el dicho producto comprende preferentemente un material escogido de un grupo de proteínas, hidratos de carbono y lípidos, pero no contiene ninguna planta fresca no procesada o restos vegetales frescos no procesados, y en donde el producto comprende preferentemente uno o más de los diversos tipos de polvos, granulados, líquidos y subproductos agrícolas descritos anteriormente, seguido de la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire.

La expresión “plantas frescas no procesadas o restos vegetales frescos no procesados” indica plantas frescas o restos vegetales que no se han sometido a ningún tratamiento que no sea el corte opcional, tal como el pasto segado. El procesamiento adicional de plantas o restos vegetales puede conducir por ejemplo a productos tales como harina de colza extraída, harina de soja extraída, gluten, mondaduras de patata al vapor y Protamylasse.

La expresión “subproducto agrícola” se utiliza en este caso para indicar materiales formados en la agricultura y que contienen proteínas y/o hidratos de carbono y/o lípidos, siendo un ejemplo los desechos de matanza. Otros ejemplos de subproductos agrícolas son la harina de soja extraída, las mondaduras de patata al vapor y la harina de hueso.

Preferentemente, el producto comprende un material escogido de un grupo que comprende proteínas, hidratos de carbono y lípidos; es preferentemente biomasa no viva.

Los productos preferentes contienen al menos el 10 % en peso de proteína en función de la materia seca.

Producto particulado

En una de las realizaciones preferentes de la presente invención, el método de descontaminación biológica de suelos consiste en la introducción en el suelo de un producto orgánico particulado, seguido de la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire.

La expresión “material orgánico particulado” se utiliza en este caso para indicar un producto particulado, que consiste esencialmente en las partículas definidas a continuación (tal como polvos y/o granulados), en donde las partículas contienen proteínas y preferentemente uno o más compuestos orgánicos escogidos de un grupo que comprende hidratos de carbono y lípidos.

También se ha descubierto que, en particular, se obtienen resultados ventajosos a partir de un método de descontaminación biológica de suelos que consiste en la introducción en el suelo de un producto que contiene proteínas particulado y la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire.

En otra realización preferente de la presente invención, el producto que se ha introducido en el suelo está, por lo tanto, en forma particulada. Preferentemente, las partículas del producto introducido en el terreno tienen un valor de  $d_{3,2}$  de aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  a 10 mm, en especial aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  a 5 mm y de forma más especial aproximadamente 0,1-5 mm. El valor de  $d_{3,2}$  de una partícula se define como el diámetro medio superficial de volumen/área de superficie o diámetro medio de Sauter. El polvo es un producto particulado cuyas partículas pueden

5 variar de muy pequeñas (por ejemplo del orden de magnitud de aproximadamente 0,5-100 µm) a bastante grandes (por ejemplo en el orden de magnitud de aproximadamente 0,1-1 mm). En el caso de un granulado, el tamaño de partícula puede variar por ejemplo de aproximadamente 1 a 10 mm. De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, el producto introducido en el suelo es un granulado. De acuerdo con otra realización preferente de la presente invención, el producto introducido en el suelo es un polvo.

Líquido o pasta

10 De acuerdo con otra realización preferente de la presente invención, el producto a introducir en el suelo comprende un líquido.

15 El término "líquido" se utiliza en este caso para indicar una sustancia que se puede verter que comprende uno o más componentes. El experto en la materia se dará cuenta de que un líquido puede ser, por ejemplo, una emulsión, dispersión, solución, pasta acuosa, suspensión y similar. Un ejemplo de los líquidos que pueden utilizarse en el método de acuerdo con la presente invención es la leche, tal como leche de vaca, de ternera o de cabra. De acuerdo con una de las realizaciones ventajosas, preferentemente el líquido o pasta contiene al menos el 10 % en peso de proteínas, calculado en función de la materia seca. De acuerdo con otra realización ventajosa, el líquido o pasta contiene al menos el 10 % en peso de proteína y/o como máximo el 90 % en peso de hidratos de carbono y/o como máximo el 90 % en peso de lípidos, en función de la materia seca, totalizando el 100 % en peso. En una de las realizaciones, el líquido o pasta comprende al menos el 1 % en peso de hidratos de carbono y/o lípidos en función de la materia seca, totalizando el 100 % en peso. Si el líquido o pasta contiene proteína en combinación con hidratos de carbono y/o lípidos, entonces la cantidad total de hidratos de carbono y lípidos en % en peso es preferentemente menor de aproximadamente diez veces la cantidad de proteína en % en peso.

25 De acuerdo con otra realización preferente de la presente invención, el producto a introducir en el suelo comprende una pasta, tal como, por ejemplo, una pasta acuosa de una o más de las siguientes sustancias: gluten de trigo, savia de patata espesa, Protamylasse, concentrado de levadura de trigo y subproductos líquidos de la producción de bioetanol.

30 General

35 El producto - particularmente el producto que comprende material orgánico no vivo, comprendiendo el producto plantas frescas no procesadas o partes de plantas frescas no procesadas, el producto orgánico particulado o el producto que contiene proteínas particulado - contiene preferentemente uno o más componentes orgánicos (materiales) escogidos de un grupo que comprende proteínas, hidratos de carbono y lípidos (en donde el producto que contiene proteínas particulado contiene proteínas por definición), por ejemplo una combinación (mezcla) de proteínas o una combinación (mezcla) de proteínas y aglutinantes, o combinaciones de una o más proteínas, hidratos de carbono y sustancias inorgánicas.

40 De acuerdo con otra realización ventajosa, este producto comprende al menos el 10 % en peso de componentes orgánicos, por ejemplo el 60-100 % en peso de componentes orgánicos, tal como proteínas y/o hidratos de carbono y/o lípidos, y preferentemente en cualquier caso al menos el 10 % en peso de proteínas y/o como máximo el 90 % en peso de hidratos de carbono y/o como máximo el 90 % en peso de lípidos, todo en función de la materia seca, totalizando el 100 % en peso. En una de las realizaciones, el líquido comprende al menos el 1 % en peso de hidratos de carbono y/o lípidos en función de la materia seca, totalizando el 100 % en peso. Si el producto contiene proteína en combinación con hidratos de carbono y/o lípidos, entonces la cantidad total de hidratos de carbono en % en peso es preferentemente menor de aproximadamente diez veces la cantidad de proteína en % en peso.

Proteínas

50 Las proteínas adecuadas están ejemplificadas por proteína de patata, Protamylasse, harina de hueso y gluten. En una de las realizaciones, el término "proteína" también incluye una combinación de proteínas. El gluten forma un grupo específico de proteínas, que se encuentra en algunas semillas y granos.

55 De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, el producto a introducir en el suelo comprende preferentemente el producto que contiene proteínas particulado o líquido, gluten y - de acuerdo con otra realización ventajosa el producto a introducir en el suelo preferentemente comprende un producto que contiene proteínas particulado o líquido escogido de gluten de trigo, gluten de maíz y una combinación de los mismos.

60 De acuerdo con otra realización preferente, el producto a introducir en el suelo comprende otras proteínas tales como, por ejemplo, proteína de patata, proteína de soja, harina de hueso o una combinación de las mismas. De acuerdo con otra realización preferente más, el producto a introducir en el suelo comprende una combinación de glútenes tales como, por ejemplo, gluten de trigo, gluten de maíz o una combinación de los mismos, y otras proteínas tales como, por ejemplo, proteína de patata, proteína de soja, harina de hueso o una combinación de las mismas.

65

De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, el producto a introducir en el suelo comprende en especial un producto particulado o líquido en forma de una o más proteínas con, preferentemente, al menos aproximadamente el 10 % en peso de proteína (en función de la materia seca), por ejemplo con el 10-30 % en peso de proteína.

5 De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, el producto a introducir en el suelo es, por lo tanto, un producto que contiene proteínas, preferentemente particulado o líquido. La expresión "producto particulado o líquido que contiene proteínas" indica en este caso un producto que contiene proteína y es particulado, tal como, por ejemplo, un polvo o un granulado, o es un líquido tal como, por ejemplo, una pasta acuosa.

10 Las proteínas que son preferentes en una de las realizaciones se escogen de un grupo que comprende proteína de patata, proteína de trigo y proteína microbiana.

15 Una forma adecuada de material orgánico no vivo que contiene proteínas es Protamylasse, que es un líquido.

Otra forma adecuada de material orgánico no vivo que contiene proteínas es Protapec.

20 Protamylasse (o savia de patata espesa) es uno de los productos obtenidos en el procesamiento de las patatas para almidón. Se mezcla con cáscaras de soja y después se seca. El granulado obtenido de este modo se denomina Protapec, que está disponible de la Compañía Avebe en los Países Bajos.

Otra forma adecuada de material orgánico no vivo que contiene proteínas es el gluten de trigo.

25 Otra forma adecuada más de material orgánico no vivo que contiene proteínas es un producto que contiene proteína microbiana. La expresión "proteína microbiana" indica una proteína que se obtiene de procesos de fermentación. Un ejemplo de productos que contienen proteínas microbianas es el concentrado de levadura de trigo, el cual se obtiene de la fermentación del trigo. La proteína microbiana también puede formarse en la fermentación de, por ejemplo, el maíz, etc. Por lo tanto se puede utilizar como material orgánico no vivo que contiene proteínas, por ejemplo, concentrado de levadura de trigo y/o concentrado de levadura de maíz.

30 Introducción en el suelo

35 El producto se introduce en el suelo y preferentemente en la capa superior del suelo, es decir, hasta una profundidad de aproximadamente 50 cm. El producto puede introducirse labrándolo en el suelo, pero también puede inyectarse en el suelo.

La expresión "introducción en el suelo" y expresiones similares utilizadas en este caso indican, en particular, la introducción del producto en el suelo por el hombre, posiblemente con la ayuda de máquinas.

40 De acuerdo con una de las realizaciones ventajosas, se introducen 1-50 g de proteínas por litro de suelo. De acuerdo con una de las realizaciones ventajosas, se introducen 1-100 g de hidratos de carbono por litro de suelo. De acuerdo con una de las realizaciones ventajosas, se introducen en el suelo 1-100 g de lípidos. Si las proteínas se utilizan en combinación con hidratos de carbono y/o lípidos, entonces la cantidad total de hidratos de carbono y lípidos en % en peso es preferentemente menor de aproximadamente diez veces la cantidad de proteínas en % en peso.

Capa de barrera

50 Para crear en el suelo las condiciones anaeróbicas que son ventajosas para la descontaminación biológica de suelos, tras la introducción del producto descrito anteriormente se aplica una capa de barrera entre el suelo y el aire. La expresión "aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire" incluye diversas opciones e indica, en particular, la colocación de una capa de barrera en el terreno, es decir, en general en contacto con el suelo, pero también incluye los casos en donde la capa superior del suelo se trabaja, por ejemplo mediante compactación.

55 De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, la capa de barrera se fabrica de un plástico. El término "plástico" también incluye en este caso materiales de película. Cuando la descontaminación biológica del suelo se efectúa mediante la introducción en el suelo de plantas o de restos vegetales, se necesita una película plástica cara con una permeabilidad (transmisión) para el oxígeno muy baja, para crear las condiciones anaeróbicas necesarias y para conservar estas condiciones durante el tiempo necesario para que tenga lugar una descontaminación eficaz (en general 6 semanas). Sin embargo, la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con el método de la presente invención puede efectuarse en un periodo más corto, en particular debido a que en este caso la cantidad de oxígeno en el suelo disminuye muy rápidamente (el estado libre de oxígeno necesario se alcanza al cabo de 2 días) y en parte debido a que los productos introducidos en el suelo están en una forma muy fácilmente accesible, por lo que pueden digerirse rápidamente. Dado que las condiciones anaeróbicas deben mantenerse durante un periodo más corto (por ejemplo durante 2 semanas), en la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con la presente invención puede utilizarse una película menos hermética alternativa a la cara

película hermética. Los plásticos y las películas que pueden utilizarse para aplicar una capa de barrera entre el suelo y en aire están ejemplificados por el polietileno de baja densidad (PEBD), el polietileno de alta densidad (PEAD), el nailon, una película de barrera de múltiples capas (tal como la película Hytibarrier), las películas y plásticos biodegradables, así como plásticos en aerosol u otros productos formadores de película en aerosol.

5 En determinadas condiciones puede ser posible crear una capa de barrera entre el suelo y el aire apisonando la capa superior del suelo o haciendo pasar un vehículo sobre ella para comprimirla o compactarla y, por lo tanto, sellarla. De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, la capa de barrera se aplica, por lo tanto, entre el suelo y el aire compactando la capa superior del suelo.

10 Otra alternativa posible para la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire es sellar el suelo con agua. De acuerdo con una de las realizaciones preferentes de la presente invención, la capa de barrera se aplica por inundación.

15 Preferentemente, la capa de barrera se aplica 0-72 horas y preferentemente 0-48 horas después de la introducción del producto en el suelo. Si es necesario puede retirarse, preferentemente aproximadamente 1-6 semanas, en especial 1-4 semanas y de forma más especial 2-3 semanas después de aplicarla. El método de acuerdo con la invención se emplea preferentemente sin colocar ninguna planta en el suelo entre la introducción del producto en el suelo y la aplicación de la capa de barrera. El método de acuerdo con la invención se emplea preferentemente sin la presencia de ninguna planta a desarrollar y/o cultivar durante la introducción del producto en el suelo.

#### Aspectos varios

25 Sin desear ligarse a teoría alguna, los inventores señalan que la explicación de los excelentes resultados obtenidos en la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con la presente invención parece ser que los productos introducidos en el suelo experimentan una rápida fermentación, por lo que el suelo se vuelve anaeróbico de forma más rápida. Además, el estado libre de oxígeno resultante es más satisfactorio y/o persiste durante más tiempo. Esto puede deberse a la alta demanda biológica de oxígeno (DBO) de los productos utilizados. El valor de DBO es una medida de la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos cuando degradan un material orgánico.

30 Si un producto tiene un alto valor de DBO se consume una gran cantidad de oxígeno durante su degradación y las condiciones anaeróbicas necesarias para la descontaminación del suelo se garantizan de forma rápida y eficaz. Además, los productos de descomposición formados en la degradación anaeróbica de los productos introducidos en el suelo tales como, por ejemplo, metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO) y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), también parecen desempeñar un papel importante en la destrucción de los organismos dañinos presentes en el suelo.

35 Parece que en el presente método se libera una mayor cantidad y/o tipos más eficaces de estas sustancias descontaminantes que en el método convencional que implica el uso de restos vegetales frescos.

Una de las ventajas del método de acuerdo con la presente invención es que el producto que se introduce en el suelo puede tener una composición conocida y además constante. Además, el producto es preferentemente particulado o líquido, lo que garantiza su distribución fácil y uniforme en el suelo.

40 Otra ventaja es que la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con la presente invención también puede llevarse a cabo al principio de la primavera o en el otoño, dado que en este caso la temperatura del suelo es menos importante que en el caso de la descontaminación biológica por la introducción en el suelo de restos vegetales frescos, y la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con la presente invención también proporciona buenos resultados a temperaturas más bajas. Además, ya no es necesario cultivar la planta que se va a labrar, por lo que pueden ahorrarse semanas e incluso meses.

#### **Ejemplos**

##### **Ejemplo 1**

Se analizó la eficacia de diversos productos en la descontaminación biológica de suelos llevada a cabo de acuerdo con la presente invención.

55 Se contaminó un suelo arenoso con el nematodo agallador de raíces y se colocó en cubos con una capacidad de 3 litros. Se introdujeron en el suelo diversos productos y se aplicó una capa de barrera entre el suelo y el aire. Se determinaron el consumo de oxígeno y la producción del metano en el suelo, y/o la destrucción de los nematodos. Los resultados se resumen en la Tabla 1.

60



**Tabla 1 - Eficacia de diversos productos en la descontaminación biológica de suelos de acuerdo con la presente invención**

Producto	Gramos de proteína por litro de suelo	Gramos de producto por litro de suelo	Consumo de oxígeno <sup>1</sup>	Producción de metano <sup>1</sup>	Destrucción de nematodos, % <sup>2</sup>
Harina de gluten de maíz	25,50	153			100
Harina de gluten de maíz	6,30	38			100
Harina de gluten de maíz	1,20	7	bueno	bueno	100
Gluten de trigo	4,80	7	muy bueno	muy bueno	100
Gluten de trigo	2,40	3	bueno	bueno	100
Protamylasse	17,15	86			100
Protamylasse	6,52	33	muy bueno	muy bueno	100
Gluten de maíz	3,83	7	muy bueno	muy bueno	100
Torta de colza	4,20	12	razonable	razonable	
Leche de ternera	2,40	11	bueno	razonable	
Abono granulado de pollo	1,80	12	muy bueno	muy bueno	

1 El consumo de oxígeno y la producción de metano se expresan en este caso en términos cualitativos. Se determinaron dos veces al día durante varias semanas y la situación global se calificó de forma cualitativa como muy buena, buena, razonable, moderada o mínima.

2 El porcentaje de nematodos supervivientes se determinó 2 semanas después de cerrar el cubo. El porcentaje de destrucción de nematodos se calculó a partir del porcentaje de nematodos supervivientes.

5 En general, se sostiene que cuando el consumo de oxígeno es alto, la producción de metano también es alta. Esto significa que está teniendo lugar una descomposición anaeróbica satisfactoria y en estos casos la tasa de destrucción de nematodos es alta. Los productos proporcionados como ejemplos en la Tabla 1 son todas sustancias con alto contenido en proteínas; en todos estos casos, el consumo de oxígeno y la producción de metano fueron buenos o muy buenos, y la tasa de destrucción de nematodos fue del 100 %.

## 10 Ejemplo 2

En este ejemplo comparativo se determinó la eficacia de diversos restos vegetales frescos en la descontaminación biológica de suelos.

15 Se contaminó un suelo arenoso con el nematodo agallador de raíces y se colocó en cubos con una capacidad de 3 litros. Después se introdujeron en el suelo diversos restos vegetales y se aplicó una capa de barrera entre el suelo y el aire. Se determinaron el consumo de oxígeno y la producción del metano en el suelo, y/o la destrucción de los nematodos. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

**Tabla 2 - Eficacia de diversos restos vegetales en la descontaminación biológica de suelos**

Producto	Gramos de proteína por litro de suelo	Gramos de producto por litro de suelo	Consumo de oxígeno <sup>1</sup>	Producción de metano	Gramos de proteína por litro de suelo
Césped	0,48	13,6			95
Césped	0,30	8,5			15
Pasto	0,24	6,8	poco	mínima	0

1 El consumo de oxígeno y la producción de metano se expresan en este caso en términos cualitativos. Se determinaron dos veces al día durante varias semanas y la situación global se calificó de forma cualitativa como muy buena, buena, razonable, moderada o mínima.

2 El porcentaje de nematodos supervivientes se determinó 2 semanas después de cerrar el cubo. El porcentaje de destrucción de nematodos se calculó a partir del porcentaje de nematodos supervivientes.

Los resultados enumerados en la Tabla 2 muestran que cuando el contenido en proteínas de las plantas introducidas en el suelo es bajo, el consumo de oxígeno y la producción de metano también son bajos. En estos casos la destrucción de los nematodos es mala.

25 El pasto, que es la planta habitual empleada en la contaminación biológica de suelos, contiene una cantidad relativamente pequeña de proteína y cuando el pasto se introduce en el suelo se consume solo una pequeña

cantidad de oxígeno, la producción de metano es baja y la destrucción de los nematodos es mala.

**Ejemplo 3**

- 5 La Tabla 3 muestra los datos para varios materiales orgánicos no vivos adecuados o menos adecuados como ejemplos. La cantidad de proteínas introducida en el suelo con algunos de los materiales orgánicos no vivos también varió en este caso.

**Tabla 3 - Eficacia de diversos materiales orgánicos no vivos en la descontaminación biológica de suelos**

Material	Contenido en proteínas (en función de la materia seca)	Gramos de material por litro de suelo	Gramos de proteína por litro de suelo	Destrucción	Contaminante
Gluten de trigo	>80 %	3	2,4	m.b.	Nematodos
Gluten de trigo	>80 %	5	4	m.b.	Nematodos
Gluten de trigo	>80 %	7	4,8	m.b.	Nematodos
Gluten de trigo	>80 %	10	8	m.b.	Nematodos
Gluten de trigo	>80 %	20	16	m.b.	Nematodos
Gluten de maíz	64 %	10	6	m.b.	Nematodos
Harina de forraje de gluten de maíz	37 %	153	25,5	m.b.	Nematodos
Harina de forraje de gluten de maíz	37 %	38	6,3	m.b.	Nematodos
Harina de forraje de gluten de maíz	37 %	7	1,2	m.b.	Nematodos
Protamylasse	34 %	86	17,2	m.b.	Nematodos
Protamylasse	34 %	33	6,5	m.b.	Nematodos
Concentrado de levadura de trigo	35 %	6	2	m.b.	<i>Verticillium</i> , nematodos
Protapec	21 %	10	2	m.b.	<i>Verticillium</i> + <i>Fusarium</i> + nematodos
Protapec	21 %	20	4	m.b.	<i>Verticillium</i> + <i>Fusarium</i> + nematodos
Protapec	21 %	30	6	m.b.	<i>Verticillium</i> + <i>Fusarium</i> + nematodos
Protamylasse	34 %	15	3	m.b.	Nematodos
Protamylasse		30 50	6 10	m.b.	Nematodos
Paredes celulares de patata	5 %	5	0,25	m.	Nematodos
Paredes celulares de patata		10 20 40	0,5 1 2	b.	Nematodos
Harina de trigo	15 %	5	0,75	m.	Nematodos
Harina de trigo	15 %	10, 20, 40	1,5 3 6	m.b.	Nematodos
Gránulos de cebada	10 %	5,10	0,5 1,0	m.	Nematodos
Gránulos de cebada	10 %	20,40	2 4	b.	Nematodos
Almidón de maíz	<5 %	5,10,20,40	<1	m.	Nematodos
Almidón de patata	<5 %	5,10,20,40	<1	m.	Nematodos
Césped	<10 %	8,5	0,3	m.	Nematodos
Pasto	<10 %	6,8	0,24	m.	Nematodos
Pasto	<10 %	16, 20	<1	m.	Nematodos
Pasto	<10 %	32	1	moderada	Nematodos
Gluten de trigo sin cobertura			2 4 8	mala	Nematodos

Material	Contenido en proteínas (en función de la materia seca)	Gramos de material por litro de suelo	Gramos de proteína por litro de suelo	Destrucción	Contaminante
m.b.: muy buena b.: buena m.: mala Nematodos = nematodos agalladores de raíces Sin cobertura = no se aplicó ninguna cobertura (ni se comprimió la capa superior, etc.)					

**Ejemplo 4**

5 Los resultados descritos a continuación se obtuvieron con harina de soja y otras sustancias de alto contenido en proteína o de bajo contenido en proteína. Estos estudios se llevaron a cabo con los siguientes productos:

- 10 - Tres productos de alto contenido en proteína: harina de soja, harina de soja extraída y Protapec en diversas cantidades. Los dos primeros productos, que contenían ambos el 46 % de proteína en función de la materia seca, se habían obtenido de Hendrix UTD en los Países Bajos, y el primero, que contenía el 21 % de proteína en función de la materia seca, se había adquirido de Jelle de Vries BV, también en los Países Bajos.
- 15 - En dos series adicionales la proteína se utilizó en una cantidad de 1 y 4 gramos por litro de suelo, con varias cantidades añadidas de almidón de maíz, lo que representa el 100 % de hidratos de carbono.

15 Estos estudios se llevaron a cabo en un suelo arenoso malo que contenía poca materia orgánica. El suelo se cubrió con una película plástica después de la introducción de los materiales en él. Después, se determinó la calidad de las condiciones anaeróbicas. La destrucción fue baja cuando las condiciones no eran suficientemente anaeróbicas, es decir, cuando el contenido en oxígeno no caía por debajo del 2 % durante un periodo de varios días. Cuando hubo un periodo durante el que el contenido en oxígeno estaba por debajo del 2 % durante al menos varios días, la destrucción de nematodos en general fue del 100 %.

20

Resultados

- 25 - La reducción del contenido en oxígeno fue la mejor (es decir, la más baja, la más rápida y la más duradera), cuando la cantidad de proteína introducida era de entre 4 y 40 gramos por litro de suelo en el caso de los 3 materiales. Cuando la cantidad de proteína se redujo hasta debajo de 0,5 gramos por litro de suelo, la reducción de oxígeno cayó rápidamente, y lo mismo sucedió cuando la cantidad de proteína se elevó por encima de los 40 gramos por litro de suelo.
- 30 - Cuando no se introdujo proteína (es decir, cuando solo se utilizó almidón de maíz), la reducción en la cantidad de oxígeno fue prácticamente de cero, por lo que las condiciones no eran anaeróbicas.
- 35 - Cuando la cantidad de proteína introducida era de 1 o 4 gramos por litro de suelo, el grado de anoxia y por lo tanto la tasa de destrucción eran *menores* si añadían hidratos de carbono, y disminuyeron más a medida que se añadían más carbohidratos en forma de almidón.
- 40 - Cuando solo se utilizaron hidratos de carbono (es decir, cuando la cantidad de proteínas era de cero gramos por litro de suelo), prácticamente no se formó metano.
- 45 - La formación de metano fue mayor con los productos de soja que con Protapec, probablemente debido a que contenían más lípidos.
- La formación de metano también tuvo un óptimo, por lo que demasiado material inhibe la descomposición.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de descontaminación biológica de suelos que comprende:
  - 5 a) la introducción en el suelo de un producto que contiene material orgánico no vivo, en el que dicho producto comprende proteína y en el que se introduce proteína en una cantidad de 0,5-50 gramos por litro de suelo; y
  - b) la aplicación de una capa de barrera entre el suelo y el aire.
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el producto comprende uno o más de proteína de patata, proteína de trigo, proteína microbiana y Protamylasse.
- 15 3. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto contiene al menos el 10 % en peso de proteína, calculado en función de la materia seca.
- 20 4. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto contiene al menos el 20 % en peso de proteína, calculado en función de la materia seca.
- 25 5. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la cantidad de proteína introducida en el suelo es de al menos 2 gramos por litro de suelo, en especial en el que la cantidad de proteína introducida en el suelo es de 4-50 gramos y preferentemente de 4-40 gramos por litro de suelo.
- 30 6. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto comprende proteína de trigo, en especial gluten de trigo.
- 35 7. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto comprende concentrado de levadura de trigo y/o concentrado de levadura de maíz.
- 40 8. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto está particulado.
- 45 9. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto comprende un granulado o un polvo, en especial, en el que el granulado o el polvo consiste en partículas con un valor de  $d_{3,2}$  en el intervalo de 0,5  $\mu\text{m}$  - 10 mm, en especial de 1  $\mu\text{m}$  - 5 mm y de forma más especial de 0,1-5 mm.
- 50 10. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el producto comprende un líquido o una pasta.
11. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el producto contiene gluten.
12. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa de barrera se fabrica de un plástico o en el que la capa de barrera es un material formador de película en aerosol.
13. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa de barrera se aplica compactando la capa superior del suelo o en el que la capa de barrera se aplica por inundación.
14. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa de barrera tiene una tasa de transmisión de oxígeno TTO de como máximo 2000 ml de oxígeno por metro cuadrado por hora.
15. Método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa de barrera se escoge de manera que en el transcurso de al menos 2 días el contenido en oxígeno del aire en el suelo debajo de la capa de barrera tiene un valor del orden de como máximo el 2 % en volumen.