

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 418**

51 Int. Cl.:

C05G 5/30 (2010.01)

A01C 1/06 (2006.01)

A01N 25/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2020** **PCT/US2020/033943**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2020** **WO20242871**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2020** **E 20731738 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 3976560**

54 Título: **Recubrimientos biodegradables de PLA / PHA para semillas, fertilizantes y pesticidas**

30 Prioridad:

24.05.2019 US 201962852433 P

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

23.01.2025

73 Titular/es:

DANIMER IPCO, LLC (100.00%)
140 Industrial Boulevard
Bainbridge, GA 39817, US

72 Inventor/es:

GRUBBS III, JOE, B. y
LOCKLIN, JASON, JOHN

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 994 418 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

Recubrimientos biodegradables de PLA / PHA para semillas, fertilizantes y pesticidas

5 Campo

Esta descripción se refiere a recubrimientos biodegradables para semillas y fertilizantes compuestos de ácido poliláctico ("PLA") y polihidroxialcanoatos ("PHA").

10 Antecedentes

Las plantas absorben nutrientes a varias velocidades en base a las condiciones ambientales, pero el momento más crítico para la absorción de nutrientes es durante el desarrollo temprano de las plantas. Los nutrientes deben ser abundantes durante este tiempo. Sin embargo, la absorción excesiva de nitrógeno puede sobreestimular el crecimiento vegetativo y retrasar la madurez de los cultivos. Por tanto, el momento de la absorción de nutrientes es crucial para maximizar los campos de cultivo.

Para abordar estos problemas, se han producido fertilizantes de liberación controlada (CRF) en donde los fertilizantes se encapsulan mediante un recubrimiento de polímero de petróleo que libera lentamente el fertilizante en el suelo. Por tanto, los nutrientes se pueden suministrar a un ritmo más compatible con las necesidades metabólicas de la planta. Sin embargo, los cambios en la temperatura, la humedad o la bioactividad del suelo pueden alterar esta velocidad de manera impredecible, lo que da como resultado efectos negativos en los rendimientos de los cultivos al proporcionar la cantidad incorrecta de nutrientes en el momento incorrecto. Hasta ahora, la aplicación comercial de los CRF está limitada debido a la falta de datos sobre la cinética de liberación en diferentes condiciones ambientales. Además, el recubrimiento a base de petróleo aplicado al fertilizante no es ecológico y puede persistir en el medio ambiente durante años después de la aplicación del fertilizante. El documento US 10 113 060 B2 se refiere a mezclas de polímeros biodegradables modificadas con caucho de base biológica. El documento WO 2017/087265 A1 se refiere a métodos de fabricación para fertilizantes granulares recubiertos. El documento WO 2018/058193 A1 se refiere a una composición agroquímica granular de liberación controlada. El documento US 2017/181427 A1 se refiere a unidades de suministro agroquímico de liberación controlada, su fabricación y uso.

Por tanto, sería conveniente proporcionar una nueva formulación de fertilizante de liberación controlada que tenga un recubrimiento que no sea perjudicial para el medio ambiente y que no persista más allá de la temporada de crecimiento. También sería conveniente proporcionar una nueva formulación de fertilizante de liberación controlada que tenga una velocidad de liberación de fertilizante más predecible y controlable.

Resumen de la invención

Las necesidades anteriores y otras se satisfacen mediante una composición granular para uso agrícola de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición granular para uso agrícola que comprende una pluralidad de granulados que tiene un recubrimiento biodegradable aplicado sobre los granulados. Estos granulados, a su vez, se componen de un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y pesticidas. El recubrimiento biodegradable se compone de aproximadamente 5 a aproximadamente 75 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 25 a aproximadamente 95 por ciento en peso de polihidroxialcanoatos. El recubrimiento biodegradable comprende una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxialcanoatos dispersos homogéneamente en la misma, en donde los glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

En ciertas modalidades, los granulados de la composición se componen preferentemente de semillas. En otras modalidades, los granulados de la composición se componen preferentemente de fertilizante, con mayor preferencia un fertilizante a base de urea.

Como se observa, el recubrimiento biodegradable incluye tanto ácido poliláctico (PLA) como un polihidroxialcanoato (PHA). En ciertas modalidades, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente ácido poliláctico que tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 a aproximadamente 250 000 daltons. Además, en ciertas modalidades, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente polihidroxialcanoatos que tienen un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50 000 a aproximadamente 2,5 millones de daltons.

En una modalidad más preferida, el recubrimiento biodegradable se compone preferentemente de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 por ciento en peso de polihidroxialcanoatos.

En ciertas modalidades, los polihidroxicanoatos dentro del recubrimiento biodegradable se componen preferentemente de aproximadamente 70 a aproximadamente 99 por ciento en mol de residuos de monómeros de 3-hidroxi-butirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en mol de residuos de monómeros de 3-hidroxi-hexanoato.

5

En algunas modalidades, los polihidroxicanoatos dentro del recubrimiento biodegradable pueden estar compuestos por tres o más tipos diferentes de residuos de monómeros de hidroxicanoato, cada uno con 5 a 22 átomos de carbono.

10

En una modalidad preferida, los granulados tienen preferentemente un tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mm.

El recubrimiento biodegradable incluye una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos homogéneamente en el mismo, en donde los glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

15

En otro aspecto, la presente invención proporciona un método para fabricar una composición granular recubierta de acuerdo con la reivindicación 11.

20

El método incluye una etapa de mezclar ácido poliláctico, un polihidroxicanoato y, opcionalmente, un solvente, a una temperatura de aproximadamente 25 °C a aproximadamente 180 °C para proporcionar una mezcla de recubrimiento. Esta mezcla de recubrimiento se aplica sobre las superficies exteriores de una pluralidad de granulados. El método también incluye una etapa de solidificar la mezcla de recubrimiento para crear un recubrimiento biodegradable sobre las superficies exteriores de la pluralidad de granulados. Los granulados recubiertos de acuerdo con el método se componen de un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y pesticidas. Una vez solidificado, el recubrimiento biodegradable se compone de una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos homogéneamente en la misma. Estos glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

25

30

En ciertas modalidades del método, el recubrimiento biodegradable es recocido brevemente después de la aplicación a 150-170 °C durante unos segundos o el recubrimiento biodegradable se expone a vapores de solvente después del recubrimiento.

35

En ciertas modalidades del método, los granulados de la composición se componen preferentemente de semillas. En otras modalidades del método, los granulados de las composiciones se componen preferentemente de fertilizante, con mayor preferencia un fertilizante a base de urea.

40

En ciertas modalidades del método, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente ácido poliláctico que tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 a aproximadamente 250 000 daltons. Además, en ciertas modalidades del método, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente polihidroxicanoatos que tienen un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50 000 a aproximadamente 2,5 millones de daltons.

45

En una modalidad más preferida del método, el recubrimiento biodegradable se compone preferentemente de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 por ciento en peso de polihidroxicanoatos.

50

En ciertas modalidades del método, los polihidroxicanoatos dentro del recubrimiento biodegradable se componen preferentemente de aproximadamente 70 a aproximadamente 99 por ciento en mol de residuos de monómeros de 3-hidroxi-butirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en mol de residuos de monómeros de 3-hidroxi-hexanoato.

55

En algunas modalidades del método, los polihidroxicanoatos dentro del recubrimiento biodegradable pueden estar compuestos por tres o más tipos diferentes de residuos de monómeros de hidroxicanoato, cada uno con 5 a 22 átomos de carbono.

En una modalidad preferida del método, los granulados tienen preferentemente un tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mm.

60

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método para la liberación controlada de un material granular de acuerdo con la reivindicación 13.

65

El método incluye una etapa inicial de proporcionar una composición granular compuesta por una pluralidad de granulados que tiene un recubrimiento biodegradable aplicado sobre los granulados. Estos granulados a su vez están compuestos de un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y

pesticidas. El recubrimiento biodegradable se compone de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 70 a aproximadamente 90 por ciento en peso de polihidroxicanoatos.

5 En una segunda etapa, la composición granular se dispersa sobre una parcela de suelo.

Al menos los polihidroxicanoatos en el recubrimiento biodegradable se disuelven luego al exponer la parcela de suelo, y la composición granular dispersa en el mismo, a la humedad. La disolución de los polihidroxicanoatos conduce a la formación de una pluralidad de canales en el recubrimiento biodegradable a través de los cuales el material granulado puede liberarse en el suelo.

En ciertas modalidades del método, los polihidroxicanoatos dentro del recubrimiento biodegradable se componen preferentemente de aproximadamente 70 a aproximadamente 99 por ciento en mol de residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en mol de residuos de monómeros de 3-hidroxihexanoato.

En algunas modalidades del método, los polihidroxicanoatos dentro del recubrimiento biodegradable pueden estar compuestos por tres o más tipos diferentes de residuos de monómeros de hidroxicanoato, cada uno con 5 a 22 átomos de carbono. Por ejemplo, los polihidroxicanoatos pueden en algunos casos estar compuestos por residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato, residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato y residuos de monómeros de 3-hidroxihexanoato.

En otros casos, los polihidroxicanoatos pueden estar compuestos por al menos tres tipos diferentes de residuos de monómeros seleccionados del grupo que consiste en residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato, residuos de monómeros de 4-hidroxiacetato, residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato, residuos de monómeros de 3-hidroxihexanoato, residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato y residuos de monómeros de 3-hidroxiacetato.

En ciertas modalidades del método, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos homogéneamente en el mismo, en donde los glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

En ciertas modalidades del método, al menos aproximadamente 10 a 50 por ciento de los polihidroxicanoatos en el recubrimiento biodegradable han comenzado a degradarse o se han degradado después de aproximadamente 21 días de exposición a la humedad en la parcela de suelo.

Descripción detallada

Composición granular

De acuerdo con la presente descripción, se proporciona una composición granular para uso agrícola. Esta composición granular se compone de una pluralidad de granulados que tiene un recubrimiento biodegradable aplicado sobre los granulados.

Los granulados pueden estar compuestos por varios materiales útiles para la agricultura. Los granulados se componen de un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y pesticidas. En algunos casos, los granulados de la composición se componen preferentemente de semillas. Ejemplos de semillas que pueden usarse en la composición granular incluyen semillas de hierba, semillas de árboles frutales y de nueces y semillas de plantas vegetales.

En otras modalidades, los granulados de la composición se componen preferentemente de fertilizante. Los fertilizantes que pueden proporcionarse como una composición granular recubierta de acuerdo con la presente descripción incluyen fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio. En un ejemplo particularmente preferido, el fertilizante puede ser un fertilizante a base de urea.

En aún otros casos, los granulados pueden estar compuestos por un pesticida. En general, cualquier material de pesticida sólido se puede proporcionar como una composición granular recubierta de acuerdo con la presente descripción, que incluye pesticidas inorgánicos, pesticidas orgánicos y biopesticidas. Ejemplos de tales pesticidas que incluyen, entre otros, pesticidas que contienen nitrato de amonio, cloruro de potasio, fosfato de sodio, sulfato de calcio, clorpirifos, metribuzina, etil clorimurón, atrazina, S-metolaclo, cianacina, biopesticidas a base de virus y biopesticidas a base de bacterias.

El tamaño de los granulados variará en función de la naturaleza del material granulado. En general, los granulados tendrán un tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mm. Más particularmente, para las semillas, los granulados pueden tener

preferentemente un tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mm. Para los fertilizantes, los granulados pueden tener preferentemente un tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 8,5 mm. Para los pesticidas, los granulados pueden tener preferentemente un tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 mm.

De acuerdo con la presente descripción, se aplica un recubrimiento biodegradable que incluye tanto ácido poliláctico (PLA) como polihidroxialcanoatos (PHA) sobre los granulados.

Aunque las proporciones exactas de PLA y PHA en el recubrimiento biodegradable pueden variar algo, el recubrimiento se compone de aproximadamente 5 a aproximadamente 75 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 25 a aproximadamente 95 por ciento en peso de polihidroxialcanoatos. Con mayor preferencia, el recubrimiento biodegradable se compone de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 por ciento en peso de polihidroxialcanoatos.

Los intervalos de peso molecular para el PLA y los PHA también pueden variar algo. En ciertas modalidades, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente ácido poliláctico que tiene un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 10 000 a aproximadamente 250 000 daltons. Además, en algunos casos, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente polihidroxialcanoatos que tienen un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50 000 a aproximadamente 2,5 millones de daltons.

Además, existen múltiples formas de polihidroxialcanoatos, que incluyen, por ejemplo, residuos de monómeros de 3-hidroxibutirato, residuos de monómeros de 4-hidroxibutirato, residuos de monómeros de 3-hidroxi valerato, residuos de monómeros de 3-hidroxi hexanoato, hidroxi octanoatos e hidroxidecanoatos. Preferentemente, los polihidroxialcanoatos dentro del recubrimiento biodegradable se componen preferentemente de aproximadamente 70 a aproximadamente 99 por ciento en moles de residuos de monómeros de 3-hidroxibutirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en moles de residuos de monómeros de 3-hidroxi hexanoato.

En algunas modalidades del método, los polihidroxialcanoatos dentro del recubrimiento biodegradable pueden estar compuestos por tres o más tipos diferentes de residuos de monómeros de hidroxialcanoato, cada uno con 5 a 22 átomos de carbono. Por ejemplo, los polihidroxialcanoatos pueden en algunos casos estar compuestos por residuos de monómeros de 3-hidroxibutirato, residuos de monómeros de 3-hidroxi valerato y residuos de monómeros de 3-hidroxi hexanoato.

En otros casos, los polihidroxialcanoatos pueden estar compuestos por al menos tres tipos diferentes de residuos de monómeros seleccionados del grupo que consiste en residuos de monómeros de 3-hidroxibutirato, residuos de monómeros de 4-hidroxibutirato, residuos de monómeros de 3-hidroxi valerato, residuos de monómeros de 3-hidroxi hexanoato, residuos de monómeros de 3-hidroxi octanoato y residuos de monómeros de 3-hidroxidecanoato.

En alguna modalidad, el recubrimiento biodegradable también puede incluir cantidades relativamente pequeñas (típicamente 0,3 a 10 % en peso) de otros aditivos, tales como acetato de polivinilo, arcilla, calcio, talco, polisacáridos (tales como almidón), pentaeritritol y azufre.

Importante, cuando el recubrimiento biodegradable aplicado de la presente descripción se examina bajo aumento, el recubrimiento biodegradable incluye una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxialcanoatos dispersos en la misma. Los glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

Como se usa en la presente, el término "biodegradable" describe un material que puede descomponerse o romperse por microbios u organismos vivos en el suelo. En general, se prefiere que al menos aproximadamente 50 por ciento en peso del recubrimiento se componga de materiales que sean biodegradables. Con mayor preferencia, el 100 por ciento de los materiales que componen el recubrimiento son biodegradables.

También se prefiere que el recubrimiento biodegradable incluya no más de aproximadamente 1,0 por ciento en peso de poliuretano. Con mayor preferencia, el recubrimiento biodegradable no incluye ningún poliuretano.

Preparación de la composición granular

En otro aspecto, la presente descripción proporciona un método para fabricar una composición granular recubierta. El método incluye una etapa de mezclar ácido poliláctico, un polihidroxialcanoato y, opcionalmente, un solvente, a una temperatura de aproximadamente 25 °C a aproximadamente 180 °C para proporcionar una mezcla de recubrimiento. Esta mezcla de recubrimiento se aplica sobre las superficies

exteriores de una pluralidad de granulados. El método también incluye una etapa de solidificar la mezcla de recubrimiento para crear un recubrimiento biodegradable sobre las superficies exteriores de la pluralidad de granulados. Los granulados recubiertos de acuerdo con el método se componen de un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y pesticidas. Una vez solidificado, el recubrimiento biodegradable se compone de una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos homogéneamente en la misma. Estos glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

En ciertas modalidades del método, el recubrimiento biodegradable es recocido brevemente después de la aplicación a 150-170 °C durante unos segundos o el recubrimiento biodegradable se expone a vapores de solvente después del recubrimiento.

En ciertas modalidades del método, los granulados de la composición se componen preferentemente de semillas. En otras modalidades del método, los granulados de las composiciones se componen preferentemente de fertilizante, con mayor preferencia un fertilizante a base de urea.

Uso de la composición granular

Las composiciones granulares recubiertas de la presente descripción son adecuadas para fines agrícolas. En particular, las composiciones granulares de la presente descripción pueden usarse para proporcionar un método para la liberación controlada del material granular.

De acuerdo con este método, la composición granular recubierta se proporciona como se analizó anteriormente. De nuevo, los granulados se componen de un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y pesticidas

Esta composición granular se dispersa sobre una parcela de suelo que se trata con la composición. La velocidad de aplicación puede variar en función de la naturaleza de los granulados que se aplican. Para un granulado de fertilizante recubierto, la composición granular puede dispersarse sobre un suelo a una tasa de aproximadamente 11,2 a aproximadamente 56,0 kilogramos por hectárea (10 a aproximadamente 50 libras por acre). Para un granulado de pesticida recubierto, la composición granular puede dispersarse sobre un suelo a una tasa de aproximadamente 1,1 a aproximadamente 11,2 kilogramos por hectárea (aproximadamente 1 a aproximadamente 10 libras por acre).

Una vez disperso sobre el suelo, la parcela de suelo se expone a la humedad en forma de lluvia, riego y/o vapor de agua ambiente. En consecuencia, los granulados recubiertos de la composición granular se exponen igualmente a la humedad.

Esta exposición a la humedad provoca que al menos los polihidroxicanoatos en el recubrimiento biodegradable comiencen a experimentar descomposición por hidrólisis. Por tanto, al menos los polihidroxicanoatos se disuelven gradualmente en oligómeros más pequeños y monómeros. En algunos casos, el ácido poliláctico también puede descomponerse en oligómeros más pequeños y monómeros. Sin embargo, se cree que el ácido poliláctico se descompondrá o hidrolizará generalmente a una velocidad más lenta que los polihidroxicanoatos.

A medida que avanza esta descomposición, los productos de descomposición de menor peso molecular pueden disolverse en agua o de cualquier otra manera lixiviarse de los granulados, creando de esta manera espacios en el recubrimiento biodegradable y exponiendo una porción del material granulado debajo del recubrimiento. Esta porción expuesta del material granulado puede liberarse entonces en el suelo.

Como se indicó anteriormente, el recubrimiento biodegradable incluye preferentemente una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos en la misma, y los polihidroxicanoatos en los glóbulos generalmente se disolverán a una velocidad más rápida que el ácido poliláctico en la fase continua adyacente. En consecuencia, esta disolución de los polihidroxicanoatos preferentemente conduce a la formación de una pluralidad de canales o poros en el recubrimiento biodegradable.

Por lo tanto, el material granulado subyacente puede liberarse en el suelo a través de estos canales o poros que ahora se forman en el recubrimiento biodegradable.

Dado que el granulado se libera a través de los canales o poros, se sigue que la velocidad de liberación del material granulado se determina en gran medida por la velocidad de descomposición de los polihidroxicanoatos cuando se exponen a la humedad ambiental. A su vez, la velocidad de descomposición puede verse afectada por factores tales como los polihidroxicanoatos específicos usados en el recubrimiento (residuos de monómeros de 3-hidroxibutiratos, residuos de monómeros de 3-hidroxihexanoatos, etcétera) y el peso molecular promedio en peso de los polihidroxicanoatos.

Ventajosamente, los expertos en la técnica pueden controlar eficazmente la velocidad de liberación del material granulado (semilla, fertilizante, pesticida, etc.) mediante la selección de un tipo y cantidad apropiados de polihidroxialcanoatos para el recubrimiento biodegradable.

5 En ciertas modalidades del método, al menos aproximadamente el 50 por ciento de los polihidroxialcanoatos en el recubrimiento biodegradable se disuelven preferentemente después de aproximadamente 21 días de exposición a la humedad en la parcela de suelo.

10 La descripción anterior de las modalidades preferidas para esta invención se ha presentado con fines de ilustración y descripción. Estas no pretenden ser exhaustivas o limitar la invención a la forma precisa que se describe. Son posibles modificaciones y variaciones evidentes a la luz de las enseñanzas anteriores. Las modalidades se escogieron y describieron en un esfuerzo para proporcionar la mejor ilustración de los principios de la invención y su aplicación práctica y para, de esta manera, permitir al experto en la técnica utilizar la invención en varias modalidades y con varias modificaciones según sean adecuadas para el uso particular contemplado. Todas esas modificaciones y variaciones están dentro del alcance de la invención, como se determina por las reivindicaciones anexas cuando se interpretan de acuerdo con la amplitud para la cual están imparcial, legal y equitativamente facultadas.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una composición granular para uso agrícola que comprende:
una pluralidad de granulados que tienen un recubrimiento biodegradable aplicado sobre los
5 granulados,
en donde los granulados comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en semillas,
fertilizantes y pesticidas,
en donde el recubrimiento biodegradable comprende de aproximadamente 5 a aproximadamente 75
por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 25 a aproximadamente 95 por ciento en peso
10 de polihidroxicanoatos, y
en donde el recubrimiento biodegradable comprende una fase continua de ácido poliláctico que tiene
glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos homogéneamente en la misma, en donde los glóbulos tienen
un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.
- 15 2. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los granulados
comprenden semillas.
3. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los granulados
comprenden fertilizante.
- 20 4. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los granulados
comprenden pesticida.
5. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el recubrimiento
25 biodegradable comprende ácido poliláctico que tiene un peso molecular promedio en peso de
aproximadamente 10000 a aproximadamente 250000 daltons.
6. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el recubrimiento
30 biodegradable comprende polihidroxicanoatos que tienen un peso molecular promedio en peso de
aproximadamente 50000 a aproximadamente 2,5 millones de daltons.
7. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los granulados tienen un
tamaño de partícula promedio, antes del recubrimiento, de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mm.
- 35 8. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el recubrimiento
biodegradable comprende de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 por ciento en peso de ácido
poliláctico y de aproximadamente 50 a aproximadamente 90 por ciento en peso de polihidroxicanoatos.
9. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los polihidroxicanoatos
40 comprenden de aproximadamente 70 a aproximadamente 99 por ciento en moles de residuos de monómeros
de 3-hidroxibutirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en moles de residuos de
monómeros de 3-hidroxihexanoato.
10. La composición granular de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los polihidroxicanoatos
45 comprenden tres o más tipos diferentes de residuos de monómeros de hidroxicanoato, cada uno de los
cuales tiene de 5 a 22 átomos de carbono.
11. Un método para fabricar una composición granular recubierta de acuerdo con cualquiera de las
reivindicaciones 1-10, que comprende las etapas de:
50 mezclar ácido poliláctico y un polihidroxicanoato, opcionalmente en presencia de un solvente, a una
temperatura de aproximadamente 25 °C a aproximadamente 180 °C para proporcionar una mezcla de
recubrimiento;
aplicar la mezcla de recubrimiento sobre las superficies exteriores de una pluralidad de granulados; y
solidificar la mezcla de recubrimiento para crear un recubrimiento biodegradable sobre las superficies
55 exteriores de la pluralidad de granulados,
en donde los granulados comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en semillas,
fertilizantes y pesticidas, y
en donde el recubrimiento biodegradable comprende una fase continua de ácido poliláctico que tiene
glóbulos de los polihidroxicanoatos dispersos homogéneamente en la misma, en donde los glóbulos tienen
60 un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.
12. El método de la reivindicación 11, en donde el recubrimiento biodegradable es recocido
brevemente después de la aplicación a 150-170 °C durante unos segundos o el recubrimiento biodegradable
se expone a vapores de solvente después del recubrimiento.
- 65 13. Un método para la liberación controlada de un material granular, que comprende las etapas de:

proporcionar una composición granular que comprende una pluralidad de granulados que tienen un recubrimiento biodegradable aplicado sobre los granulados, en donde los granulados comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en semillas, fertilizantes y pesticidas, y en donde el recubrimiento biodegradable comprende de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 por ciento en peso de ácido poliláctico y de aproximadamente 70 a aproximadamente 90 por ciento en peso de polihidroxialcanoatos;

dispersar la composición granular sobre una parcela de suelo;

disolver al menos los polihidroxialcanoatos en el recubrimiento biodegradable exponiendo la parcela de suelo, y la composición granular dispersada en los mismos, a la humedad,

en donde la disolución de los polihidroxialcanoatos forma una pluralidad de canales en el recubrimiento biodegradable a través de los cuales el material granulado puede liberarse en el suelo.

14. El método de la reivindicación 13, en donde los polihidroxialcanoatos comprenden de aproximadamente 70 a aproximadamente 99 por ciento en moles de residuos de monómeros de 3-hidroxiбутирато y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 por ciento en moles de residuos de monómeros de 3-hidroxihexanoato.

15. El método de la reivindicación 13, en donde el recubrimiento biodegradable comprende una fase continua de ácido poliláctico que tiene glóbulos de los polihidroxialcanoatos dispersos de manera estable en la misma, en donde los glóbulos tienen un tamaño promedio de aproximadamente 2 nm a aproximadamente 10 micras.

16. El método de la reivindicación 13, en donde al menos aproximadamente el 50 por ciento de los polihidroxialcanoatos en el recubrimiento biodegradable se disuelven después de aproximadamente 21 días de exposición a la humedad en la parcela de suelo.