

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 049**

51 Int. Cl.:

**C08G 63/19** (2006.01)

**C08G 18/42** (2006.01)

**C08G 63/16** (2006.01)

**C08G 63/78** (2006.01)

**C08G 18/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2009 PCT/CN2009/071805**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2010 WO10130098**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2009 E 09841276 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 2348063**

54 Título: **Poliésteres biodegradables y método de preparación de los mismos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.10.2020**

73 Titular/es:

**KINGFA SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.  
(50.0%)**

**No. 33 Kefeng Road Science City High-Tech  
Industrial Development Zone Guangzhou  
Guangdong 510520, CN y**

**SHANGHAI KINGFA SCIENCE & TECHNOLOGY  
CO., LTD (50.0%)**

72 Inventor/es:

**XU, YIBIN;  
YUAN, RENXU;  
CAI, TONGMIN;  
JIAO, JIAN;  
XIA, SHIYONG y  
YUAN, ZHIMIN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 791 049 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

Poliésteres biodegradables y método de preparación de los mismos

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

## 1. Campo técnico

10 La presente invención se refiere a una clase de poliéster biodegradable y su método de preparación, que pertenece al campo de la tecnología de productos de copoliéster biodegradable.

## 2. Descripción de la técnica relacionada

15 Un polímero biodegradable es una clase de material polimérico que se puede descomponer en dióxido de carbono y agua en condiciones medioambientales apropiadas a lo largo de un cierto periodo. El procedimiento de degradación normalmente se divide en dos etapas: primero, el peso molecular de las macromoléculas se reduce mediante hidrólisis y degradación por luz/oxígeno, a continuación, es consumido adicionalmente por los microorganismos. Los microorganismos podrían ser bacterias, hongos, microzimas y algas. Una clase de método de ensayo de la biodegradabilidad se proporciona en la norma internacional ISO 14855, que es un método de ensayo relativamente autorizado para el ensayo de la biodegradabilidad de materiales plásticos. Diversos países y regiones definen sus propios ensayos y normas de ensayo de degradación de los plásticos según las condiciones y resultados de ensayo, lo que incluye la norma de ensayo EN 13432 desarrollada por la UE, la ASTM D6400 de EE. UU., la GB/T 19277 de China, etc.

25 Los polihidroxialcanoatos (PHA), por ejemplo, ácido poliláctico (PLA), polihidroxibutirato (PHB), policaprolactona (PCL), poli-hidroxibutirato-valerato (PHBV), se conocen desde hace más de 30 años, todos ellos, excepto la PCL, se podrían obtener mediante biosíntesis con biodegradabilidad (M. Kunioka y col., Appl. Microbiol. Biotechnol., 30, 569, 1989). Algunos informes también señalan que el poliéster obtenido a partir de la polimerización por condensación de ácido (o éster) dibásico alifático y alcohol dibásico también tiene biodegradabilidad (escrito por J. M. Sharpley y col., "Application Science", 1976, página 775). Todos los materiales de poliéster obtenidos por completo a partir de alcohol dibásico alifático y ácido dibásico tienen puntos de fusión y temperaturas de vitrificación relativamente bajas, y hay defectos en su uso.

35 Los poliésteres aromáticos, por ejemplo, tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT), etc., son materiales plásticos de uso generalizado, sin embargo, tales materiales no tienen degradabilidad (Kirt-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Supl. Vol., Wiley-Interscience, Nueva York, 1984, páginas 626-668). A principios de los años 80, hubo un informe relevante que señalaba el punto de vista de Y. Tokia y T. Suzuki en algunos artículos (Nature, 270, 76-78, 1977; Journal of Applied Polymer Science, 26, 441-448, 1981) de que el poliéster alifático obtenido a partir de la polimerización por condensación de ácido succínico y alcohol dibásico alifático podía ser degradado por enzimas; sin embargo, el poliéster formado por ácido dibásico aromático y alcohol dibásico alifático, por ejemplo, PBT y PET, no podía ser degradado por enzimas; el copoliéster de bloques resultante de PCL y PBT podía ser degradado por enzimas.

45 En la patente WO 92/13019, una clase de copolímero de poliéster formado por ácido dibásico aromático y alcohol dibásico alifático tiene biodegradabilidad. La estructura de tal copoliéster requiere que el segmento de alcohol dibásico con la relación molar mínima de 85 % en el poliéster contenga un segmento de ácido tereftálico. Para mejorar la propiedad hidrófila del material y reducir la cristalización, esta patente propone introducir sal metálica de ácido dimetilisofalato-5-sulfónico con la relación molar de 2,5 % o una unidad de alcohol dibásico que contiene la estructura de éter de escisión de la cadena en la estructura del copolímero. Sin embargo, la patente no presenta resultados de la degradación del material por microorganismos; solo se llevó a cabo el ensayo de agua en ebullición y la propiedad mecánica del material no es satisfactoria.

50 La patente US5292783 y patente US5446079 revelan el copoliéster irregular lineal y de bloques obtenido mediante polimerización por condensación con ácido dibásico alifático y ácido dibásico aromático como unidades de repetición. Tal material tiene biodegradabilidad. Entre otros, el ácido carboxílico dibásico consiste en 5-65 % (relación molar) de ácido dibásico alifático y 35-95 % (relación molar) de ácido dibásico aromático, y el alcohol dibásico es alcohol dibásico alifático. Sin embargo, como los materiales tienen una viscosidad del fundido y resistencia del fundido relativamente bajas, no se pueden aplicar en el campo del procesamiento por intrusión, por ejemplo, es relativamente difícil usar el material para soplado de películas, espumado y colada en moldes porosos.

60 La patente US5661193 revela una clase de copoliéster de ácido alifático-ácido aromático con una estructura irregular y ramificada, que tiene biodegradabilidad. Se usa para producir material de espuma. El poliéster consiste en 30-95 % (relación molar) de unidades de policondensado de ácido dibásico alifático, 5-70 % (relación molar) de unidades policondensado de ácido dibásico aromático, y las unidades de alcohol dibásico en las unidades de policondensado son unidades de policondensado de alcohol dibásico alifático. El contenido de agente de ramificación es 0,01-10 % del peso de ácido dibásico usado para la polimerización. El agente de ramificación revelado en la patente es ácido y

(o) anhídrido alifático multicarboxílico, ácido y (o) anhídrido aromático multicarboxílico, alcohol alifático multihidroxiado e isocianurato hidroxilado.

La patente EP A565235 propone una clase de copoliéster alifático que contiene unidades estructurales de aminoformilo (-NH-C(O)O-). Las unidades básicas del copoliéster son ácido succínico y alcohol dibásico alifático, que tienen biodegradabilidad. Para cambiar el defecto del peso molecular relativamente bajo resultante de la polimerización por condensación de ácido y alcohol alifáticos puros, se introducen unidades de reacción de diisocianato en la reacción. Sin embargo, la unidad de reacción de diisocianato es fácil que genere un punto de gelificación en la reacción, es relativamente difícil controlar la reacción y la aparición de gel afectará a las prestaciones del material.

La patente US6018004 también revela varias clases de materiales de poliéster, que también tienen biodegradabilidad. Entre otros, las unidades de policondensado de ácido dibásico en una clase de poliéster biodegradable consisten en 35-95 % (relación molar) de unidades de policondensado de ácido dibásico alifático, 5-65 % (relación molar) de unidades de policondensado de ftalándiona y 0-5 % (relación molar) de sulfonato, en el que las unidades de policondensado de alcohol dibásico son alcohol dibásico alquílico y alcohol dibásico cicloalquílico. La composición antes mencionada del poliéster podría formar otra clase de copoliéster con biodegradabilidad con la estructura siguiente: sustancias químicas que contienen hidroxilo y carboxilo con más de tres grupos funcionales en la relación molar de 0,01-5 % (tomar el número total de moles para las unidades de policondensado de ácido dibásico como 100). La patente tiene una definición relativamente pormenorizada para tales sustancias, que incluye ácido polibásico aromático, ácido polibásico alifático, alcohol polibásico alifático, hidroxiaácido aromático, etc.; la estructura también podría ser de sustancias químicas de tipo diisocianato con el porcentaje en peso de 0,1-5 %. La patente también define tales sustancias pormenorizadamente, lo que incluye diisocianato aromático y diisocianato alifático.

La patente US6120895 revela una clase de material de poliéster con biodegradabilidad. El material de poliéster consiste en dos partes, Componente A con la relación molar de 95-99,9 % y Componente B con la relación molar de 0,01-5 %. El Componente A consiste en las sustancias químicas que incluyen 20-95 % (relación molar) de ácido dibásico alifático (o su éster), 5-80 % (relación molar) de ácido dibásico aromático (o su éster) e hidroxialcoholes y amidoalcoholes dibásicos; el Componente B consiste en sustancias químicas de isocianato monogrupo o multigrupo. El método de preparación tiene las características de las reacciones de policondensación y la reacción de solidificación para poliéster. El alcohol dibásico usado en el Componente A es alcohol dibásico alifático o alcohol dibásico de poliéster. Aunque la introducción de isocianurato puede aumentar la propiedad de resistencia térmica del material, el isocianurato definido en la patente dificulta mucho el control de la reacción con muchos puntos de gelificación.

La solicitud de patente de EE. UU. con n.º de publicación 2004/254332 A1 describe composiciones de poliéster alifático-aromático basadas en copoliésteres producidos a partir de una mezcla de ácidos dicarboxílicos aromáticos, ácidos dicarboxílicos alifáticos, poli(alquilen éter)glicoles y glicoles.

El documento EP 1936440 A2 describe un colorante orgánico que incluye un aglutinante de material polimérico amorfo, tal como un material de poliéster amorfo, y un material polimérico cristalino, tal como un material de poliéster cristalino, donde el material polimérico amorfo tiene un índice de acidez que es mayor que un índice de acidez del material polimérico cristalino.

Hasta ahora, los materiales de resina de poliéster biodegradable no podían satisfacer los requisitos de preparación, especialmente en términos de los requisitos de prestaciones y requisitos de producción de material de membrana. Incluso con tratamiento de extensión de la cadena o ramificación durante la síntesis, el poliéster alifático sigue teniendo un punto de fusión relativamente bajo, resistencia térmica insuficiente y defectos de repelado durante el procesamiento. El copoliéster alifático/aromático lineal con tratamiento de extensión de la cadena de diisocianato facilita el procesamiento de los materiales de membrana en comparación con los materiales de poliéster sin tratamiento de extensión de la cadena, pero las partículas de gel formadas interferirán con el procesamiento de los materiales de membrana, especialmente cuando se prolonga el periodo del ciclo, y las propiedades mecánicas son relativamente deficientes.

#### BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

Los objetivos de esta invención son vencer las deficiencias de la tecnología existente y proporcionar un material de poliéster alifático/aromático biodegradable con mejor aspecto cualitativo, resistencia térmica y buenas propiedades mecánicas. El material de poliéster mencionado se podría usar como material para la preparación de materiales de membrana, que cambia significativamente la propiedad de repelado con un ámbito de uso generalizado.

Otro objetivo de esta invención es proporcionar el método de preparación para el material de poliéster antes mencionado.

Los objetivos anteriores son materializados por la presente invención como se define en, y mediante, las reivindicaciones adjuntas.

Más generalmente, también se describe en esta memoria una clase de poliéster biodegradable producido con 94-

100 % (relación molar) de Componente A y 0-6 % (relación molar) de Componente B, el peso molecular medio numérico del Componente A y Componente B mencionados es 6000-135 000 g/mol, la viscosidad intrínseca es 0,6-1,8 dl/g (el soluto es el sistema de mezcla fenol-tetracloruro de carbono con la relación másica de 7:3, y la solubilidad del poliéster es 0,01 g/ml), la distribución de pesos moleculares es 1,2-6,5 y el intervalo de temperaturas de cristalización es 15 °C-105 °C.

El Componente A mencionado consiste en Componente A1 y Componente A2 en la relación molar de 0,35-1,6:1; el componente A1 mencionado consiste en Componente A11 en un porcentaje molar de 20-100 % y Componente A12 en un porcentaje molar de 0-80 %.

El componente A11 mencionado es cualquiera de las sustancias siguientes o la mezcla compuesta por más de dos clases de las sustancias siguientes, es decir, ácido dibásico alifático, ácido dibásico alifático cíclico, derivados esterificados de ácido dibásico alifático y derivados esterificados de ácido dibásico alifático cíclico; o es la mezcla que consiste en dos o más de dos clases de ácido carboxílico dibásico alifático y/o ácido dibásico alifático cíclico o sus ésteres con longitud de cadena diferente; el ácido dibásico alifático y ácido dibásico alifático cíclico mencionados con el número de átomos de carbono preferido de C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>, especialmente cualquiera de, o la mezcla compuesta por más de dos clases de los ácidos dibásicos siguientes o sus ésteres: ácido oxálico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido azelaico, ácido sebáico, ácido tridecanodioico, ácido maleico, ácido 1,1-ciclobutanodicarboxílico, ácido 1,4-ciclohexanodiácético, ácido ciclohexano-1,2-norborano-2,3-dicarboxílico o ácido adamantano diácético.

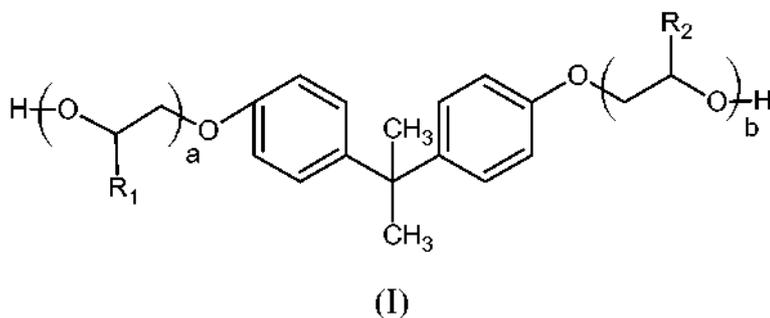
El Componente A12 mencionado es cualquiera de las sustancias siguientes o la mezcla compuesta por más de dos clases de las sustancias siguientes: ácido dibásico aromático o éster de ácido dibásico aromático; o podría ser una mezcla que consiste en dos o más de dos clases de ácido carboxílico dibásico aromático o sus ésteres con longitud de cadena diferente; el alcohol dibásico alifático o éster de ácido dibásico aromático mencionados es el ácido dibásico o su éster con el número de átomos de carbono preferido de C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>, especialmente seleccionado de entre cualquiera de, o la mezcla compuesta por más de dos clases de, los ácidos dibásicos siguientes o sus ésteres: ácido tereftálico, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido p-fenilendiácético y ácido o-fenilendiácético.

El componente A2 mencionado consiste en Componente A21 en un porcentaje molar de 80-99,9 % y Componente A22 en un porcentaje molar de 0,1-20 %.

El A21 mencionado consiste en al menos una de las sustancias siguientes: alcohol dibásico alifático con número de átomos de carbono de C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>, alcohol dibásico alifático cíclico con número de átomos de carbono de C<sub>5</sub>-C<sub>16</sub>, alcohol dibásico alifático policíclico, alcohol dibásico de poliéter alifático y ácido alifático hidroxilado; también puede consistir en al menos una clase de las sustancias siguientes: alcohol dibásico alifático, alcohol dibásico alifático cíclico, alcohol dibásico de poliéter alifático y ácido alifático hidroxilado con longitudes de cadena carbonada diferentes; el alcohol dibásico de poliéter alifático mencionado es alcohol dibásico alifático con el número de átomos de carbono preferido de C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>, especialmente seleccionado de entre cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, los alcoholes dibásicos siguientes: 1,2-propanodiol, 1,3-propanodiol, 1,2-butanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 2,2-dimetil-1,3-propanodiol 2-etil-2-terc-butil-1,3-propanodiol, 2,2,4-trimetil-1,6-hexanodiol; el alcohol dibásico alifático mencionado es alcohol dibásico alifático cíclico o alcoholes dibásicos alifáticos policíclicos con el número de átomos de carbono de C<sub>5</sub>-C<sub>16</sub>, especialmente seleccionado de entre cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, los alcoholes dibásicos siguientes: 1,3-ciclopentanodiol, 1,4-ciclohexanodiol, 1,2-ciclohexanodimetanol, 1,3-ciclohexanodimetanol, 1,4-ciclohexanodimetanol, isosorbida. El intervalo de peso molecular para el alcohol dibásico de poliéter alifático mencionado es 25-12 000 g/mol, el intervalo de peso molecular preferido es 500-4500 g/mol. Se prefiere seleccionar el alcohol dibásico de poliéter alifático de entre cualquiera de, o la mezcla que consiste en varias clases de, los alcoholes dibásicos de poliéster siguientes: dímero de óxido de etileno, trímero de óxido de etileno, óxido de polietileno, óxido de polipropileno, poli(tetrametilen éter glicol), copolímero de óxido de etileno-óxido de propileno; se prefiere seleccionar el ácido alifático hidroxilado mencionado de entre los ácidos orgánicos hidroxilados con el número de átomos de carbono de C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>, especialmente de entre cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, los ácidos orgánicos hidroxilados siguientes: ácido glicólico, ácido α-hidracrílico, ácido β-málico, ácido β-hidroxi-butírico, ácido hidroxibutanodioico, ácido 5-hidroxivalérico, ácido 3-hidroxihexanoico, ácido 5-hidroxihexanoico, ácido 6-hidroxihexanoico, ácido 7-hidroxihexanoico, ácido 3,5-dihidroxihexanoico, ácido hidroxioctanoico, ácido 5-hidroxidecanoico, ácido 5-hidroxidodecanoico, ácido 9,10,16-trihidroxihexadecanoico, ácido 3,4-dihidroxicinámico, ácido p-hidroxicinámico, ácido agárico o sus polímeros.

El A22 antes mencionado consiste en al menos una de las sustancias siguientes: alcohol dibásico que contiene un núcleo aromático, alcohol dibásico de poliéter que contiene un núcleo aromático o ácido orgánico hidroxilado que contiene un núcleo aromático con número de átomos de carbono de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub>; también podría consistir en al menos una de las sustancias siguientes: alcohol dibásico que contiene un núcleo aromático, alcohol dibásico de poliéter que contiene un núcleo aromático y ácido alifático hidroxilado que contiene un núcleo aromático con longitudes de cadena carbonada diferentes.

Tanto el alcohol dibásico que contiene un núcleo aromático como el alcohol dibásico de poliéter que contiene un núcleo aromático mencionados tienen la estructura molecular como se muestra en la Fórmula 1:



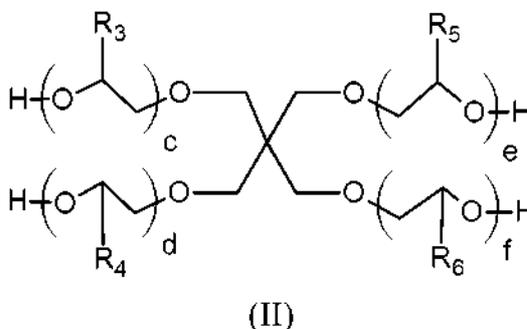
5 En la Fórmula I, R<sub>1</sub> podría ser -H, -CH<sub>3</sub> o -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>; R<sub>2</sub> podría ser -H, -CH<sub>3</sub> o -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>; a y b son ambos números seleccionados de entre cualquier número positivo que satisfaca la condición de "a + b = 2~30" o 0; el alcohol dibásico o alcohol dibásico de poliéter mencionados se podrían obtener mediante la eterificación de óxido de alquileno con la ayuda de catalizador y con bifenol A como reactivo de partida.

10 El alcohol dibásico de poliéter mencionado en el Componente A22 se prefiere que se seleccione de entre cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, los alcoholes dibásicos de poliéter siguientes: dímero de óxido de etileno, trímero de óxido de etileno, óxido de polietileno, óxido de polipropileno, poli(tetrametilen éter glicol), copolímero de óxido de etileno-óxido de propileno; el intervalo de peso molecular para los alcoholes dibásicos de poliéster alifático mencionados es 25-12 000 g/mol, y el intervalo de peso molecular preferido es 500-4500 g/mol; el ácido orgánico hidroxilado que contiene un núcleo aromático mencionado es el ácido orgánico hidroxilado que contiene un núcleo aromático con el número de átomos de carbono de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub>, especialmente seleccionado de entre cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, los ácidos orgánicos hidroxilados siguientes: ácido o-hidroxibenzoico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido 2,4-dihidroxibenzoico, 4-hidroxifitalato o sus derivados, anhídrido 4-hidroxio-ftálico o los polímeros de los ácidos orgánicos antes mencionados.

20 El Componente B mencionado consiste en Componente B1 y Componente B2, formando también parte de la descripción cualquiera de las sustancias siguientes o las mezclas compuestas por más de dos clases de las sustancias siguientes en cualquier relación másica: Componente B1, Componente B2 y Componente B3.

25 El Componente B1 mencionado es cualquiera de las sustancias siguientes o las mezclas compuestas por una más de dos clases de las sustancias siguientes: alcohol polibásico alifático o aromático y ácido polibásico alifático o aromático, la mezcla mencionada se prefiere que sea una mezcla que consiste en cualesquiera dos o más de dos clases de las sustancias siguientes: glicerina, tri(hidroximetil)propano, sorbitol, glucosa, glucósido, pentaeritritol, dipentaeritritol, trioles de poliéter, alcohol tetrahidroxilado de poliéter, ácido piromelítico, dianhídrido de ácido piromelítico, ácido trimésico, ácido bencenotricarboxílico (ácido 1,2,4-bencenotricarboxílico), ácido tartárico, ácido cítrico, anhídrido cítrico o derivados de éster de los compuestos antes mencionados; el alcohol tribásico de poliéter mencionado se obtiene usando glicerina y trimetilolpropano como precursores y eterificando con óxido de alquileno bajo los efectos de un catalizador. El intervalo de peso molecular para el alcohol tribásico de poliéter obtenido es 200-12 500 g/mol, y el intervalo de peso molecular preferido es 400-3500 g/mol.

35 El alcohol polibásico de poliéter alifático mencionado en el Componente B1 se prefiere que se seleccione de entre alcohol tetrahidroxilado de poliéter, y el alcohol tetrahidroxilado de poliéter mencionado tiene la estructura molecular como se muestra en la Fórmula II:



40 En la que, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> y R<sub>6</sub> podrían ser iguales o diferentes, los cuales son todos -H o -CH<sub>3</sub>; c, d, e y f son números, que se seleccionan de entre cualquiera de los números positivos que satisfacen la condición de "c + d + e + f = 4~30"; el alcohol tetrahidroxilado de poliéter mencionado se obtiene mediante la eterificación de óxido de alquileno con la ayuda de catalizador y con pentaeritritol como reactivo de partida.

45 El Componente B2 mencionado se selecciona de entre cualquiera de las sustancias siguientes o la mezcla compuesta

por más de dos clases de las sustancias siguientes: compuestos de isocianato, alcohol polibásico cíclico de isocianurato o alcohol polibásico de poliéter de isocianato; los compuestos de isocianato mencionados son diisocianato modificado a partir de diimina carbonizada, dímero o trímero de isocianato o diisocianato bloqueado; el diisocianato mencionado es cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, las sustancias siguientes:

5 diisocianato de tolueno, diisocianato de difenilmetano, diisocianato de m-xilileno, diisocianato de isoforona, diisocianato de hexametileno, 2,6-diisocianato-metilhexanoato, diisocianato de metilciclohexano, diisocianato de 2,2,4-trimetilhexano, isopropilideno-bi-(ciclohexanodiisocianato-4), diisocianato de organosilicona o diisocianato de difenilmetano que contienen diimina carbonizada; la invención permite la reacción de autopolicondensación del isocianato con fosfina orgánica como catalizador en las condiciones de calentamiento para generar el compuesto que

10 contiene el grupo diimina carbonizada (-N=C=N-); los catalizadores de fosfina orgánica de uso habitual incluyen: óxido de fosfina pentaheterocíclica, óxido de 1-fenil-3-metil-1-fosfinideno, fosfato de trietilo, óxido de trifenilfosfina, etc. Entre otros, el óxido de fosfina pentaheterocíclica tiene los mejores efectos catalizadores con dosificación baja y temperatura de reacción baja; con los efectos del catalizador, parte de los monómeros de isocianato se convierten primero en diisocianato que contiene la estructura de diimina carbonizada. Tal diisocianato que contiene la estructura de diimina carbonizada podría reaccionar además con isocianato mediante adición y ciclación para generar diisocianato que

15 contienen grupos uretonimina; el multiisocianato de la estructura antes mencionada no solo es estable para su almacenamiento y facilidad de uso, sino que también podría dotar a los materiales de una estructura espacial especial y efectos retardadores de la llama.

20 En el diisocianato modificado con diimina carbonizada mencionado, la diimina carbonizada constituye 5 %~30 % (porcentaje másico) del diisocianato modificado; el isocianato bloqueado mencionado se forma bloqueando el isocianato con fenol y caprolactama, que se podrían combinar con diversos alcoholes polibásicos, y es estable a temperatura normal. El bloqueo del isocianato sirve para hacer reaccionar el isocianato o el prepolímero que contiene el grupo isocianato disociado con algunas sustancias que contienen hidrógeno activo o con las sustancias capaces de

25 reaccionar con el grupo isocianato para desactivar el grupo isocianato disociado a temperatura normal; es decir, para materializar el bloqueo del grupo isocianato. Tal reacción de bloqueo es reversible en ciertas condiciones; por lo tanto, es posible permitir el desbloqueo del grupo isocianato bloqueado en ciertas condiciones para ejercer los efectos del grupo isocianato. El bloqueo del isocianato es una clase de bloqueo de isocianato de uso habitual. El diisocianato bloqueado mencionado es el isocianato bloqueado de diisocianato de tolueno, diisocianato de difenilmetano,

30 diisocianato de m-xilileno, diisocianato de isoforona, diisocianato de hexametileno, 2,6-diisocianato-metilhexanoato, diisocianato de metilciclohexano, diisocianato de 2,2,4-trimetilhexano, isopropilideno-bi-(ciclohexanodiisocianato-4) o su solución; la sustancia bloqueadora mencionada podría ser: fenol, alcohol, lactama, compuesto de dicarbonilo, oxima, pirazol, bisulfito de sodio; se podría usar catalizador para el desbloqueo del isocianato bloqueado mencionado.

35 El isocianato bloqueado mencionado puede ser cualquier clase de, o la mezcla que consiste en varias clases de, los diisocianatos bloqueados siguientes con concentraciones de solución diferentes: diisocianato de tolueno bloqueado mediante diacetilmonoxima, diisocianato de tolueno bloqueado mediante alcohol, isocianato de tolueno bloqueado mediante caprolactama, diisocianato de hexametileno bloqueado mediante diacetilmonoxima, diisocianato de hexametileno, carbonato de dinitrilo adípico y metacrilimida de trimetilamina bloqueados mediante caprolactama.

40 Los dímeros de isocianato mencionados son dímeros de isocianato aromático, que son particularmente dímero de diisocianato de tolueno y dímero de diisocianato de difenilmetano con concentraciones de solución diferentes. Tanto el isocianato aromático como el isocianato alifático podrían experimentar una reacción de dimerización. Cuando el isocianato dimeriza, los factores que afectan a la dimerización incluyen la actividad de los grupos isocianato,

45 temperatura de reacción, etc. Los catalizadores de dimerización habituales incluyen compuestos de fosfina y amina terciaria. El anillo de uretidiona generado mediante dimerización tiene una estabilidad térmica relativamente deficiente, por lo que se podría desdimerizar fácilmente en condiciones de calentamiento. Haciendo uso de esta característica, un dímero se usa con frecuencia como agente de reticulación en la preparación de poliuretano. Como tiene una estabilidad superior durante el almacenamiento a temperatura normal en comparación con el monómero, se podría mezclar con otros compuestos que contienen hidrógeno activo a temperatura normal, y se puede descomponer en

50 monómeros de isocianato con calentamiento y catalizador para complementar la reacción requerida.

El trímero de isocianato mencionado es cualquiera de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, las soluciones siguientes con concentraciones diferentes: trímero de diisocianato de tolueno, trímero de diisocianato de hexametileno, trímero de poliisocianato I, trímero mixto de diisocianato de hexametileno-diisocianato de tolueno y la mezcla que contiene las sustancias antes mencionadas con contenidos diferentes, especialmente soluciones de trímero de isocianato con concentraciones diferentes. Tanto el isocianato alifático como el isocianato aromático podrían formar trímeros en condiciones apropiadas para obtener los derivados que contienen anillos heteroatómicos de isocianurato. Los mismos monómeros de isocianato podrían experimentar una reacción de trimerización, y el

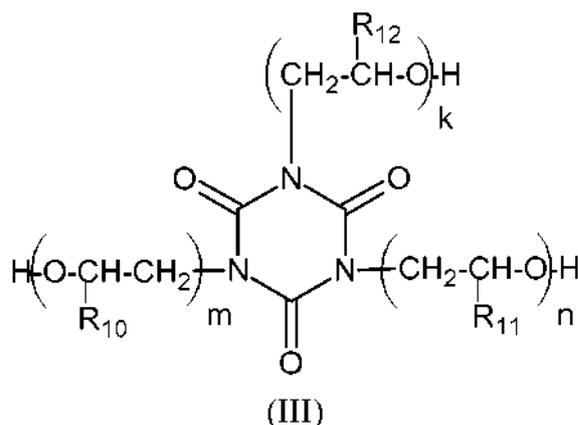
60 sistema mixto que consiste dos o más de dos clases de monómeros de isocianato también podría experimentar una reacción de trimerización. Los anillos heteroatómicos de isocianurato generados en la trimerización del isocianato son muy estables, con propiedades retardadoras de la llama. Solo la temperatura alta podría dañar la estructura de los anillos heteroatómicos de isocianurato. Cuando el isocianato trimeriza, los factores que afectan a la reacción de trimerización incluyen la actividad de los grupos isocianato, el catalizador, la temperatura de reacción, etc. Hay muchas clases de catalizadores para la trimerización de isocianato. Los catalizadores aplicables a la trimerización de isocianato aromático y alifático incluyen alcoholato de sodio o sales de potasio disolubles, por ejemplo, caprilato de sodio,

65

benzoato de potasio, salicilato de potasio, fenolato de sodio, metóxido de sodio, oxalato de sodio, etc.; para los compuestos de elementos de la familia del nitrógeno y compuestos metálicos orgánicos, con el fin de controlar el contenido de trímero e impedir la generación de polímero, la reacción se podría terminar controlando la temperatura del sistema de reacción y añadiendo inhibidor de la polimerización en una etapa apropiada de la reacción. Incluso en este caso, el sistema polimérico obtenido sigue siendo la mezcla que contiene cierta cantidad de polímeros que son principalmente trímeros. Los inhibidores de la polimerización de uso habitual incluyen cloruro de benzoilo, ácido fosfórico, p-toluenosulfonato, sulfato de dimetilo, etc. El trímero de isocianato que contiene la estructura cíclica de isocianurato tiene las ventajas de volatilidad baja, toxicidad baja y funcionalidad alta. La estructura heterocíclica del isocianurato también dota a los materiales de resistencia térmica, propiedades retardadoras de la llama y resistencia química.

Las sustancias que contienen grupos funcionales isocianurato antes mencionadas se podrían preparar en las soluciones con concentraciones diferentes antes de su uso para poder facilitar los procedimientos de adición y mezclado y la dispersión y distribución homogéneas. Los disolventes de uso habitual incluyen tolueno, éter de petróleo de puntos de ebullición diferentes, etc. El intervalo de concentración de los disolventes añadidos en las soluciones anteriores está relacionado con la viscosidad de las sustancias que contienen grupos funcionales isocianato. El intervalo de concentración de la solución preferido es 15-95 % (porcentaje en peso).

Tanto el alcohol polibásico cíclico de isocianurato como el alcohol polibásico de poliéter cíclico de isocianurato mencionados en el Componente B2 para esta invención tienen la estructura molecular como se muestra en la Fórmula III:



En la que, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> y R<sub>12</sub> podrían ser iguales o diferentes, los cuales son todos -H o -CH<sub>3</sub> o -CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>; m, n y k son números seleccionados de entre cualquiera de los números positivos que satisfacen la condición de m + n + k = 3-30. El alcohol polibásico cíclico de isocianurato y alcohol polibásico de poliéter cíclico de isocianurato se podrían obtener siguiendo el método que se indica a continuación: con isocianurato (cuyo método de síntesis se ha presentado anteriormente) como iniciador, complejo de trifluoruro de boro-etil éter como catalizador y compuestos de epoxi como la unidad de anillo, el alcohol polibásico cíclico de isocianurato y alcohol polibásico de poliéter cíclico de isocianurato se podrían obtener mediante reacción de apertura de anillo catiónica.

El Componente B3 mencionado se puede seleccionar de entre compuestos de diimina carbonizada; el compuesto de diimina carbonizada mencionado son los monómeros de diimina carbonizada o polímeros de diimina carbonizada con concentraciones de solución diferentes que tienen 1-30 grupos diimina carbonizada en su estructura molecular con el peso molecular de 40-30 000 g/mol. También se puede mezclar mediante dos o más de dos clases de sustancias con las características antes mencionadas y con peso molecular diferente y contenidos de grupos diimina carbonizada diferentes en cualquier relación. Actualmente, el método relativamente maduro para la preparación de diimina carbonizada o sus polímeros es generarla calentando isocianato con los efectos de catalizadores. Con la mejora de los disolventes de reacción, por ejemplo, usando hidrocarburo halogenado, éter cíclico alifático, disolvente mixto o no usando disolventes, la solución o el polvo de diimina policarbonizada con peso molecular alto se podría obtener en última instancia con una estabilidad durante el almacenamiento buena. El diisocianato genera diimina policarbonizada lineal, sin embargo, el isocianato con la funcionalidad por encima de 3 genera diimina policarbonizada con estructura ramificada. Esta clase de policondensado tiene una temperatura de fusión muy alta. La diimina policarbonizada tiene una resistencia térmica buena y actividad alta, podría reaccionar muchas sustancias con usos generalizados. En el poliéster biodegradable, se usan las sustancias de diimina carbonizada, que también podrían ajustar eficazmente el ciclo de degradación de los materiales.

En las tecnologías existentes, el poliéster termoplástico es el polímero obtenido mediante la reacción de policondensación de alcoholes dibásicos y ácidos dibásicos. Los ácidos dibásicos y alcoholes dibásicos de clases diferentes podrían sintetizar muchas clases de poliésteres con características diferentes. Las variedades

comercializadas principales incluyen principalmente: tereftalato de polibutileno, tereftalato de polietileno, poli(tereftalato-1,4-ciclodimetilhexano), naftalato de polietileno y series de polímeros cristalinos líquidos de poliéster, poliariolato, elastómero de poliéster, etc. En función de las variedades y los fabricantes de poliéster, hay diferencias en términos de procedimiento de preparación de la síntesis y métodos de síntesis. Generalmente, la producción de poliéster se divide en dos clases: procedimiento de producción intermitente y procedimiento de producción continuo. Fundamentalmente, el procedimiento químico de síntesis de poliéster consiste en fase de esterificación, fase de intercambio de éster y fase de policondensación. En función de las variedades de poliéster y los métodos de control de la síntesis, la configuración del equipo y los requisitos del procedimiento para cada fase tienen sus propias características.

El poliéster biodegradable de esta invención pertenece a los poliésteres termoplásticos, cuyo método de preparación consiste en fase de esterificación, fase de intercambio de éster y fase de policondensación. El Componente B mencionado se puede añadir en cualquiera de las fases de reacción mencionadas, es decir, se puede añadir antes o después de la fase de esterificación (que también se denomina reacción de intercambio de éster), antes o después de la reacción de policondensación, o durante el posprocesamiento; el Componente B se podría añadir indistintamente en una sola vez o en varias veces. La adición en varias veces podría ser la adición en varias veces antes, después y durante fases de reacción diferentes o la adición en varias veces antes, después o durante cualquiera de las fases de reacción. La diferente cronología para la adición en varias veces no afecta al comportamiento de degradación final de los materiales. El poliéster biodegradable con características de uso diferentes se podría obtener seleccionando el modo de adición del Componente B en base a las necesidades específicas. Para el posprocesamiento mencionado, tal como mezclado y procesamiento mecánico, procesamiento con un solo husillo, procesamiento con doble husillo u otros métodos de procesamiento existentes, las condiciones del procedimiento para el método de preparación de esta invención podrían hacer referencia a tecnologías existentes. Como opción preferida, el intervalo de temperatura para la fase de esterificación y reacción de intercambio de éster del método de preparación de esta invención es 150-240 °C, las reacciones podrían tener lugar a presión normal y la policondensación podría tener lugar con reducción de presión entre 160 y 250 °C.

El principio para el método de preparación de esta invención es obtener materiales de poliéster mediante policondensación, que también es un procedimiento de control relativamente maduro. Consiste básicamente en tres procedimientos basados en el Componente A como material básico principal: fase de esterificación, fase de intercambio de éster y fase de policondensación. La ventaja del método de preparación de esta invención es que el Componente B se puede añadir en cualquiera de las tres fases antes mencionadas, que también se podría introducir en los materiales de poliéster durante el procesamiento térmico después de la finalización del procedimiento de policondensación para obtener los productos de degradación con prestaciones más amplias.

Las reacciones se podrían catalizar añadiendo una cierta cantidad de catalizadores durante las reacciones, cuando se prepara el poliéster biodegradable mediante policondensación. Estos catalizadores incluyen las mezclas basadas en los elementos de Ti, Ge, La, Ce, Zn, Fe, Mn, Co, V, Zr, Li, Ca, especialmente las mezclas metálicas orgánicas de estos elementos, por ejemplo, sales orgánicas, sales de alcoxi y sales de acetilacetona de estos elementos. La desactivación de los catalizadores se debería evitar durante la adición.

Durante la reacción de policondensación, con el fin de evitar la degradación y/o reacción de ramificación innecesarias, se podría añadir cierta cantidad de estabilizadores durante las reacciones. Estos estabilizadores incluyen: fosfito de trialquilo, fosfato de trifenilo, fosfonato de trifenilo, fosfonato de trialquilo. El uso de ácido fosfórico y ácido fosforoso se debería evitar para impedir cualquier efecto negativo sobre los catalizadores.

Los contenidos de catalizadores añadidos en el poliéster biodegradable al que hace referencia esta invención se encuentran entre 0,01 % y 3 % (porcentaje en peso), y el contenido de 0,5 %-2 % (porcentaje en peso) es preferido. Para catalizadores de Ti de alta eficacia, su adición se podría controlar dentro de un orden de magnitud de una millonésima (porcentaje en peso). Cuando la reacción alcanza la retirada de alcoholes dibásicos redundantes o la formación de oligómeros, se añaden los catalizadores. Los catalizadores se podrían añadir como la solución de cierta concentración o cierta mezcla de los catalizadores basados en elementos diferentes.

El poliéster biodegradable al que hace referencia esta invención se podría aplicar en los campos del procesamiento de plásticos tales como moldeo por inyección, moldeo por soplado, moldeo por succión, colada en moldes porosos, estiramiento de fibras, etc. La operación se puede llevar a cabo en equipos de procesamiento convencionales, y también se puede combinar con otros plásticos degradables o materiales a base de vegetales, tales como ácido poliláctico, policaprolactona, ácido poliglicólico, copoliéster de ácido succínico/butanodiol, almidón, celulosa, fibra vegetal, polvo vegetal, etc. También se puede mezclar con plásticos comunes para producir piezas de material estructural, láminas, materiales de membrana, materiales de espuma y materiales para cercos que se usan como materiales consumibles para las industrias del embalaje, transporte, restauración, agricultura y pastoreo.

La forma inicial del poliéster biodegradable preparado en la invención es el material sin el límite de forma y dimensiones.

El poliéster biodegradable preparado en esta invención se podría usar para preparar materiales de membrana de

embalaje y también se puede revestir con los procedimientos siguientes: revestimiento con rodillos (laminado de plásticos), revestimiento con cuchillas (revestimiento con cepillo), revestimiento por pulverización o membrana de inyección, etc. El uso de poliéster biodegradable en estos materiales no está limitado por las dimensiones y el espesor de los vehiculos. Los productos incluyen los productos de revestimiento para papel, fibra o almidón.

El poliéster biodegradable preparado en esta invención podría producir la hilatura con apariencias diferentes con los procedimientos de hilado convencionales correspondientes. La hilatura se puede procesar mediante estirado, torsión, telar circular, bobinado, aplicación de aceite y texturado para obtener productos de hilado, que satisfacen los requisitos de procesamiento o uso posteriores. La hilatura se puede procesar además en forma de fibras en equipos de procesamiento convencionales y a continuación tejer en forma de tejidos o procesar en forma del producto con cierta transpirabilidad. La hilatura también se puede producir en forma de productos de seda e hilo de cierta forma o funciones sin tejer, tales como fieltro, haces de seda, fibra porosa (haces), papel de seda para cigarrillos, etc.

El poliéster biodegradable de esta invención se puede añadir a cargas en una relación 0-85 % en base al peso de material básico de poliéster biodegradable. Las cargas podrían ser una clase de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, las sustancias siguientes: negro de carbón, negro de carbón blanco, almidón, almidón modificado, polvo de madera, fibra vegetal, diversos linos, fibra de celulosa, celulosa modificada, wollastonita, diversos triquitos, óxido ferrosos, carga mineral natural, carga mineral sintetizada, carbonato de calcio, sulfato de calcio, sulfato de bario, pigmento de titanio, estabilizador, compuestos de fosfina orgánica o sus derivados, antioxidante, compuestos de amina secundaria, estabilizador UV, lubricante, agente de desmoldeo, agente nucleador, pigmento orgánico, pigmento inorgánico, concentrado de color orgánico, concentrado de color inorgánico. Los lubricantes y agentes de desmoldeo incluyen alcoholes alifáticos y sales orgánicas tales como estearato de calcio o estearato de zinc, cera mineral, cera vegetal, cera animal. Las cargas antes mencionadas también se pueden añadir en el poliéster biodegradable como mezclas madre. El procedimiento de adición podría ser durante el procesamiento térmico del poliéster biodegradable, por ejemplo, procedimiento de extrusión de un solo husillo y procedimiento de extrusión de doble husillo, para obtener el material particulado con el diámetro superior a 2 mm para uso en el procedimiento de moldeo secundario. También se pueden mezclar en los materiales de resina de poliéster biodegradable durante el procedimiento de mezclado físico en base a las necesidades de uso directo en el moldeo y procesamiento secundario.

El poliéster biodegradable de esta invención se puede usar para preparar materiales de espuma mediante métodos convencionales. La densidad aparente del material de espuma es 0,15-1,1 g/cm<sup>3</sup>. El equipo de procesamiento de espumas típico consiste en extrusora de un solo husillo, componente de inyección para agentes espumantes líquidos o gaseosos, troquel de moldeo y equipos secundarios. La relación longitud-diámetro de la extrusora es 30:1. Otra clase de equipo de procesamiento de espumas convencional consiste en dos conjuntos de sistemas de extrusión de husillo, uno en la parte frontal y uno en la parte posterior. Como las dimensiones del husillo posterior pueden cambiar en función de las necesidades, tal equipo se puede usar para el procesamiento de materiales espuma con un tamaño mayor. No hay una gran diferencia en los métodos de procesamiento de estas dos clases de equipos de procesamiento, ambos podrían producir materiales espumados de poliéster biodegradable. El poliéster biodegradable y otras cargas y auxiliares se añaden desde la compuerta de descarga de la extrusora de un solo husillo. El agente espumante se inyecta mediante el sistema de inyección en la sección de transmisión del husillo de la extrusora de un solo husillo con la cantidad de aproximadamente 0,1-20 % (peso) de poliéster biodegradable. La relación de 0,1-5 % es preferida. Los agentes espumantes incluyen una de, o la mezcla que consiste en más de dos clases de, las sustancias siguientes: gases inertes tales como gas de nitrógeno, dióxido de carbono; compuestos orgánicos con el punto de ebullición entre -40 °C y 50 °C, tales como propano, butano, pentano, éter; agentes espumantes reactivos, tales como bicarbonato de sodio, mezcla de bicarbonato de sodio y ácido cítrico, compuestos azoicos. Los agentes espumantes se mezclan y dispersan en el material fundido de poliéster biodegradable en la extrusora de husillo. El material fundido mixto se extruye desde el troquel. Después de los procedimientos de expansión, moldeo y enfriamiento, se recoge mediante el sistema de procesamiento secundario para obtener las secciones de material de poliéster biodegradable.

En comparación con las tecnologías existentes, la invención también tiene los efectos beneficiosos siguientes: El poliéster biodegradable de esta invención es el material de poliéster obtenido introduciendo los componentes de alcoholes dibásicos y (o) alcoholes polibásicos que contienen grupos fenilo en la composición de poliéster alifático y copoliéster alifático/aromático. El resultante no solo dota a los materiales de poliéster de propiedades de biodegradación, sino que también cambia la plasticidad de los materiales de poliéster y mejora la tasa de cristalización de los materiales; la invención también impide la generación de fenómenos de gelificación innecesarios durante el procesamiento de materiales de poliéster después de la extensión de la cadena y mejora la estabilidad de los materiales en periodos de procesamiento largos introduciendo agente de extensión de la cadena y (o) reticulación con características de cadena larga en los materiales de poliéster biodegradable; y hay un intervalo de relación crítica para el alcohol dibásico (alcohol polibásico) que contiene grupos fenilo y el agente de extensión de la cadena (agente de reticulación) con características de cadena larga en los materiales de poliéster del esquema técnico de esta invención, que permite a los materiales ciertas características autoadhesivas y ciertas propiedades de apertura de los materiales de membrana cuando satisfacen los requisitos de transparencia de tal manera que se podrían satisfacer los requisitos para algunos usos, por ejemplo, películas conservantes, película autosellante, parches, adhesivos, revestimiento, etc.

Los materiales de poliéster biodegradable de esta invención vencen las deficiencias de los productos técnicos

existentes. Los materiales de poliéster de esta invención se pueden usar para el procesamiento de materiales de membrana. El procesamiento cambiará drásticamente las características de repelido con un aspecto cualitativo mejor; después de mejorar la resistencia térmica, los nuevos materiales de poliéster también se podrían usar en la línea de procesamiento con ciclo largo, por ejemplo, el procedimiento de moldeo por inyección. Los materiales de poliéster alifático/aromático biodegradable proporcionados por esta invención tienen propiedades mecánicas buenas.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Los ejemplos de implementación se presentan a continuación para describir más pormenorizadamente la invención. Sin embargo, cabe señalar que la invención no se limita a estos ejemplos de implementación. Algunos cambios y ajustes no esenciales hechos para esta invención por los profesionales de este sector siguen perteneciendo al alcance protector de esta invención.

Los métodos de ensayo para los indicadores relevantes en la implementación son los siguientes:

1. Determinación de la masa molecular relativa: Usar cromatografía de exclusión molecular de Waters para determinar la masa molecular relativa de polímero con triclorometano como fase móvil. La velocidad del efluente es 1 mL/min, la temperatura es 40 °C y la muestra estándar es poliestireno con una distribución estrecha.
2. Determinación de la viscosidad intrínseca: Determinar la viscosidad intrínseca de la muestra a 25 °C con un viscosímetro Ubbelohde. Tomar la solución mixta de penol y o-diclorobenceno (con la relación másica de 3:2) como disolvente. La concentración de la muestra es 0,005 g/mL.
3. Determinación del contenido de carboxilo terminal: Usar la solución mixta de o-cresol y triclorometano (con la relación másica de 7:3) como disolvente. Determinar el contenido de carboxilo terminal con el valorador potenciométrico automático Titrino de Metrohm, Suiza. El método hace referencia a la norma FZ/T 50012-2006 "Determinación del contenido de carboxilo terminal en el método de análisis de valoración de poliéster".
4. Determinación de la temperatura de fusión del plástico: Determinar la temperatura de fusión de la muestra con el analizador DSC-6 de Perkin Elmer. El caudal de gas de nitrógeno es 20 mL/min y la velocidad de aumento de la temperatura es 10 °C/min.
5. Determinación de la biodegradación: Consultar el método de determinación de la ISO 14855. Tomar la liberación de CO<sub>2</sub> del material después de 90 días de compostaje como indicador de la degradabilidad.

Descripción de los reactivos relevantes usados:

1. Alcohol dibásico de poliéter que contiene un núcleo aromático: con la marca comercial Simulsol BPPE (simplificado como BPPE en lo sucesivo), el peso molecular es 660-750 g/mol, R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> son -CH<sub>3</sub>, y a + b = 7~10.
2. Alcohol tetrahidroxilado de poliéter: con la marca comercial Simulsol PPTZE (simplificado como PTZE en lo sucesivo), el peso molecular es 1100-1250 g/mol, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> y R<sub>6</sub> son -CH<sub>3</sub>, y c + d + e + f = 15~20.
3. Alcohol polibásico de poliéter cíclico de isocianurato: con la marca comercial KingSM-I, de fabricación propia, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> y R<sub>12</sub> son -CH<sub>3</sub>, y m + n + k = 15.
4. Productos que contienen diimina carbonizada; con la marca comercial Carbodilite E-02 (simplificada como E-02 en lo sucesivo), producida por Nissin Textile Co. Ltd., el extracto seco es 40 %, el valor de pH es 9~11, la viscosidad a 20 °C es 5~50 mPa.s, y el peso equivalente como diimina carbonizada es 445.
5. El resto de reactivos sin descripción son todos productos sintéticos comercializables, y los parámetros del procedimiento sin descripción hacen referencia a aquellos para el procedimiento convencional de tecnologías existentes.

#### Ejemplo de comparación 1

Añadir 330 kg de 1,5-pentanodiol y 175 kg de tereftalato de dimetilo en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 185 °C. A continuación, añadir 319 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 190 °C. Añadir 161 kg de ácido azelaico después de 4 horas de reacción. Permitir que reaccione durante 4 horas a 200 °C.

A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de una hora de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Cuando la temperatura alcance 230 °C, hacer reaccionar durante 30 min. A continuación, empezar a aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para hacer que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y mantener la presión dentro de la caldera por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular: Mn = 38 860, Mw = 67 500, viscosidad: 1,18 dL/g, carboxilo terminal: 50 mol/t, punto de fusión: 113,8 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 78 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 2

Añadir 300 kg de 1,4-butanodiol, 140 kg de tereftalato de dimetilo y 640 g de glicerina en la caldera de reacción. Con

la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. A continuación, añadir 350 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 190 °C. Añadir 210 kg de ácido adípico después de 4 horas de reacción. Permitir que reaccione durante 4 horas a 200 °C.

5 A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de una 1 h y 40 min de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Cuando la temperatura alcance 230 °C, hacer reaccionar durante 30 min. A continuación, empezar a aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para hacer que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y mantener la presión dentro de la caldera por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

10 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 56\,490$ ,  $M_w = 112\,850$ , viscosidad: 1,27 dL/g, carboxilo terminal: 75 mol/t, punto de fusión: 124,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 79 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

### 15 **Ejemplo de comparación 3**

Añadir 290 kg de isosorbida, 170 kg de tereftalato de dimetilo y 1200 g de ácido trimésico en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. A continuación, añadir 450 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 200 °C. Añadir 170 kg de ácido succínico después de 4,5 horas de reacción. Permitir que reaccione durante 4 horas a 210 °C. Añadir 2 kg de isocianurato de tri(2-hidroxietilo).

25 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Después de una 1 hora de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Cuando la temperatura alcance 230 °C, hacer reaccionar durante 30 min. A continuación, empezar a aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para hacer que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y mantener la presión dentro de la caldera por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

30 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 49\,380$ ,  $M_w = 102\,170$ , viscosidad: 1,25 dL/g, carboxilo terminal: 64 mol/t, temperatura de cristalización: 30,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 85 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

### **Ejemplo de comparación 4**

35 Añadir 1 kg de 1,4-butanodiol, 0,2 kg de glicol, 1 kg de ácido p-fenilendiacético y 400 g de PTZE en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 180 °C. Añadir 1,3 kg de ácido azelaico después de 4 horas de reacción. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

40 A continuación, aumentar la temperatura a 190 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. A continuación, aumentar la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Hacer reaccionar durante 3 horas. Añadir aproximadamente 15 g de E-02 a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

45 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 61\,860$ ,  $M_w = 121\,100$ , viscosidad: 1,36 dL/g, carboxilo terminal: 87 mol/t, punto de fusión: 108,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 81 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

50 **Ejemplo de comparación 5**

Añadir 80 g de 1,6-hexanodiol, 20 g de producto BPPE, 35 g de ácido p-fenilendiacético, 21 g de ácido glutárico y 0,24 g de pentaeritritol en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas y a continuación añadir 60 g de titanato de tetrabutilo. Añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

60 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Mantener el vacío bajo (alrededor de 80 kPa) durante aproximadamente 40 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura caiga a 235 °C, aumentar la presión dentro de la caldera a 2 kPa. Mantener la temperatura y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 2 horas para obtener el producto.

65 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 55\,090$ ,  $M_w = 150\,420$ , viscosidad: 1,20 dL/g, carboxilo terminal: 30 mol/t, punto de fusión: 107,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 89 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de implementación 6**

5 Añadir 80 g de 1,6-hexanodiol, 20 g de producto BPPE, 35 g de ácido p-fenilendiácético, 24 g de ácido glutárico y 0,24 g de pentaeritritol en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas y a continuación añadir 60 g de tereftalato de dimetilo y 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

10 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C y mantener el vacío bajo (alrededor de 120 kPa) durante aproximadamente 40 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura caiga a 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 2 kPa. Mantener la temperatura invariable y reducir la presión dentro de la caldera por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 2 horas. Añadir aproximadamente 25 g de diisocianato de hexametileno a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

15 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 46\ 100$ ,  $M_w = 130\ 100$ , viscosidad: 1,19 dL/g, carboxilo terminal: 35 mol/t, punto de fusión: 101,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 82 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 7**

Sustituir los 20 g de producto BPPE del Ejemplo de implementación 6 con 35 g de KingSM-I y mantener el resto de condiciones invariables.

25 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 44\ 300$ ,  $M_w = 145\ 300$ , viscosidad: 1,32 dL/g, carboxilo terminal: 45 mol/t, punto de fusión: 109,7 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 79 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 8**

30 Añadir 44 g de 1,5-pentanodiol, 24 g de ácido glutárico, 0,5 g de solución de éter de petróleo E-02 a 30 % (relación en peso) y 16 g de PTZE en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo y mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 200 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas y a continuación añadir 56 g de ácido hidracrílico. Permitir que reaccione durante 2 horas a 200 °C.

35 A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de la reacción a vacío bajo, alrededor de 120 kPa, durante 40 min, añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 30 min y aumentar lentamente la temperatura a 235 °C para aumentar la presión dentro de la caldera a 3 kPa. Mantener la temperatura invariable y reducir la presión dentro de la caldera por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 2 horas. Añadir aproximadamente 35 g de diisocianato de tolueno bloqueado mediante oxima de butanona a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

45 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 95\ 400$ ,  $M_w = 217\ 200$ , viscosidad: 1,59 dL/g, carboxilo terminal: 42 mol/t, punto de fusión: 136,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 71 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 9**

50 En el ejemplo de implementación, el poliéster biodegradable preparado no contiene Componente B.

Añadir 300 kg de 1,4-butanodiol, 100 kg de tereftalato de dimetilo y 640 g de glicerina en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 350 g de titanato de tetrabutilo y mantener la temperatura en la caldera de reacción a 190 °C. Después de 4 horas de reacción, añadir 210 g de ácido azelaico y 100 kg de ácido salicílico. Permitir que reaccione durante 4 horas a 200 °C.

55 A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de una 1 h y 40 min de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Cuando la temperatura alcance 230 °C, permitir que reaccione durante 30 min. A continuación, empezar a aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío hasta que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y mantener la presión dentro de la caldera por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

60 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 55\ 490$ ,  $M_w = 103\ 250$ , viscosidad: 1,29 dL/g, carboxilo terminal: 75 mol/t, punto de fusión: 134,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 77 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

65

**Ejemplo de comparación 10**

Las condiciones de reacción y las cantidades de adición de reactivos son iguales a las del Ejemplo de implementación 8. Acortar el tiempo de policondensación a 3,3 horas para obtener el producto con un peso molecular ligeramente bajo.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 46\,270$ ,  $M_w = 88\,960$ , viscosidad: 1,08 dL/g, carboxilo terminal: 127,2 mol/t, punto de fusión: 106,5 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 93 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 11**

Añadir 44 g de 1,5-pentanodiol, 37 g de tereftalato de dimetilo, 0,5 g de solución de éter de petróleo E-02 a 30 % (relación en peso) y 16 g de PTZE en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 200 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 32 g de ácido glicólico. Permitir que reaccione durante 2 horas a 200 °C.

A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y permitir que la presión dentro de la caldera alcance 5-3 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 2 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 55\,300$ ,  $M_w = 120\,100$ , viscosidad: 1,23 dL/g, carboxilo terminal: 82 mol/t, punto de fusión: 136,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 74 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 12**

Añadir 10 kg de isosorbida, 8,5 kg de ácido p-fenilendiacético, 80 g de dipentaeritritol y 30 g de titanato de tetrabutilo en la caldera de reacción. Permitir que reaccione durante 5,5 horas a 220 °C. Añadir 5 kg de ácido adípico y 4 kg de ácido azelaico. Permitir que reaccione durante 3 horas a 175 °C. Añadir aproximadamente 200 g de E-02.

Aumentar la temperatura a 190 °C. Mantener el vacío bajo (alrededor de 80 kPa) durante aproximadamente 40 min. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C para permitir que la presión dentro de la caldera alcance 4 kPa. Mantener la temperatura invariable y mantener la presión dentro de la caldera por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 49\,100$ ,  $M_w = 112\,400$ , viscosidad: 1,28 dL/g, carboxilo terminal: 82 mol/t, punto de fusión: 118,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 89 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 13**

Añadir 189 g de 1,5-pentanodiol, 184 g de éster dimetílico de ácido azelaico y 175 kg de tereftalato de dimetilo en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 185 °C. Añadir 319 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 190 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas.

A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de 1 hora de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Después de que la temperatura alcance 230 °C, permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para permitir que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 38\,000$ ,  $M_w = 69\,300$ , viscosidad: 1,20 dL/g, carboxilo terminal: 46 mol/t, punto de fusión: 112,5 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 76 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo de comparación 14**

Añadir 240 g de 1,4-butanodiol, 140 kg de tereftalato de dimetilo, 250 kg de éster dimetílico de ácido adípico y 640 g de glicerina en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 350 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 190 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas.

A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de una 1 h y 40 min de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Después de que la temperatura alcance 230 °C, permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 57\ 000$ ,  $M_w = 122\ 000$ , viscosidad: 1,25 dL/g, carboxilo terminal: 55 mol/t, punto de fusión: 123,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 81 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 15

Añadir 290 g de isosorbida, 170 kg de tereftalato de dimetilo, 210 kg de succinato de dimetilo y 1000 g de anhídrido 1,2,4,5-bencenotetracarboxílico en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. Añadir 450 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 200 °C. Después de 4,5 horas de reacción, añadir 2 kg de isocianurato de tri(2-hidroxietilo).

A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Después de 1 hora de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Después de que la temperatura alcance 230 °C, permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para permitir que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 48\ 300$ ,  $M_w = 112\ 000$ , viscosidad: 1,23 dL/g, carboxilo terminal: 49 mol/t, temperatura de cristalización: 31,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 87 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 16

Añadir 1 kg de 1,4-butanodiol, 0,2 kg de glicol, 1,3 kg de ácido azelaico, 1 kg de ácido p-fenilendiacético y 400 g de PTZE en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas.

A continuación, aumentar la temperatura a 190 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. A continuación, aumentar la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas. Añadir aproximadamente 15 g de E-02 a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 63\ 000$ ,  $M_w = 128\ 000$ , viscosidad: 1,35 dL/g, carboxilo terminal: 69 mol/t, punto de fusión: 110,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 83 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 17

Añadir 80 g de 1,6-hexanodiol, 20 g de producto BPPE, 35 g de ácido p-fenilendiacético, 21 g de ácido succínico y 0,21 g de ácido cítrico en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas y a continuación añadir 60 g de tereftalato de dimetilo y 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C y mantener el vacío bajo (alrededor de 80 kPa) durante aproximadamente 40 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura caiga a 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 2 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 2 horas para obtener el producto.

Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 51\ 030$ ,  $M_w = 120\ 500$ , viscosidad: 1,22 dL/g, carboxilo terminal: 40 mol/t, punto de fusión: 110,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 92 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de implementación 18

Añadir 80 g de 1,5-pentanodiol, 20 g de producto BPPE, 35 g de ácido p-fenilendiacético, 21 g de ácido succínico y

0,24 g de pentaeritritol en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas y a continuación añadir 60 g de tereftalato de dimetilo y 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

5 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C y mantener el vacío bajo (alrededor de 80 kPa) durante aproximadamente 40 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura caiga a 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 2 kPa. Mantener la temperatura invariable y mantener la presión dentro de la caldera por debajo de 100 Pa. Hacer reaccionar durante 2 horas. Añadir aproximadamente 25 g de diisocianato de hexametileno a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

10 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 53\ 100$ ,  $M_w = 120\ 500$ , viscosidad: 1,21 dL/g, carboxilo terminal: 43mol/t, punto de fusión: 109,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 85 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 15 **Ejemplo de comparación 19**

20 Añadir 40 g de 1,4-butanodiol, 21 g de ácido succínico, 0,5 g de solución de éter de petróleo E-02 a 30 % (relación en peso) y 16 g de PTZE en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 200 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 56 g de ácido glicólico. Permitir que reaccione durante 2 horas a 200 °C.

25 A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y permitir que la presión dentro de la caldera alcance 3 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Hacer reaccionar durante 2 horas. Añadir aproximadamente 35 g de diisocianato de tolueno bloqueado mediante oxima de butanona a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

30 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 90\ 200$ ,  $M_w = 187\ 200$ , viscosidad: 1,45 dL/g, carboxilo terminal: 46mol/t, punto de fusión: 140,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 75 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 35 **Ejemplo de comparación 20**

40 Añadir 250 g de 1,4-butanodiol, 100 kg de tereftalato de dimetilo, 240 kg de éster dimetilico de ácido sebácico y 640 g de glicerina en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 350 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 190 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 100 g de ácido salicílico. Permitir que reaccione durante 4 horas a 200 °C.

45 A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de una 1 h y 40 min de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Después de que la temperatura alcance 230 °C, permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para permitir que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

50 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 51\ 300$ ,  $M_w = 93\ 500$ , viscosidad: 1,25 dL/g, carboxilo terminal: 66mol/t, punto de fusión: 129,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 71 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### **Ejemplo de comparación 21**

55 Añadir 44 g de 1,5-pentanodiol, 35 g de ácido tereftálico, 0,5 g de solución de éter de petróleo E-02 a 30 % (relación en peso) y 16 g de PTZE en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 220 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 32 g de ácido glicólico. Permitir que reaccione durante 2 horas a 220 °C.

60 A continuación, aumentar la temperatura a 230 °C. Después de 40 minutos de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y permitir que la presión dentro de la caldera alcance 5-3 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Hacer reaccionar durante 2 horas para obtener el producto.

65

Los indicadores relevantes de producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 56\,700$ ,  $M_w = 112\,000$ , viscosidad: 1,24 dL/g, carboxilo terminal: 74 mol/t, punto de fusión: 126,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 76 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 5 Ejemplo de comparación 22

Añadir 10 kg de isosorbida, 8,5 kg de ácido p-fenilendiacético, 60 kg de anhídrido 1,2,4,5-benzenotetracarboxílico, 5 kg de ácido adípico, 4 kg de ácido azelaico y 30 g de titanato de tetrabutilo en la caldera de reacción. Permitir que reaccione durante 5 horas a 230 °C. Añadir aproximadamente 200 g de E-02.

10 Mantener el vacío bajo (alrededor de 80 kPa) durante aproximadamente 40 minutos. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y permitir que la presión dentro de la caldera alcance 4 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas para obtener el producto.

15 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 54\,100$ ,  $M_w = 12\,300$ , viscosidad: 1,31 dL/g, carboxilo terminal: 71 mol/t, temperatura de cristalización: 116,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 85 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 20 Ejemplo de comparación 23

Añadir 300 kg de 1,4-butanodiol, 130 kg de tereftalato de dimetilo, 10 kg de éster dimetílico de ácido m-ftálico, 210 kg de éster dimetílico de ácido adípico y 640 g de glicerina en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 350 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 190 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas.

A continuación, aumentar la temperatura a 210 °C. Después de una 1 h y 40 min de reacción a vacío bajo (90 kPa), añadir 200 g de titanato de tetrabutilo. Después de que la temperatura alcance 230 °C, permitir que reaccione durante 30 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío para permitir que la presión dentro de la caldera alcance 1 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 80 Pa. Permitir que reaccione durante 3,5 horas para obtener el producto.

35 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 61\,300$ ,  $M_w = 104\,000$ , viscosidad: 1,23 dL/g, carboxilo terminal: 55 mol/t, punto de fusión: 132,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 72 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 24

40 Añadir 1 kg de 1,4-butanodiol, 0,2 kg de 1,3-propanodiol, 1 kg de ácido p-fenilendiacético y 400 g de PTZE en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 1,7 kg de ácido sebácico. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

45 A continuación, aumentar la temperatura a 190 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas. Añadir aproximadamente 15 g de E-02 a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

50 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 52\,700$ ,  $M_w = 116\,800$ , viscosidad: 1,31 dL/g, carboxilo terminal: 50 mol/t, punto de fusión: 118,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 76 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 55 Ejemplo de comparación 25

60 Añadir 1 kg de 1,4-butanodiol, 0,2 kg de glicol, 1 kg de ácido p-fenilendiacético, 400 g de PTZE y 20 g de ácido cítrico en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 1,6 kg de ácido sebácico. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

65 A continuación, aumentar la temperatura a 190 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas. Añadir aproximadamente 15 g de E-02 a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con

el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C

5 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular: Mn = 61 860, Mw = 121 100, viscosidad: 1,36 dL/g, carboxilo terminal: 87 mol/t, punto de fusión: 108,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 81 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 26

10 Añadir 1 kg de 1,4-butanodiol, 0,2 kg de glicol, 0,8 kg de ácido p-fenilendiacético, 0,2 kg de ácido m-ftálico y 400 g de PTZE en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 1,5 kg de ácido sebácico. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

15 A continuación, aumentar la temperatura a 190 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas. Añadir aproximadamente 15 g de E-02 a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

20 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular: Mn = 65 700, Mw = 103 200, viscosidad: 1,31 dL/g, carboxilo terminal: 90 mol/t, punto de fusión: 112,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 78 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 25 Ejemplo de comparación 27

30 Añadir 1 kg de 1,4-butanodiol, 0,2 kg de glicol, 0,8 kg de ácido p-fenilendiacético, 0,2 kg de ácido m-ftálico y 400 g de PTZE en la caldera de reacción. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Mantener la temperatura dentro de la caldera de reacción a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. A continuación, añadir 1,0 kg de ácido sebácico y 0,5 kg de ácido succínico. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

35 A continuación, aumentar la temperatura a 190 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 30 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas. Añadir aproximadamente 15 g de E-02 a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

40 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular: Mn = 55 640, Mw = 130 200, viscosidad: 1,41 dL/g, carboxilo terminal: 67 mol/t, punto de fusión: 114,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 85 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### 45 Ejemplo de comparación 28

50 Añadir 80 g de 1,6-hexanodiol, 40 g de producto BPPE, 70 g de ácido p-fenilendiacético, 24 g de ácido glutárico y 0,24 g de pentaeritritol en el matraz. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 180 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas y a continuación añadir 60 g de tereftalato de dimetilo y 0,2 g de titanato de tetrabutilo. Permitir que reaccione durante 4 horas a 180 °C.

55 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C y mantener el vacío bajo (alrededor de 80 kPa) durante aproximadamente 40 minutos. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura caiga a 235 °C, hacer que la presión dentro de la caldera alcance 2 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Hacer reaccionar durante 2 horas para obtener el producto. Añadir aproximadamente 25 g de diisocianato de hexametileno a la sustancia obtenida. El producto se obtiene con el procesamiento de doble husillo anisotrópico a 210 °C.

60 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular: Mn = 46 100, Mw = 130 100, viscosidad: 1,19 dL/g, carboxilo terminal: 35 mol/t, punto de fusión: 121,2 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 59 % como emisión de CO<sub>2</sub>.

#### Ejemplo de comparación 29

65 Añadir 135 kg de 1,4-butanodiol, 85,3 g de ácido m-ftálico y 59 g de ácido succínico en el matraz de cuatro bocas. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 170 °C. Añadir 0,07 g de titanato de tetrabutilo. Mantener

la temperatura dentro de la caldera de reacción a 210 °C. Permitir que reaccione durante 4 horas. Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 22\ 000$ ,  $M_w = 61\ 000$ , viscosidad: 1,14 dL/g, carboxilo terminal: 50 mol/t, punto de fusión: 121,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 30 % como emisión de  $\text{CO}_2$ .

5 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,07 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 235 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 235 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas.

10 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 22\ 000$ ,  $M_w = 61\ 000$ , viscosidad: 1,14 dL/g, carboxilo terminal: 50 mol/t, punto de fusión: 121,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 30 % como emisión de  $\text{CO}_2$ .

### 15 **Ejemplo de comparación 30**

Añadir 135 g de 1,4-butanodiol, 66,8 g de ácido tereftálico, 35,5 g de ácido succínico, 36,5 g de ácido adípico y 0,7 g de titanato de tetrabutilo en el matraz de cuatro bocas. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 200 °C. Hacer reaccionar durante 2 horas.

20 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,07 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 245 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas.

25 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 15\ 000$ ,  $M_w = 43\ 000$ , viscosidad: 0,9 dL/g, carboxilo terminal: 50 mol/t, punto de fusión: 1081,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 42 % como emisión de  $\text{CO}_2$ .

### 30 **Ejemplo de comparación 31**

Añadir 135 g de 1,4-butanodiol, 66,8 g de ácido tereftálico, 70 g de ácido succínico y 0,7 g de titanato de tetrabutilo en el matraz de cuatro bocas. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 200 °C. Hacer reaccionar durante 2 horas.

35 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,07 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 245 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas.

40 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 18\ 000$ ,  $M_w = 52\ 000$ , viscosidad: 1,0 dL/g, carboxilo terminal: 65 mol/t, punto de fusión: 92,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 21 % como emisión de  $\text{CO}_2$ .

### 45 **Ejemplo de comparación 32**

50 Añadir 6,3 g de 1,4-butanodiol, 2,95 g de ácido succínico, 3,65 g de ácido adípico y 0,1 g de titanato de tetrabutilo en el matraz de cuatro bocas. Con la protección de gas de nitrógeno, aumentar la temperatura a 205 °C. Permitir que reaccione durante 2 horas. A continuación, añadir 78,8 g de tereftalato de dimetilo, 126 g de butanodiol y 6,2 g de glicol. Permitir que reaccione durante 2 horas a 205 °C hasta que haya metanol.

55 A continuación, aumentar la temperatura a 220 °C. Después de 40 min de reacción a vacío bajo (alrededor de 80 kPa), añadir 0,07 g de titanato de tetrabutilo. Aumentar lentamente la temperatura a 245 °C y aumentar gradualmente el grado de vacío. Cuando la temperatura alcance 245 °C, permitir que la presión dentro de la caldera alcance 10 kPa. Mantener la temperatura invariable y permitir que la presión dentro de la caldera caiga por debajo de 100 Pa. Permitir que reaccione durante 3 horas.

60 Los indicadores relevantes del producto obtenido son: peso molecular:  $M_n = 47\ 000$ ,  $M_w = 230\ 000$ , viscosidad: 1,6 dL/g, carboxilo terminal: 35 mol/t, punto de fusión: 92,0 °C, la tasa de degradación a 90 días se calcula como 65 % como emisión de  $\text{CO}_2$ .

65 Los resultados de los ejemplos de implementación y ejemplos de comparación anteriores demuestran que los poliésteres biodegradables obtenidos mediante esta invención tienen propiedades biodegradables obvias. Los

procedimientos son sencillos de realizar y las prestaciones del producto son excelentes. Según la comparación con los ejemplos de comparación, también se demuestra que, cuando la relación de ácido dibásico añadido es relativamente alta en el sistema de síntesis en el Componente A12, aunque se podrían obtener los poliésteres biodegradables que satisfacen los requisitos de peso molecular y viscosidad, habrá efectos negativos importantes sobre la biodegradabilidad de los poliésteres.

5

## REIVINDICACIONES

1. Un poliéster biodegradable que tiene un peso molecular medio numérico de 6000-135 000 g/mol, una distribución de pesos moleculares de 1,2-6,5 y un intervalo de temperaturas de cristalización de 15 °C-105 °C, como se mide usando un analizador DSC-6 de Perkin Elmer con un caudal de gas de nitrógeno de 20 mL/min y una velocidad de aumento de la temperatura de 10 °C/min, que consiste en Componente A y Componente B presentes en las cantidades relativas de 94 por ciento molar o más de Componente A y 6 por ciento molar o menos de Componente B, donde

el Componente A consiste en Componente A1 y Componente A2 que tienen una relación molar de 0,35-1,6:1;

el Componente A1 consiste en 20-100 por ciento molar de Componente A11 y 0-80 por ciento molar de Componente A12;

el Componente A11 se selecciona del grupo que consiste en ácido dibásico alifático, ácido dibásico alifático cíclico, derivados esterificados de ácido dibásico alifático, derivados esterificados de ácido dibásico alifático cíclico y mezclas de los mismos;

el Componente A12 se selecciona del grupo que consiste en un ácido dibásico aromático, un éster de ácido dibásico aromático y mezclas de los mismos;

el Componente A2 consiste en 80-99,9 por ciento molar de Componente A21 y 0,1-20 por ciento molar de Componente A22;

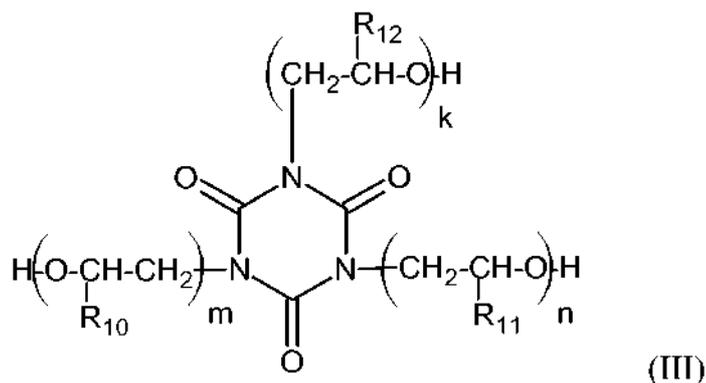
A21 consiste en al menos una de las sustancias siguientes: un alcohol dibásico alifático con número de átomos de carbono de C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub>, un alcohol dibásico alifático cíclico o alcohol dibásico alifático policíclico con número de átomos de carbono de C<sub>5</sub>-C<sub>16</sub>, un alcohol dibásico de poliéter alifático, o un ácido alifático hidroxilado;

A22 consiste en al menos una de las sustancias siguientes: un alcohol dibásico que contiene un núcleo aromático, o un alcohol dibásico de poliéter que contiene un núcleo aromático o ácido orgánico hidroxilado que contiene un núcleo aromático con número de átomos de carbono de C<sub>8</sub>-C<sub>18</sub>;

el Componente B consiste en Componente B1 y Componente B2;

el Componente B1 se selecciona del grupo que consiste en alcohol polibásico alifático o aromático y ácido polibásico alifático o aromático y mezclas de los mismos;

el Componente B2 se selecciona del grupo que consiste en compuestos de isocianato, un alcohol polibásico cíclico de isocianurato, un alcohol polibásico de poliéter de isocianato y mezclas de los mismos, donde el alcohol polibásico cíclico de isocianurato y alcohol polibásico de poliéter de isocianato tienen la estructura molecular como se muestra en la Fórmula III:



en la que, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> y R<sub>12</sub> podrían ser iguales o diferentes, los cuales son todos -H, -CH<sub>3</sub> o -CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>; m, n y k son números seleccionados de entre cualquiera de los números positivos que satisfacen la condición de m + n + k igual a de 3 a aproximadamente 30; y donde el poliéster biodegradable es biodegradable.

2. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el ácido dibásico alifático, el ácido dibásico alifático cíclico, los derivados esterificados de ácido dibásico alifático, los derivados esterificados de ácido dibásico alifático cíclico y las mezclas de los mismos del Componente A11 son ácidos dibásicos o sus ésteres con número de átomos de carbono de C<sub>4</sub>-C<sub>18</sub>.

3. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el alcohol dibásico alifático en el Componente A21 se selecciona del grupo que consiste en glicol, 1,2-propanodiol, 1,3-propanodiol, 1,2-butanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 2,2-dimetil-1,3-propanodiol, 2-etil-2-terc-butil-1,3-propanodiol, 2,2,4-trimetil-1,6-hexanodiol y mezclas de los mismos; y donde el alcohol dibásico alifático cíclico en el Componente A21 se selecciona del grupo que consiste

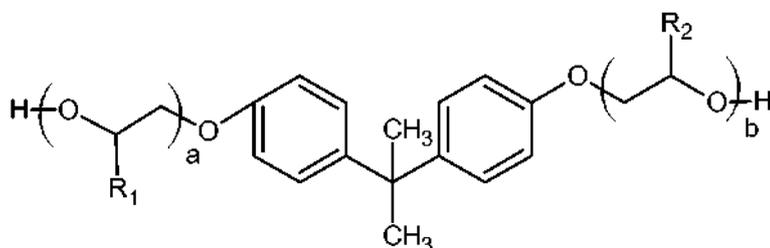
en ciclopentanodiol, 1,4-ciclohexanodiol, 1,2-ciclohexanodimetanol, 1,3-ciclohexanodimetanol, 1,4-ciclohexanodimetanol, isosorbida y mezclas de los mismos.

4. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el alcohol dibásico alifático cíclico en el Componente A21 es isosorbida o sus derivados.

5. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el alcohol dibásico de poliéter alifático en el Componente A21 se selecciona del grupo que consiste en dímero de óxido de etileno, trimero de óxido de etileno, óxido de polietileno, poli(tetrametilen éter glicol) y mezclas de los mismos.

6. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el ácido alifático hidroxilado en el Componente A21 se selecciona del grupo que consiste en ácido glicólico, ácido  $\alpha$ -hidracrílico, ácido  $\beta$ -maleico, ácido  $\beta$ -hidroxibutírico, ácido hidroxibutanodioico, ácido 5-hidroxiáléico, ácido 3-hidroxihexanoico, ácido 5-hidroxihexanoico, ácido 6-hidroxihexanoico, ácido 7-hidroxiheptanoico, ácido 3,5-dihidroxiheptanoico, ácido hidroxioctanoico, ácido 5-hidroxiodecanoico, ácido 5-hidroxiodecanoico, ácido 9,10,16-trihidroxihexadecanoico, ácido 3,4-dihidroxicinámico, ácido p-hidroxicinámico, ácido agárico, sus polímeros y mezclas de los mismos.

7. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el alcohol dibásico que contiene un núcleo aromático y el alcohol dibásico de poliéter que contiene un núcleo aromático en el Componente A22 tienen la estructura molecular como se muestra en la Fórmula 1:



en la Fórmula 1,  $R_1$  es -H, - $CH_3$  o - $C_2H_5$ ;  $R_2$  es -H, - $CH_3$  o - $C_2H_5$ , y a y b son ambos números seleccionados de entre cualquiera de los números positivos que satisfacen la condición de  $a + b$  igual a de 2 a aproximadamente 30.

8. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el ácido orgánico hidroxilado que contiene un núcleo aromático en el Componente A22 se selecciona del grupo que consiste en ácido o-hidroxibenzoico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido 2,4-dihidroxibenzoico, 4-hidroxifitalato y sus derivados, anhídrido 4-hidroxi-o-ftálico, el polímero de los ácidos orgánicos antes mencionados y mezclas de los mismos.

9. Un método para preparar el poliéster biodegradable de la reivindicación 1, que comprende una fase de esterificación, una fase de intercambio de éster y una fase de polimerización por condensación; donde el Componente B se añade en cualquier fase de reacción, o antes o después de cualquier fase de reacción para preparar poliéster biodegradable; donde el Componente B se añade una o varias veces antes, durante o después de una o más fases de reacción.

10. El poliéster biodegradable de la reivindicación 2, donde el ácido dibásico alifático, el ácido dibásico alifático cíclico, los derivados esterificados de ácido dibásico alifático, los derivados esterificados de ácido dibásico alifático cíclico y las mezclas de los mismos del Componente A11 se seleccionan del grupo que consiste en ácido oxálico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido azelaico, ácido sebáico, ácido tridecanodioico, ácido maleico, ácido 1,1-ciclobutanodicarboxílico, ácido 1,1-ciclohexanodiacético, ácido 1,4-ciclohexanodiacético, ácido ciclohexano-1,2-norborano-2,3-dicarboxílico, ácido amadantanodiacético, ésteres de los mismos y mezclas de los mismos.

11. El poliéster biodegradable de la reivindicación 1, donde el alcohol polibásico o ácido polibásico del Componente B1 se seleccionan del grupo que consiste en: glicerina, tri(hidroximetil)propano, sorbitol, glucosa, glucósido, pentaeritritol, dipentaeritritol, triol de poliéter, alcohol tetrahidroxilado de poliéter, ácido piromelítico, dianhídrido de ácido piromelítico, ácido trimésico, ácido benenotricarboxílico, ácido tartárico, ácido cítrico, anhídrido cítrico, ésteres de los mismos y mezclas de los mismos.