

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 739**

51 Int. Cl.:

**C09D 5/02** (2006.01)

**C09D 167/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2019 PCT/US2019/046102**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.02.2020 WO20036843**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2019 E 19770210 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2025 EP 3837322**

54 Título: **Recubrimientos biodegradables a base de dispersiones acuosas de PHA**

30 Prioridad:  
**13.08.2018 US 201862718039 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.06.2025**

73 Titular/es:  
**DANIMER IPCO, LLC (100.00%)  
140 Industrial Boulevard  
Bainbridge, GA 39817, US**

72 Inventor/es:  
**GRUBBS, III, JOE B.;  
EATON, RICHARD y  
BROOKS, KARSON**

74 Agente/Representante:  
**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 3 029 739 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 a base de dispersiones acuosas de PHA

5 Campo

Esta descripción se refiere a composiciones poliméricas biodegradables. Más particularmente, esta descripción se refiere a recubrimientos biodegradables para artículos de servicio de alimentos hechos de dispersión acuosa de polihidroxialcanoatos ("PHA").

10

Antecedentes

15 Por conveniencia, los consumidores usan frecuentemente artículos de servicio de alimentos, tales como platos, tazones, tazas y utensilios para comer o beber, que son desechables. Los artículos de servicio de alimentos desechables son particularmente convenientes para servir alimentos en grandes reuniones de personas y en eventos de comidas al aire libre.

20 Los artículos de servicio de alimentos desechables pueden fabricarse fácilmente y ventajosamente a partir de sustratos tales como cartón que se descomponen relativamente rápido después de la eliminación en vertederos. Sin embargo, un sustrato de cartón simple y sin recubrimiento generalmente tiene un rendimiento deficiente como un artículo de servicio de alimentos porque el cartón se empapará rápidamente con agua y/o grasa lo que compromete la resistencia del cartón. En consecuencia, los artículos de servicio de alimentos hechos de cartón se recubren típicamente con una capa de polímero delgada para proporcionar una resistencia mejorada al agua y a la grasa.

25

El recubrimiento hecho de polímeros tales como polietileno (PE), polipropileno (PP) o tereftalato de polietileno (PET) puede mejorar significativamente la resistencia del cartón a la absorción de agua y/o grasa; sin embargo, tales polímeros no se degradan o descomponen fácilmente después de la eliminación en vertederos. Por lo tanto, los artículos de cartón recubiertos con tales polímeros pueden subsistir en vertederos durante siglos después de la eliminación.

30

35 El documento WO 2014/023319 A1 se refiere a la preparación de dispersiones acuosas estables de poli(hidroxialcanoatos) así como también a las dispersiones acuosas que pueden obtenerse mediante dicho método. El documento US 2017/0247537 A1 se refiere a dispersiones de base acuosa de al menos un polímero hidrolíticamente inestable, y más particularmente a dispersiones de base acuosa de al menos un polímero hidrolíticamente inestable que están sustancialmente libres de solventes orgánicos.

35

40 Por lo tanto, sería conveniente proporcionar un nuevo recubrimiento para artículos de servicio de alimentos que sea totalmente biodegradable. Además, también sería conveniente que este recubrimiento biodegradable proporcionara una buena resistencia al agua y a la grasa, es decir, una resistencia al agua y a la grasa comparable a la proporcionada por los recubrimientos convencionales no biodegradables.

40

Resumen de la invención

45 Las necesidades anteriores y otras se satisfacen mediante una dispersión acuosa biodegradable para recubrir sustratos de contacto con alimentos. Esta dispersión se compone de aproximadamente 35 a aproximadamente 75 por ciento en peso de agua y de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de polihidroxialcanoatos.

50 En determinadas modalidades, la dispersión se compone preferentemente de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de poli-3-hidroxibutirato-co-3-hidroxihexanoato ("P(3HB-co-3HHx)"). Además, en determinadas modalidades, este P(3HB-co-3HHx) a su vez se compone preferentemente de aproximadamente 75 a aproximadamente 99 por ciento molar de hidroxibutirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento molar de hidroxihexanoato. Con mayor preferencia, el P(3HB-co-3HHx) se compone de aproximadamente 85 a aproximadamente 95 por ciento molar de hidroxibutirato y de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 por ciento molar de hidroxihexanoato.

55

60 En algunas modalidades, la dispersión se compone preferentemente de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polihidroxialcanoato que comprende de aproximadamente 25 a aproximadamente 50 por ciento molar de hidroxivalerato, hidroxihexanoato, hidroxioctanoato y/o hidroxidecanoato.

60

65 Además, en algunos casos, el polímero de polihidroxialcanoato puede ser un terpolímero, compuesto por al menos tres tipos diferentes de residuos de monómeros de hidroxialcanoato. El terpolímero puede, por ejemplo, incluir de aproximadamente 75 a aproximadamente 99 por ciento molar de hidroxibutirato, de aproximadamente

65

## ES 3 029 739 T3

0,1 a aproximadamente 15 por ciento molar de hidroxivalerato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento molar de un tercer hidroxialcanoato, tal como hidroxihexanoato

5 De acuerdo con determinadas modalidades, los polihidroxialcanoatos en la dispersión tienen preferentemente un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50 000 Daltons a aproximadamente 2,5 millones de Daltons. Con mayor preferencia, el peso molecular promedio en peso es de aproximadamente 150 000 Daltons a aproximadamente 600 000 Daltons, y aún con mayor preferencia de aproximadamente 150 000 Daltons a aproximadamente 500 000 Daltons.

10 En determinadas modalidades, la dispersión se compone de partículas que tienen preferentemente un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 50  $\mu\text{m}$ . Además, en algunas modalidades, la dispersión tiene preferentemente un contenido de sólidos promedio de aproximadamente 25 por ciento a aproximadamente 65 por ciento de sólidos. Con mayor preferencia, el contenido de sólidos promedio es de aproximadamente 40 por ciento a aproximadamente 55 por ciento de sólidos y aún con mayor preferencia de aproximadamente 40 a aproximadamente 50 por ciento de sólidos.

15 Además del agua y el PHA, la dispersión incluye otros componentes. La dispersión incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un surfactante seleccionado del grupo que consiste en polisorbatos, óxidos de polietileno aromáticos, derivados de sorbitán, copolímeros de bloque de poli(óxido de etileno) y poli(óxido de propileno), poli(glicol éteres), poli(alcohol vinílico), sulfatos de alquilo, fosfatos de alquilo, estearatos y mezclas de estos. Con mayor preferencia, la dispersión incluye de aproximadamente 0,5 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso del al menos un surfactante, y aún con mayor preferencia de aproximadamente 0,5 por ciento en peso a aproximadamente 2,0 por ciento en peso del al menos un surfactante.

20 En algunos casos, este al menos un surfactante tiene preferentemente un equilibrio hidrófilo-lipófilo que es mayor que 10. Con mayor preferencia, el al menos un surfactante tiene preferentemente un equilibrio hidrófilo-lipófilo que es de aproximadamente 12 a aproximadamente 15.

25 En algunas modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un modificador de la reología seleccionado del grupo que consiste en polisacáridos, copolímeros de emulsión a base de acrilato, depresores de la viscosidad y potenciadores de la viscosidad.

30 La dispersión también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 2,5 por ciento en peso de al menos un agente humectante y de dispersión.

35 La dispersión también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 0,5 por ciento en peso de al menos un biocida o agente biostático.

40 En determinadas modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,1 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un agente coalescente seleccionado del grupo que consiste en solvente coalescente a base de ácido biosuccínico, monoisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, carbonato de dimetilo, metanol, etanol, cetonas, acetatos y/o mezclas de estos.

45 En algunas modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 35 por ciento en peso de al menos un relleno seleccionado del grupo que consiste en arcillas, carbonato de calcio, talco, caolín, montmorillonita, bentonita, sílice, quitina, dióxido de titanio, nanoarcilla, mica o mezclas de estos.

50 En determinadas modalidades, la dispersión incluye preferentemente además de aproximadamente 0,5 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso de al menos un plastificante seleccionado del grupo que consiste en sebacatos, citratos, ésteres grasos de ácidos adípico, succínico y glucárico, lactatos, diésteres de alquilo, citratos, ésteres de alquil metilo, dibenzoatos, carbonato de propileno, dioles de caprolactona que tienen un peso molecular promedio en número de 200-10 000 g/mol, poli(etileno) glicoles que tienen un peso molecular promedio en número de 400-10 000 g/mol, ésteres de aceites vegetales, ácidos de alquilo de cadena larga, adipatos, glicerol, derivados de isosorbida o mezclas de estos.

55 En otras modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,1 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación seleccionado del grupo que consiste en azufre, eritritoles, pentaeritritol, dipentaeritritoles, edulcorantes artificiales, estearatos, sorbitoles, manitoles, ceras de poliéster, compuestos que tienen una estructura cristalina 2:1;2:1 y mezclas de estos.

60 De acuerdo con algunas modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de al menos un agente de reticulación

## ES 3 029 739 T3

seleccionado del grupo que consiste en aceite de caléndula, carbonato de amonio y zirconio estabilizado, polímeros de zirconio hidroxilado aniónico, carbonato de potasio y zirconio, polímeros de zirconio hidroxilado aniónico, carbonato de zinc tetraamina y mezclas de estos.

- 5 En algunas modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 1 por ciento en peso de al menos un antiespumante seleccionado del grupo que consiste en siloxanos de poliéter, partículas de poliamida y mezclas de estos.

- 10 En un segundo aspecto, la presente descripción proporciona un artículo de servicio de alimentos biodegradable. De acuerdo con una modalidad, el artículo de servicio de alimentos biodegradable incluye un sustrato biodegradable que tiene al menos una superficie de contacto con alimentos. El artículo de servicio de alimentos también incluye un recubrimiento aplicado sobre al menos una superficie de contacto con alimentos. Este recubrimiento se aplica como una dispersión acuosa biodegradable como se describió anteriormente.

- 15 En determinadas modalidades, el sustrato biodegradable es preferentemente un plato, taza, tazón, bandeja de fibra o utensilio de comer biodegradable.

- 20 En algunas modalidades, el recubrimiento se aplica preferentemente sobre al menos una superficie de contacto con alimentos con un peso de recubrimiento, sobre una base seca, de aproximadamente 2 a aproximadamente 25 gramos por metro cuadrado, y con mayor preferencia de aproximadamente 4 a aproximadamente 25 gramos por metro cuadrado.

- 25 En determinadas modalidades, el recubrimiento presenta preferentemente un valor de absorción de agua de Cobb, medido de acuerdo con la norma TAPPI T441, de menos de 20 gramos por metro cuadrado. Con mayor preferencia, el valor de absorción de agua de Cobb es menor que 10 gramos por metro cuadrado. Además, en determinadas modalidades, el recubrimiento presenta preferentemente un valor de resistencia a la grasa de la prueba del kit, medido de acuerdo con la norma TAPPI T559 cm-12, mayor que el valor del kit 5. Con mayor preferencia, el valor del kit es de aproximadamente 8 a aproximadamente 12.

- 30 Descripción detallada

Dispersión acuosa biodegradable

- 35 De acuerdo con la presente descripción, se proporciona una dispersión acuosa biodegradable para recubrir sustratos de contacto con alimentos y otros sustratos. Esta dispersión incluye agua y polihidroxicanoatos, e incluye otros componentes, como se analiza con más detalle más abajo.

- 40 Como se usa en la presente, el término "biodegradable" se refiere a un recubrimiento de plástico o material polimérico que sufrirá biodegradación por organismos vivos (microbios) en ambientes anaeróbicos y aeróbicos (según lo determinado mediante ASTM D5511), en ambientes de suelo (según lo determinado mediante ASTM 5988), en ambientes de agua dulce (según lo determinado mediante ASTM D5271 (EN 29408)), o en ambientes marinos (según lo determinado mediante ASTM D6691). La biodegradabilidad de los plásticos biodegradables también puede determinarse mediante el uso de ASTM D6868 y la norma europea EN 13432.

- 45 La dispersión acuosa de la presente descripción es preferentemente también "compostable", según lo determinado mediante ASTM D6400 para la compostabilidad industrial o doméstica.

- 50 El agua es el solvente para la dispersión y típicamente constituirá de aproximadamente 35 por ciento en peso a aproximadamente 75 por ciento en peso de la dispersión. Con mayor preferencia, el agua constituye de aproximadamente 40 por ciento en peso a aproximadamente 60 por ciento en peso de la dispersión.

- 55 La dispersión también incluye polihidroxicanoatos ("PHA"). Los polihidroxicanoatos típicamente constituirán de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de la dispersión. Con mayor preferencia, los polihidroxicanoatos constituirán de aproximadamente 40 a aproximadamente 55 por ciento en peso de la dispersión.

- 60 Un polihidroxicanoato preferido para su uso en la dispersión es el poli-3-hidroxibutirato-co-3-hidroxihexanoato ("P(3HB-co-3HHx)"). En determinadas modalidades, el P3HB-co-P3HHx es el polihidroxicanoato primario en la dispersión. En algunos casos, el P(3HB-co-3HHx) puede ser sustancialmente el único polihidroxicanoato usado en la dispersión. Por lo tanto, en determinadas modalidades de la presente descripción, la dispersión puede estar compuesta preferentemente de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de P(3HB-co-3HHx).

- 65 El P(3HB-co-3HHx) antes mencionado es a su vez un copolímero compuesto por tanto hidroxibutirato como hidroxihexanoato y las cantidades relativas de los dos pueden variar algo. En general, sin embargo, se prefiere que el P(3HB-co-3HHx) se componga de aproximadamente 75 a aproximadamente 99 por ciento molar de

hidroxibutirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento molar de hidroxihexanoato. Con mayor preferencia, el P(3HB-co-3HHx) se compone de aproximadamente 85 a aproximadamente 95 por ciento molar de hidroxibutirato y de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 por ciento molar de hidroxihexanoato.

5 En algunas modalidades, la dispersión se compone preferentemente de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polihidroxialcanoato que comprende de aproximadamente 25 a aproximadamente 50 por ciento molar de hidroxivalerato, hidroxihexanoato, hidroxioctanoato y/o hidroxidecanoato.

10 El intervalo de peso molecular de los polihidroxialcanoatos usados en la dispersión también puede variar algo. Típicamente, los polihidroxialcanoatos en la dispersión pueden tener un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50 000 Daltons a aproximadamente 2,5 millones de Daltons. Con mayor preferencia, el peso molecular promedio en peso para los polihidroxialcanoatos es de aproximadamente 150 000 Daltons a aproximadamente 600 000 Daltons, y aún con mayor preferencia de aproximadamente 150 000 Daltons a  
15 aproximadamente 500 000 Daltons.

En determinadas modalidades, la dispersión se compone de partículas que tienen preferentemente un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 50  $\mu$ m. Además, en algunas modalidades, la dispersión tiene preferentemente un contenido de sólidos promedio de aproximadamente 25 por ciento a aproximadamente 65 por ciento de sólidos. Con mayor preferencia, el contenido de sólidos promedio es de aproximadamente 40 por ciento a aproximadamente 55 por ciento de sólidos y aún con mayor preferencia de aproximadamente 40 a aproximadamente 50 por ciento de sólidos.

20 Además del agua y el PHA, la dispersión también incluye otros componentes. La dispersión incluye un surfactante, un modificador de la reología, un agente humectante y de dispersión, un biocida o agente biostático, y también puede incluir un agente coalescente, un relleno, un plastificante, un agente de nucleación y/o un agente de reticulación.

25 Como se usa en la presente, los "surfactantes" se añaden a las dispersiones para estabilizar el polímero en el medio acuoso. Los surfactantes consisten típicamente de regiones hidrófobas e hidrófilas. En una dispersión, estas regiones distintas se orientan en la interfaz de las partículas de polímero y el medio acuoso, disminuyendo la energía superficial entre los límites de las dos fases para promover la dispersión.

30 Como se usa en la presente, un "modificador de la reología" es una sustancia que cambia las características de flujo de la dispersión (es decir, afina o espesa la dispersión).

35 Como se usa en la presente, los "agentes humectantes y de dispersión" son tipos de surfactantes que contribuyen a la estabilización del polímero y a la homogeneidad de la dispersión. Estos materiales típicamente contienen grupos voluminosos que mantienen las partículas suspendidas separadas a través del impedimento estérico, lo que ayuda a evitar la floculación y el asentamiento de las partículas. Los agentes humectantes y de dispersión también garantizan que las partículas estén completamente húmedas por el medio acuoso, lo que promueve una dispersión completa y homogénea.

40 Como se usa en la presente, un "biocida" es un material que mata a los organismos y, por lo tanto, protege a los materiales del crecimiento y la adhesión de microorganismos. Un "agente biostático" es un material que evita que los microorganismos, tales como bacterias o hongos, crezcan, pero sin matar a los microorganismos.

45 Como se usa en la presente, los "agentes coalescentes" son materiales, generalmente solventes orgánicos, que plastifican temporalmente un material en una dispersión para ayudar a tiempos de secado más rápidos. Los agentes coalescentes típicamente tienen un punto de ebullición más alto que el agua, por lo que al secarse, el agua se evaporará primero, dejando atrás el agente coalescente para continuar plastificando el polímero hasta que se evapore a medida que continúa el proceso de secado.

50 Como se usa en la presente, los "rellenos" tales como arcilla, sílice y otros materiales inorgánicos proporcionan múltiples funciones en las dispersiones. En primer lugar, estos materiales aumentan el contenido de sólidos de la dispersión. En segundo lugar, los rellenos pueden alterar la luminosidad y el brillo de la película formada. Finalmente, los rellenos pueden servir adicionalmente como espesantes.

55 Como se usa en la presente, los "plastificantes" son materiales que actúan para interrumpir las interacciones entre las cadenas de polímero, lo que permite que las cadenas de polímero se vuelvan más flexibles. La introducción de un plastificante reduce significativamente la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) del polímero.

60 Como se usa en la presente, los "agentes de nucleación" son materiales que actúan para promover la cristalización de polímeros en la dispersión después del secado. Los agentes de nucleación proporcionan sitios donde pueden formarse cristales, acortando el tiempo de cristalización de la película. Cuanto más rápido se desarrollan los cristales, más corto es el tiempo de espera antes de que el recubrimiento esté listo para su uso.

## ES 3 029 739 T3

Como se usa en la presente, los "agentes de reticulación" son materiales que forman enlaces químicos robustos entre un recubrimiento polimérico y un sustrato, así como también dentro del propio recubrimiento polimérico. La reticulación crea un revestimiento de película más fuerte y más duro que será más resistente a la abrasión y al desgaste.

5

Como se usa en la presente, los "antiespumantes" son materiales que reducen o eliminan la espuma en la dispersión. La espuma en las dispersiones a menudo da como resultado películas con imperfecciones o defectos durante la aplicación que afectan las propiedades de barrera del recubrimiento.

10

La dispersión incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un surfactante seleccionado del grupo que consiste en polisorbatos (tales como TWEEN), óxidos de polietileno aromáticos (tales como TRITON), derivados de sorbitán (tales como SPAN), copolímeros de bloque de poli(óxido de etileno) y poli(óxido de propileno) (tales como PLURONIC), poli(éteres de glicol) (tales como TERGITOL), alcohol polivinílico, sulfatos de alquilo, fosfatos de alquilo, estearatos y mezclas de estos.

15

Con mayor preferencia, la dispersión incluye de aproximadamente 0,5 por ciento en peso a aproximadamente 2,0 por ciento en peso del al menos un surfactante.

20

En algunos casos, este al menos un surfactante tiene preferentemente un equilibrio hidrófilo-lipófilo que es mayor que 10. Con mayor preferencia, el al menos un surfactante tiene preferentemente un equilibrio hidrófilo-lipófilo que es de aproximadamente 12 a aproximadamente 15.

25

La dispersión también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un modificador de la reología, en donde dicho modificador de la reología puede seleccionarse del grupo que consiste en polisacáridos (tales como almidones, xantano, guar, fibras celulósicas y extractos de algas marinas), copolímeros de emulsión a base de acrilato, depresores de la viscosidad (tales como VISCOBYK 5120 o mezclas que contienen ésteres de ácido carboxílico y componentes humectantes y de dispersión) y potenciadores de la viscosidad (tales soluciones de poliuretanos modificados que incluyen la familia BYK 400 o derivados de copolímeros de acrilato de etilo y ácido metacrílico, tales como ALCOGUM).

30

La dispersión incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 2,5 por ciento en peso de al menos un agente humectante y de dispersión (tal como BYK 190, BYK 184, TEGO 755 o TEGO 761 pero sin limitarse a los que se cree que son copolímeros no iónicos o ligeramente aniónicos).

35

La dispersión también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 0,5 por ciento en peso de al menos un agente biocida o biostático (tal como ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o bencisotiazolinona).

40

Además, la dispersión también puede incluir de aproximadamente 0,1 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un agente coalescente seleccionado del grupo que consiste en solvente coalescente a base de ácido biosuccínico (tal como MYRIFILM), monoisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol (tal como TEXANOL Eastman), ésteres de benzoato o ésteres de benzoato de alquilo (tal como BENZOFLEX o VELATE Eastman), carbonato de dimetilo, metanol, etanol, cetonas, acetatos y/o mezclas de estos.

45

En algunas modalidades, la dispersión preferentemente puede incluir de aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 35 por ciento en peso de al menos un relleno seleccionado del grupo que consiste en arcillas, carbonato de calcio, talco, caolinita, montmorillonita, bentonita, sílice, quitina, dióxido de titanio, nanoarcilla o mezclas de estos.

50

En determinadas modalidades, la dispersión también puede incluir de aproximadamente 0,5 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso de al menos un plastificante seleccionado del grupo que consiste en sebacatos, citratos, ésteres grasos de ácidos adípico, succínico y glucárico, lactatos, diésteres de alquilo, citratos, ésteres de alquil metilo, dibenzoatos, carbonato de propileno, dioles de caprolactona que tienen un peso molecular promedio en número de 200-10 000 g/mol, polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio en número de 400-10 000 g/mol, ésteres de aceites vegetales, ácidos de alquilo de cadena larga, adipatos, glicerol, derivados de isosorbida o mezclas de estos.

55

En otras modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,1 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de al menos un agente de nucleación seleccionado del grupo que consiste en azufre, eritritoles, pentaeritritol, dipentaeritritoles, edulcorantes artificiales, estearatos, sorbitoles, manitoles, ceras de poliéster, compuestos que tienen una estructura cristalina 2:1;2:1 y mezclas de estos.

60

De acuerdo con algunas modalidades, la dispersión preferentemente también incluye de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso de al menos un agente de reticulación seleccionado del grupo que consiste en aceite de caléndula, carbonato de amonio y zirconio estabilizado,

65

polímeros de zirconio hidroxilado aniónico (tales como BACOTE), carbonato de zirconio y potasio, polímeros de zirconio hidroxilado aniónico (tales como ZIRMEL y ZIRMEL XL), carbonato de tetraamina de zinc (tal como ZINPLEX) y mezclas de estos.

- 5 En otras modalidades, la dispersión incluye de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 1 por ciento en peso de al menos un antiespumante libre de silicona y/o aceite mineral seleccionado del grupo que consiste en siloxanos de poliéter (tales como AIRASE 5355 o 5655 o TEGO FOAMEX 825, 902, o 1488), partículas de poliamida (tales como BYK 1640 o BYK 016) y mezclas de estos.
- 10 En una modalidad preferida, la dispersión puede, además del agua y el PHA, incluir: (1) de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un surfactante; (2) de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un modificador de reología; (3) de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 2,5 por ciento en peso de al menos un agente humectante y de dispersión; y (4) de aproximadamente 0,05 por ciento en peso a aproximadamente 0,25 por ciento en peso de al menos un agente biocida o biostático.
- 15 a aproximadamente 0,25 por ciento en peso de al menos un agente biocida o biostático.

#### Preparación de la dispersión

- 20 La dispersión de la presente descripción se prepara mediante el uso de tecnologías de mezcla convencionales, específicamente mezcladores de alto o bajo cizallamiento y mezcladores ultrasónicos. El PHA se pulveriza y después se dispersa en agua, mediante el uso de un mezclador de bajo a alto cizallamiento en presencia de un surfactante y/o agente humectante y de dispersión para crear micelas iniciales del PHA. Después, se usa un mezclador/homogeneizador ultrasónico para terminar de dispersar las partículas de PHA para preparar una emulsión/dispersión homogénea. Una vez que el PHA se dispersa homogéneamente, se puede añadir cualquier agente humectante y de dispersión, biocida o agente biostático, y/o aditivo de reología y mezclar por cizallamiento para completar la dispersión. Después de la mezcla final, la viscosidad de la dispersión es generalmente de aproximadamente 50 a aproximadamente 2500 mPa.s (aproximadamente 50 a aproximadamente 2500 centipoise), con mayor preferencia de aproximadamente 50 a aproximadamente 1000 mPa.s (aproximadamente 50 a aproximadamente 1000 centipoise), y con la máxima preferencia de aproximadamente 100 a aproximadamente 500 mPa.s (aproximadamente 100 a aproximadamente 500 centipoise), cuando se mide a una temperatura de aproximadamente 22 °C.
- 25
- 30

#### Artículos de servicio de alimentos de sustrato recubierto

- 35 Una vez preparada, la dispersión antes mencionada puede aplicarse como un recubrimiento a una variedad de materiales de sustrato. La dispersión es particularmente adecuada para su uso como recubrimiento para sustratos formados a partir de cartón. Los productos preparados a partir de pulpa de madera, tales como papel y cartones, generalmente se consideran biodegradables, a menos que estén recubiertos con un material que no es biodegradable. La aplicación de la dispersión biodegradable de la presente descripción a un sustrato, sin embargo, proporciona un material de sustrato recubierto que permanece biodegradable.
- 40

- La dispersión acuosa biodegradable puede aplicarse a una o más superficies del cartón o cualquier otro sustrato mediante el uso de técnicas de recubrimiento convencionales, tales como cuchilla de aire, flexografía, huecograbado, varilla y aplicaciones de recubrimiento por presión. Después, la dispersión se seca sobre el sustrato para proporcionar la capa de recubrimiento sólida final. El peso de recubrimiento de la dispersión sobre el sustrato puede variar, pero en general, el recubrimiento se aplica sobre la(s) superficie(s) del sustrato a un peso de recubrimiento, sobre una base seca, de aproximadamente 2 a aproximadamente 25 gramos por metro cuadrado, y con mayor preferencia de aproximadamente 4 a aproximadamente 25 gramos por metro cuadrado.
- 45

- 50 El sustrato recubierto puede convertirse entonces para proporcionar varios productos finales formados a partir del cartón recubierto u otro sustrato. De acuerdo con la presente descripción, el sustrato recubierto puede convertirse ventajosamente para proporcionar artículos de servicio de alimentos biodegradables. Por ejemplo, el sustrato recubierto puede convertirse para proporcionar un plato, una taza, un tazón, una bandeja de fibra, o un utensilio de comer (que incluye de beber) tal como un tenedor, cuchara, cuchara y tenedor, cuchillo, palillo, brocheta, palillo, sorbete, o un agitador de bebidas.
- 55

- En tales casos, un cartón o cualquier otro material de sustrato biodegradable incluye al menos una superficie de contacto con alimentos y la dispersión se aplica como una capa de recubrimiento sobre esta superficie de contacto con alimentos. Opcionalmente, también pueden recubrirse otras superficies que no entran en contacto con alimentos del sustrato.
- 60

- Los artículos de servicios de alimentos proporcionados de esta manera exhiben una excelente resistencia a la absorción de agua y grasa, generalmente comparable a los artículos de cartón recubiertos con polímeros no biodegradables tales como polietileno (PE), polipropileno (PP) o tereftalato de polietileno (PET). Al mismo tiempo, el sustrato de cartón recubierto sigue siendo biodegradable.
- 65

En particular, la resistencia a la absorción de agua puede medirse mediante el uso de la prueba de absorción de agua de Cobb especificada en la norma TAPPI T441. Los sustratos recubiertos de acuerdo con la presente descripción exhiben típicamente un valor de absorción de agua de Cobb de menos de 20 gramos por metro cuadrado. Con mayor preferencia, el valor de absorción de agua de Cobb es menor que 10 gramos por metro cuadrado.

Igualmente, la resistencia a la absorción de grasa puede medirse mediante el uso de la prueba del kit de resistencia a la grasa especificada en la norma TAPPI T559 cm-12. Los sustratos recubiertos de acuerdo con la presente descripción exhiben típicamente un valor de resistencia a la grasa de la prueba del kit mayor que el valor 5 del kit. Con mayor preferencia, el valor del kit es de aproximadamente 8 a aproximadamente 12.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos no limitantes ilustran varios aspectos adicionales de la invención. A menos que se indique de otra forma, las temperaturas están en grados Celsius y los porcentajes son en peso en base al peso en seco de la formulación.

Ejemplos 1 - 21: Preparación de dispersiones acuosas

Ejemplo de referencia 1

En este ejemplo, se preparó una dispersión acuosa. Se colocaron 42,0 g de PHA (6,7 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 357 000 g/mol) en 56 g de agua con 1,5 g de Tween 20 y se sometió a cizallamiento a 1100 RPM durante 90 minutos. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 3 minutos. Después se añadieron 0,05 g de goma xantana a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 400 RPM durante 30 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

Ejemplo 2

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 1. Después se añadieron 0,5 ml de un agente de dispersión (DISPERBYK 190) y 0,1 ml de un modificador de la reología (BYK 425) a esta dispersión y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

Ejemplo 3

Se preparó una dispersión como se indica en los Ejemplos 2 y después se añadieron 3,5 g de arcilla (talco de Imersys) y se sometió a cizallamiento hasta una dispersión homogénea.

Ejemplo de referencia 4

En este ejemplo, se colocaron 42,0 g de PHA (6,7 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 357 000 g/mol) en 56 g de agua con 0,8 g de Tween 20 y se sometió a cizallamiento a 1100 RPM durante 90 min. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 3 minutos. Se añadieron 0,05 g de goma xantana a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 400 RPM durante 30 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

Ejemplo 5

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 4. Después se añadieron 0,75 ml de un agente de dispersión (DISPERBYK 190) y 0,1 ml de un modificador de la reología (BYK 425) a esta dispersión y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

Ejemplo 6

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 5, y después se añadieron 10 g de arcilla de caolín y se sometió a cizallamiento hasta una dispersión homogénea.

Ejemplo de referencia 7

En este ejemplo, se colocaron 35,0 g de PHA (6,0 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 545 000 g/mol) en 60 g de agua con 2,0 g de Tween 20 y se sometió a cizallamiento a 1100 RPM durante 90 minutos. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 7 minutos. Se añadieron 0,05 g de goma xantana a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 400 RPM durante 30 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

## ES 3 029 739 T3

### Ejemplo de referencia 8

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 7, y después se añadieron 7,0 g de arcilla de caolín y se sometió a cizallamiento hasta una dispersión homogénea.

5

### Ejemplo de referencia 9

En este ejemplo, se colocaron 30,0 g de PHA (9,3 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 1 458 000 g/mol) en 65 g de agua con 3,0 g de Tween 20 y 2,0 ml de Triton 100 y se sometió a cizallamiento a 900 RPM durante 130 minutos. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 20 minutos. Se añadieron 0,05 g de goma xantana a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 400 RPM durante 30 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

10

### Ejemplo 10

15

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 9, y después se añadieron 0,75 ml de un agente de dispersión (DISPERBYK 184) y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

### Ejemplo 11

20

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 10, y después se añadieron 5,0 g de PHA (28,3 % molar de hidroxihexanoato) y se sometió a cizallamiento hasta una dispersión homogénea.

### Ejemplo de referencia 12

25

En este ejemplo, se colocaron 45,0 g de PHA (6,7 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 357 000 g/mol) en 56 g de agua con 0,8 g de Tween 20 y se sometió a cizallamiento a 1100 RPM durante 60 minutos. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 5 minutos. Después se añadieron 0,05 g de goma xantana a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 400 RPM durante 30 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

30

### Ejemplo 13

35

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 12, y después se añadieron 0,75 ml de un agente de dispersión (DISPERBYK 190) y 0,1 ml de un modificador de la reología (BYK 425) y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

### Ejemplo de referencia 14

40

En este ejemplo, se colocaron 45,0 g de PHA (6,7 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 492 000 g/mol) en 53 g de agua con 1,5 g de Tego 755 y se sometió a cizallamiento a 10 000 RPM durante 5 min. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 3 minutos. Se añadieron 0,25 g de Alcolgom a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 7000 RPM durante 5 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

45

### Ejemplo de referencia 15

50

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 14. Después se añadió 1 ml de un agente de dispersión (Tego 761) y 0,1 ml de un modificador de la reología (Alcolgom) a esta dispersión y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

### Ejemplo de referencia 16

55

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 15, y después se añadieron 10 g de arcilla de caolín y se sometió a cizallamiento hasta una dispersión homogénea.

### Ejemplo de referencia 17

60

En este ejemplo, se colocaron 30,0 g de PHA (9,3 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 1 458 000 g/mol) en 65 g de agua con 3,0 g de Tween 20 y 2,0 ml de Triton 100 y se sometió a cizallamiento a 900 RPM durante 130 minutos. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 20 minutos. Se añadieron 0,05 g de goma xantana a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 400 RPM durante 30 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

65

### Ejemplo 18

## ES 3 029 739 T3

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 17, y después se añadieron 0,75 ml de un agente de dispersión (Tego 755) y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

Ejemplo 19

5

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 18, y después se añadieron 5,0 g de PHA (28,3 % molar de hidroxihexanoato) y se sometió a cizallamiento hasta una dispersión homogénea.

Ejemplo de referencia 20

10

En este ejemplo, se colocaron 55,0 g de PHA (6,7 % molar de hidroxihexanoato;  $M_w$ : 357 000 g/mol) en 53 g de agua con 2,5 g de Tego 755 y se sometió a cizallamiento a 10 000 RPM durante 10 minutos. Después del cizallamiento, la mezcla se sometió a mezcla ultrasónica durante 5 minutos. Después se añadieron 0,1 g de goma xantana y 0,25 g de Alcolgum a la dispersión blanca resultante y se sometió a cizallamiento adicionalmente a 4000 RPM durante 3 minutos. Finalmente, se añadió 0,1 % de biocida a la dispersión.

15

Ejemplo 21

Se preparó una dispersión como se indica en el Ejemplo 20, y después se añadieron 0,75 ml de un agente de dispersión (Tego 761) y 1,0 ml de un almidón modificador de la reología y se sometió a cizallamiento para garantizar una mezcla homogénea.

20

Ejemplos 22 - 24: Preparación y prueba de sustratos recubiertos

Ejemplo de referencia 22

25

La dispersión acuosa de los Ejemplos de referencia 1, 4 y 12 se recubrió cada una mediante el uso de una varilla Mayer 4 sobre sustratos de cartón de sulfato blanqueado sólido (SBS) de 14 pt y 18 pt de grosor. Los recubrimientos se curaron a 170 °C en un horno de aire forzado y se aplicaron a un peso de recubrimiento seco de 8 gramos por metro cuadrado (gsm). Los valores de absorción de agua de Cobb resultantes para cada una de estas dispersiones fueron menores de 30 gsm, con valores del kit de resistencia a la grasa mayores de 5.

30

Ejemplo 23

La dispersión acuosa de los Ejemplos 2, 5 y 13 se recubrió cada una mediante el uso de una varilla Mayer 4 sobre sustratos de cartón de sulfato blanqueado sólido (SBS) de 14 y 18 pt de grosor. Los recubrimientos se curaron a 170 °C en un horno de aire forzado y se aplicaron a un peso de recubrimiento seco de 8 gsm. Los valores de absorción de agua de Cobb resultantes para cada una de estas dispersiones fueron menores de 10 gsm con valores del kit de resistencia a la grasa mayores de 9.

35

40

Ejemplo y ejemplo de referencia 24

La dispersión acuosa de los Ejemplos 3, 6 y 21 y el Ejemplo de referencia 14, 15, 16 y 20 se recubrió cada una mediante el uso de una varilla Mayer 4, 6, 8, 9 sobre sustratos de cartón de sulfato blanqueado sólido (SBS) de 14 y 18 pt de grosor. Los recubrimientos se curaron a 170 °C en un horno de aire forzado y se aplicaron a un peso de recubrimiento seco de 8 gsm. Los valores de absorción de agua de Cobb resultantes para cada una de estas dispersiones fueron menores de 10 gsm con valores del kit de resistencia a la grasa mayores de 9.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una dispersión acuosa biodegradable para recubrir sustratos de contacto con alimentos, la dispersión que comprende:

de aproximadamente 35 a aproximadamente 75 por ciento en peso de agua; y  
de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de polihidroxicanoatos;  
en donde la dispersión comprende además:

de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un surfactante seleccionado del grupo que consiste en polisorbatos, óxidos de polietileno aromáticos, derivados de sorbitán, copolímeros de bloque de poli(óxido de etileno) y poli(óxido de propileno), poli(éteres de glicol), poli(alcohol vinílico), sulfatos de alquilo, fosfatos de alquilo, estearatos y mezclas de estos;

de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un modificador de la reología;

de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 2,5 por ciento en peso de al menos un agente humectante y de dispersión; y

de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 0,5 por ciento en peso de al menos un agente biocida o biostático;

en donde la dispersión se prepara mediante

pulverizar los polihidroxicanoatos y dispersar los polihidroxicanoatos pulverizados en el agua mediante el uso de un mezclador de bajo a alto cizallamiento en presencia del al menos un surfactante y/o el al menos un agente humectante y de dispersión para crear micelas iniciales de los polihidroxicanoatos,

usar un mezclador/homogeneizador ultrasónico para terminar de dispersar las partículas de polihidroxicanoato para preparar una dispersión homogénea, y

añadir cualquier agente humectante y de dispersión, el al menos un biocida o agente biostático y el al menos un modificador de la reología y mezclar por cizallamiento para completar la dispersión.

2. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dispersión comprende de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de poli-3-hidroxiobutirato-co-3-hidroxihexanoato ("P(3HB-co-3HHx)").

3. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el P(3HB-co-3HHx) comprende de aproximadamente 75 a aproximadamente 99 por ciento molar de hidroxiobutirato y de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento molar de hidroxihexanoato.

4. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dispersión comprende de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 por ciento en peso de al menos un polihidroxicanoato que comprende de aproximadamente 25 a aproximadamente 50 por ciento molar de hidroxivalerato, hidroxihexanoato, hidroxiocanoato y/o hidroxidecanoato.

5. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dispersión comprende polihidroxicanoatos que tienen un peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50.000 Daltons a aproximadamente 2,5 millones de Daltons.

6. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dispersión tiene un contenido de sólidos promedio de aproximadamente 25 por ciento a aproximadamente 65 por ciento de sólidos.

7. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el al menos un surfactante tiene un equilibrio hidrófilo-lipófilo que es mayor que 10.

8. La dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dispersión comprende además de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un modificador de la reología seleccionado del grupo que consiste en polisacáridos, copolímeros de emulsión a base de acrilato, depresores de la viscosidad y mejoradores de la viscosidad.

9. Un artículo de servicio de alimentos biodegradable que comprende:

un sustrato biodegradable que tiene al menos una superficie de contacto con alimentos; y

un recubrimiento aplicado sobre al menos una superficie de contacto con alimentos,

en donde el recubrimiento se aplica como una dispersión acuosa biodegradable de acuerdo con la reivindicación 1.

10. El artículo de servicio de alimentos biodegradable de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el sustrato biodegradable comprende un plato, taza, tazón, bandeja de fibra o utensilio de comer biodegradable.

## ES 3 029 739 T3

11. El artículo de servicio de alimentos biodegradable de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el recubrimiento se aplica sobre al menos una superficie de contacto con alimentos a un peso de recubrimiento, sobre una base seca, de aproximadamente 2 a aproximadamente 25 gramos por metro cuadrado.

5 12. El artículo de servicio de alimentos biodegradable de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el recubrimiento presenta un valor de absorción de agua de Cobb, medido de acuerdo con la norma TAPPI T441, de menos de 20 gramos por metro cuadrado.

10 13. El artículo de servicio de alimentos biodegradable de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el recubrimiento exhibe un valor de resistencia a la grasa de la prueba del kit, medido de acuerdo con la norma TAPPI T559 cm-12, mayor que el valor 5 del kit.

14. Un método para fabricar una dispersión acuosa biodegradable para recubrir sustratos de contacto con alimentos, la dispersión que comprende:

15 de aproximadamente 35 a aproximadamente 75 por ciento en peso de agua; y  
de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 por ciento en peso de polihidroxicanoatos;  
en donde la dispersión comprende además:  
de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un surfactante seleccionado del grupo que consiste en polisorbatos, óxidos de polietileno aromáticos, derivados de sorbitán, copolímeros de bloque de poli(óxido de etileno) y poli(óxido de propileno), poli(éteres de glicol), poli(alcohol vinílico), sulfatos de alquilo, fosfatos de alquilo, estearatos y mezclas de estos;  
20 de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 5,0 por ciento en peso de al menos un modificador de la reología;  
de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 2,5 por ciento en peso de al menos un agente humectante y de dispersión; y  
25 de aproximadamente 0,01 por ciento en peso a aproximadamente 0,5 por ciento en peso de al menos un agente biocida o biostático;  
en donde la dispersión se prepara mediante  
30 pulverizar los polihidroxicanoatos y dispersar los polihidroxicanoatos pulverizados en el agua mediante el uso de un mezclador de bajo a alto cizallamiento en presencia del al menos un surfactante y/o el al menos un agente humectante y de dispersión para crear micelas iniciales de los polihidroxicanoatos,  
usar un mezclador/homogeneizador ultrasónico para terminar de dispersar las partículas de polihidroxicanoato para preparar una dispersión homogénea, y  
35 añadir cualquier agente humectante y de dispersión, el al menos un biocida o agente biostático y el al menos un modificador de la reología y mezclar por cizallamiento para completar la dispersión.

40

45

50

55

60

65