

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 100**

51 Int. Cl.:

B32B 27/20 (2006.01)

B32B 27/36 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

C08L 67/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2002 E 02728459 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2012 EP 1381720**

54 Título: **Fibras que comprenden mezclas de copolímero de polihidroxialcanoato/polímero o copolímero de poli(ácido láctico)**

30 Prioridad:

27.03.2001 US 278948 P
17.01.2002 US 51723

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.03.2013

73 Titular/es:

THE PROCTER & GAMBLE COMPANY (100.0%)
ONE PROCTER & GAMBLE PLAZA
CINCINNATI, OHIO 45202, US

72 Inventor/es:

NODA, ISAO;
BOND, ERIC, BRYAN y
MELIK, DAVID, HARRY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 397 100 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

Fibras que comprenden mezclas de copolímero de polihidroxialcanoato/polímero o copolímero de poli(ácido láctico)

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a fibras medioambientalmente degradables que comprenden copolímero de polihidroxialcanoato y un polímero o copolímero de poli(ácido láctico). Las fibras se usan para fabricar artículos no tejidos desechables.

Antecedentes de la invención

- 10 Esta invención se refiere a la necesidad de aliviar los crecientes problemas medioambientales de los excesivos residuos plásticos que componen una creciente fracción en volumen de los materiales en los vertederos. Los polímeros biodegradables y los productos formados de polímeros biodegradables están siendo cada vez más importantes en vista del deseo de reducir el volumen de materiales de residuos sólidos generados por los consumidores cada año. La invención se refiere adicionalmente a la necesidad de desarrollar nuevos materiales plásticos que se pueden usar en aplicaciones en las que la biodegradabilidad, compostabilidad o biocompatibilidad, están entre las principales características deseables de tales aplicaciones. Ha habido muchos intentos de fabricar artículos degradables. Sin embargo, debido a los costes, la dificultad de procesado, y las propiedades de uso final, ha habido poco éxito comercial. Muchas composiciones que tienen excelente degradabilidad tienen solo limitada procesabilidad. Al contrario, las composiciones que son más fácilmente procesables tienen reducida degradabilidad.

- 20 Las fibras útiles con excelente degradabilidad para artículos no tejidos son difíciles de producir con relación a las películas y estratificados. Esto es porque las características del material y del procesado para fibras son mucho más exigentes, es decir, el tiempo de procesado es típicamente mucho más corto y las características de flujo son más exigentes sobre las características físicas y reológicas del material. Los porcentajes de cizalladura y deformación local son mucho mayores en la producción de fibras que en otros procedimientos. Adicionalmente, se requiere una mezcla homogénea para el hilado de la fibra. Para hilar fibras muy finas, los pequeños defectos, ligeras inconsistencias, o no homogeneidad en la masa fundida no son aceptables para un procedimiento comercialmente viable. Cuanto más atenuadas las fibras, más críticas las condiciones de procesado y selección de materiales. Los nuevos materiales idealmente necesitarían exhibir muchas de las características físicas de las poliolefinas convencionales. Deben ser impermeables al agua, tenaces, fuertes, aunque blandas, flexibles, sin ruido, económicamente rentables, y deben ser capaces de ser producidas con equipo estándar de procesado de polímeros para ser rentables.

- 30 Supone un reto producir fibras que tienen propiedades de procesabilidad y uso final más aceptables, escogiendo polímeros degradables aceptables. Los polímeros degradables deben tener buenas propiedades de hilado y una temperatura de fusión apropiada. La temperatura de fusión debe ser suficientemente alta para la estabilidad de uso final para prevenir el encogimiento o la fusión. Estos requerimientos hacen muy difícil la selección de un polímero degradable para producir fibras.

- 35 Los polihidroxialcanoatos (PHAs) son generalmente compuestos de poliéster termoplástico semicristalino que se pueden producir por métodos sintéticos o por varios microorganismos, tales como bacterias o algas. Los últimos típicamente producen materiales ópticamente puros. Los PHAs bacteriales tradicionalmente conocidos incluyen poli(3-hidroxibutirato) isotáctico, o PHB, el homopolímero de ácido hidroxibutírico de alto punto de fusión, muy cristalino y muy frágil/quebradizo y poli(3-hidroxibutirato-co-valerato) isotáctico, o PHBV, el copolímero de más bajo punto de fusión y algo más baja cristalinidad que sin embargo tiene los mismos inconvenientes de alta cristalinidad y fragilidad/delicadeza. Los copolímeros de PHBV se describen en Holmes et al., documentos US. 4.393.167 y 4.477.654; y hasta hace poco estaban comercialmente disponibles de Monsanto con el nombre comercial BIOPOL. Su capacidad para biodegradarse fácilmente en presencia de microorganismos ha sido demostrada en muchos casos. Se sabe, sin embargo, que estos dos tipos de PHAs son polímeros frágiles que tienden a exhibir fractura por fragilidad y/o se rasgan fácilmente bajo restricción mecánica. Su procesabilidad es también bastante problemática, dado que su alto punto de fusión requiere temperaturas de procesado que contribuyen a su extensa degradación térmica cuando están fundidos. Finalmente, su velocidad de cristalización es apreciablemente más lenta que la de los polímeros comerciales tradicionales, haciendo su procesado muy difícil o de coste prohibitivo con el equipo de conversión existente.

- 50 Otros PHAs conocidos son los denominados PHAs de larga cadena lateral, o polihidroxiocetanoatos (PHOs) isotácticos. Estos, a diferencia de PHB o PHBV, son virtualmente amorfos debido al pentilo recurrente y a las cadenas laterales de alquilo superior que están regularmente espaciadas a lo largo de la cadena principal. Cuando está presente, su fracción cristalina sin embargo tiene un punto de fusión muy bajo así como una extremadamente lenta velocidad de cristalización. Por ejemplo, Gagnon, et al. en *Macromolecules*, 25, 3723-3728 (1992), incorporada aquí como referencia, muestra que la temperatura de fusión está alrededor de 61°C y que tarda alrededor de 3 semanas en llegar al punto máximo de cristalización a su temperatura de cristalización óptima.

Se han descrito composiciones de copolímero de poli(3-hidroxialcanoato) adicionales por Kaneka (US. 5.292.860) y Procter & Gamble (US. 5.498.692; 5.536.564; 5.602.227; 5.685.756). Todas describen varios enfoques para adaptar

la cristalinidad y punto de fusión de los PHAs a cualquier valor inferior deseable en el PHB o PHBV de alta cristalinidad incorporando al azar cantidades controladas de "defectos" a lo largo de la cadena principal que impiden parcialmente el procedimiento de cristalización. Tales "defectos" son ramas de diferentes tipos de espaciadores flexibles alifáticos lineales (3-hidroxihexanoato y superiores) o inferiores (3HP, 3-hidroxipropionato) o más largos (4HB, 4-hidroxibutano). Los resultados son estructuras de copolímero semicristalino que se pueden adaptar para que fundan en el intervalo de uso típico entre 80°C y 150°C y que son menos susceptibles a la degradación térmica durante el procesado. Además, la velocidad de biodegradación de estos copolímeros es más alta como resultado de su más baja cristalinidad y la mayor susceptibilidad a microorganismos. Aunque, mientras las propiedades mecánicas y las condiciones de manejo en fundido de tales copolímeros están generalmente mejoradas frente a las de PHB o PHBV, su velocidad de cristalización es característicamente lenta, a menudo más lenta que la de PHB y PHBV.

El documento WO9608535 se refiere a composiciones poliméricas que son biodegradables y que se pueden procesar en fundido en varias formas, incluyendo películas, fibras y materiales no tejidos. Las composiciones incluyen mezclas compatibles o semicompatibles de polímeros biodegradables y tienen integridad física y termomecánica.

El documento WO9520615 se refiere a copolímeros de PHA biodegradables que comprenden por lo menos dos unidades de monómero que se repiten al azar.

En general, sin embargo, ha sido un reto considerable convertir estos copolímeros de PHA más nuevos, así como otros polímeros biodegradables, en formas útiles por métodos de fusión convencionales, porque permanecen sustancialmente adhesivos después de que enfrían desde el estado fundido, y permanecen como tales hasta que se establece suficiente cristalinidad, particularmente con niveles de copolímeros de PHA por encima de 10% en peso. La adhesividad residual típicamente puede conducir a que el material se pegue a si mismo o al equipo de procesado, o ambas cosas, y por ello puede restringir al velocidad a la que se produce un producto polimérico o prevenir que el producto se recoja en una forma de calidad apropiada. Consecuentemente, se necesita una composición procesable en fundido y barata de polímeros degradables. Además, la composición polimérica debe ser apropiada para su uso en equipo de procesado convencional. También se necesitan artículos desechables que contienen telas no tejidas hechas de estas fibras.

Sumario de la invención

El contenido de la presente invención se define en las presentes reivindicaciones. Se describen fibras hiladas en fundido medioambientalmente degradables que comprenden un copolímero de polihidroxialcanoato (PHA) y un polímero o copolímero de poli(ácido láctico) (PLA). Tales composiciones, como mezclas o diferentes componentes, generalmente proporcionan al material propiedades diferentes y mejoradas en una cualquiera o más propiedades comparado con copolímeros de PHA solos o con polímeros o copolímeros de PLA solos. Las propiedades en las que los materiales fundidos son diferentes y mejorados son una cualquiera de dureza/blandura, fragilidad/flexibilidad, pegajosidad, es decir, adhesividad, tenacidad, ductilidad, procesabilidad, o opacidad/transparencia, por ejemplo, Una configuración preferida de la presente invención se refiere a fibras biodegradables que comprende una estructura envoltura/núcleo en la que el núcleo comprende un copolímero de polihidroxialcanoato biodegradable y la envoltura comprende un polímero o copolímero de PLA. Se describen también telas no tejidas y artículos desechables que comprenden las fibras medioambientalmente degradables.

Descripción detallada de la invención

Todos los porcentajes, tasas y proporciones usadas aquí son en porcentaje en peso de la composición, a menos que se especifique lo contrario.

La memoria descriptiva contiene una descripción detallada de (1) materiales de la presente invención, (2) configuración de las fibras, (3) propiedades materiales de las fibras, (4) procedimientos, y (5) artículos.

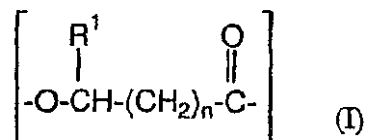
La presente invención se refiere a fibras que comprenden polímeros medioambientalmente degradables. Un primer polímero es biodegradable y es un copolímero de polihidroxialcanoato como se expone a continuación. Un segundo polímero es un polímero de PLA medioambientalmente degradable como se expone a continuación. El copolímero de polihidroxialcanoato hará la fibra rápidamente medioambientalmente degradable. El segundo polímero de PLA hará la mezcla polimérica hilable y ayudará a prevenir la adhesión que está comúnmente asociada a los polímeros de polihidroxialcanoato.

Una configuración preferida de la presente invención se refiere a fibras complejas medioambientalmente degradables que comprenden una estructura envoltura/núcleo. En esta configuración preferida, las mezclas con mayoría de PHA se pueden colocar en el núcleo con un polímero de PLA en la envoltura. Otra configuración preferida son mezclas de PHA con un polímero de PLA hilado en fibras multiconstituyente monocomponente. Estas mezclas se pueden colocar también en la envoltura de fibras bicomponente envoltura/núcleo, con tal de que cristalicen en la cadena de hilado o se vitrifiquen suficientemente durante el procedimiento de formación de la fibra para evitar los problemas de procesado de adhesividad o encogimiento de la fibra.

(1) Materiales

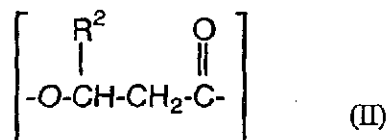
Copolímeros de polihidroxiálcanoato (PHAs)

- 5 Las fibras biodegradables se forman en parte de una composición que comprende por lo menos un primer copolímero de polihidroxiálcanoato medioambientalmente degradable que comprende por lo menos dos unidades monoméricas que se repiten al azar (RRMUs). La primera RRMU tiene la estructura (I):

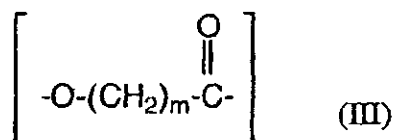


en la que R^1 es H, o alquilo de C1 o C2, y n es 1 o 2. En una realización preferida, R^1 es un grupo metilo (CH_3). En una realización preferida adicional del primer RRMU, R^1 es metilo y n es 1, por lo que el copolímero de polihidroxiálcanoato comprende unidades de 3-hidroxibutirato.

- 10 La segunda RRMU incluida en el copolímero de polihidroxiálcanoato biodegradable comprende por lo menos un monómero seleccionado del grupo que consiste en las estructuras (II) y (III):

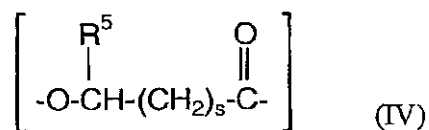


en la que R^2 es un alquilo de C3-C9, y



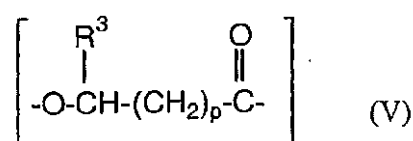
- 15 en la que m es de 2 a alrededor de 9. Generalmente, en la RRMU de fórmula (II), la longitud de R^2 , influirá, hasta cierto punto, en la reducción de la cristalinidad general del copolímero. En una realización preferida, R^2 es un grupo alquilo de C5. Preferentemente m es de 2 a 5, más preferentemente m es 3. Adicionalmente, en la RRMU de fórmula (II), la longitud de $(\text{CH}_2)_m$, influirá, hasta cierto punto, en la reducción de la cristalinidad general del copolímero. En una realización preferida, m es de 2 a 9, y más preferentemente es de 2 a 5. En una realización preferida adicional, m es 3.
- 20 Preferentemente, para obtener la combinación ventajosa de propiedades físicas exhibida por las fibras cuando usan la composición de polihidroxiálcanoato, por lo menos alrededor de 50 por ciento en moles del copolímero comprende RRMUs que tienen la estructura de la primera RRMU de fórmula (I). Apropiadamente, la relación molar de la primera RRMU a la segunda RRMU en el copolímero está en el intervalo de alrededor de 50:50 a alrededor de 98:2. Más preferentemente, la relación molar está en el intervalo de alrededor de 75:20 a alrededor de 95:5, e incluso más
- 25 preferido, la relación molar está en el intervalo de alrededor de 80:20 a alrededor de 90:10. Además, el copolímero de polihidroxiálcanoato apropiadamente tiene un peso molecular promedio numérico de más de alrededor de 150.000 g/mol, y teniendo adicionalmente un punto de fusión denominado T_m 1.

- 30 En realizaciones adicionales del primer copolímero de polihidroxiálcanoato empleado en las composiciones de la fibra compleja, se pueden incluir una o más RRMUs adicionales. Apropiadamente, las RRMUs adicionales pueden tener la estructura (IV):

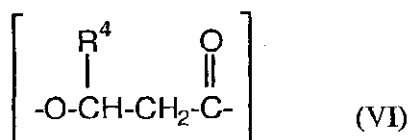


En la que R^5 es H, o un grupo alquilo o alquenoilo de C1-C19 y s es 1 o 2, con la condición de que las RRMUs adicionales no sean iguales que la primera o segunda RRMUs

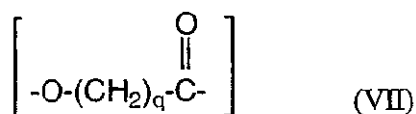
- 5 En realizaciones preferidas adicionales, la composición de polihidroxiálcanoato adicionalmente comprende un segundo homo- o co-polímero de polihidroxiálcanoato biodegradable, o sus mezclas. Un segundo polímero o copolímero de PHA preferido comprende por lo menos una unidad monomérica que se repite al azar que tiene la estructura (V):



- 10 en la que R^3 es H, o alquilo de C1 o C2, y p es 1 o 2. En una realización preferida, R^3 es un grupo metilo (CH_3). En una realización preferida adicional, R^3 es metilo y p es 1, por lo que el segundo polímero de polihidroxiálcanoato comprende unidades de 2-hidroxibutirato. En una relación preferida adicional, el segundo polímero de polihidroxiálcanoato es el homopolímero de polihidroxiálcanoato. Opcionalmente, el segundo polímero medioambientalmente degradable comprende dos o más unidades monoméricas adicionales que se repiten al azar seleccionadas del grupo que consiste en las estructuras (VI) y (VII)



en la que R^4 es un alquilo de C2-C19 o un alquenoilo de C2-C19, y



- 15 en la que q es de 2 a alrededor de 16. Con referencia a la segunda RRMU que comprende un monómero de estructura (VII), en una realización preferida, q es de 2 a alrededor de 10, y más preferentemente es de alrededor de 4 a alrededor de 8. En una realización preferida adicional, q es alrededor de 5. Cuando están presentes, las unidades monoméricas adicionales que se repiten al azar representan no más del 25% de las unidades monoméricas totales, preferentemente menos del 15, en la que el segundo homo- o co-polímero de polihidroxiálcanoato apropiadamente tiene un peso molecular promedio numérico mayor de alrededor de 50.000 g/mol. Adicionalmente, el segundo polihidroxiálcanoato biodegradable tiene un punto de fusión Tm_2 que es por lo menos alrededor de 20°C mayor que el punto de fusión, Tm_1 , del primer polihidroxiálcanoato biodegradable, de modo que se satisface la ecuación $\text{Tm}_2 > \text{Tm}_1 + 20^\circ\text{C}$. El valor del punto de fusión se determina generalmente por DSC (Calorimetría diferencial de barrido) y se toma como la temperatura del pico endotérmico más alto observado en el barrido de calentamiento de DSC usando, por ejemplo, el método descrito en la ASTM D 3418. No deseando estar vinculados a la teoría, se cree que el segundo polihidroxiálcanoato biodegradable puede actuar como agente de nucleación para el primer polihidroxiálcanoato biodegradable y por ello mejorar la velocidad de cristalización del primer polihidroxiálcanoato biodegradable si se consigue la adecuada composición, estructura y alto nivel de dispersión.
- 20
- 25
- 30

Si se usa el segundo copolímero de polihidroxiálcanoato como se describe anteriormente, una mayoría de la composición de PHA comprende el primer copolímero de polihidroxiálcanoato biodegradable, por lo que el segundo PHA biodegradable está finamente disperso en una fase continua o matriz del primer copolímero y está incluido en

una cantidad suficiente para mejorar la velocidad de cristalización y/o las propiedades físicas del primer copolímero. En una realización, las composiciones comprenden de alrededor de 0,01 a alrededor de 10 por ciento en peso del segundo copolímero de PHA, basado en el peso total del primer y segundo copolímero de PHA. En realizaciones más específicas, las composiciones comprenden de alrededor de 0,1 a alrededor de 5 por ciento en peso del segundo PHA. En realizaciones incluso más específicas, las composiciones comprenden de alrededor de 0,1 a 3 por ciento en peso del segundo copolímero de PHA.

5

Los copolímeros de polihidroxialcanoato medioambientalmente degradable se pueden sintetizar por métodos químicos o biológicos como se describe, por ejemplo, por Noda en el documento U.S. 5.618.855, y Noda et al. en el documento U.S. 5.942.597, ambas se incorporan aquí como referencia.

10 El copolímero puede estar presente en forma de fase continua en la composición. Las composiciones pueden incluir una combinación de copolímeros de polihidroxialcanoato, o una combinación con otros componentes poliméricos, por ejemplo, componentes adicionales de poliéster o similares. Típicamente, los copolímeros de polihidroxialcanoato están presentes en una cantidad de alrededor de 1% a 90%, o de 10% a 90%, preferentemente de 10% a 80%, más preferentemente de 30% a 70%, y lo más preferentemente de 40% a 60% en peso de la fibra.

15 Polímeros o copolímeros de PLA termoplásticos medioambientalmente degradables

Los polímeros o copolímeros de PLA termoplástico medioambientalmente degradable que son sustancialmente compatibles con PHA son también requeridos en la presente invención. Tal como se usa aquí, la expresión "sustancialmente compatible" quiere decir que cuando se calienta a una temperatura por encima de la temperatura de ablandamiento y/o de fusión de la composición, el polímero es capaz de formar una mezcla sustancialmente homogénea con el PHA después de mezclar con cizalladura o extensión. El polímero o copolímero de PLA usado debe ser capaz de fluir al calentar para formar una masa fundida procesable y resolidificar como resultado de cristalización o vitrificación.

20

El polímero o copolímero de PLA debe tener una temperatura de fusión suficientemente baja para procesabilidad y sin embargo ser suficientemente alta para la estabilidad térmica durante el uso de la fibra. Las temperaturas de fusión apropiadas son de alrededor de 80°C a alrededor de 190°C y preferentemente de alrededor de 90°C a alrededor de 180°C. Es preferido un homopolímero o copolímero de poli(ácido láctico) que tiene una temperatura de fusión de alrededor de 160°C a alrededor de 175°C. El polímero debe tener características reológicas apropiadas para el hilado en fundido.

25

Los polímeros de PLA termoplástico medioambientalmente degradable deben ser capaces de solidificar bastante rápidamente, preferentemente con flujo extensional, y formar una estructura de fibra térmicamente estable, como se encuentra típicamente en procedimientos conocidos como procedimientos de fibras cortadas (procedimientos de hilado estirado) o procedimientos de filamento continuo no tejido.

30

Los polímeros de PLA medioambientalmente degradable apropiados para su uso aquí son aquellos materiales que son susceptibles de ser hidrolíticamente biodegradables, siendo los productos hidrolíticos asimilados por microorganismos tales como mohos, hongos, o bacterias cuando se entierra el material en el suelo o de otro modo se pone en contacto con los microorganismos incluyendo el contacto en condiciones medioambientales acuosas o salinas conducentes al crecimiento de microorganismos. Los polímeros de PLA apropiados también incluyen aquellos materiales en los que los productos hidrolíticos son degradables usando procedimientos de digestión aeróbicos o anaeróbicos, o en virtud de ser expuestos a elementos medioambientales tales como la luz del sol, lluvia, humedad, viento, temperatura, o similares. Los polímeros de PLA se pueden usar individualmente o como combinación de polímeros con tal de que los polímeros sean degradables por medios biológicos y/o medioambientales.

35

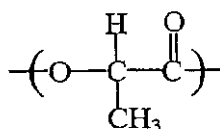
40

Los ejemplos específicos de polímeros de ácido láctico preferidos o polímeros de lactido apropiados para su uso aquí incluyen, pero no están limitados a, aquellos polímeros basados en poli(ácido láctico) o polímeros basados en polilactido que se denominan generalmente en la industria "PLA". Por lo tanto, las expresiones "poli(ácido láctico)", "polilactido" y "PLA" se usan intercambiamente para incluir homopolímeros o copolímeros de ácido láctico o polilactido basados en la caracterización polimérica de los polímeros que se forman de un monómero específico o los polímeros que comprenden las menores unidades monoméricas que se repiten. Se debe entender, sin embargo, que las expresiones "poli(ácido láctico)", "polilactido", y "PLA" no se pretende que sean limitantes con respecto a la manera en la que se forma el polímero.

45

Los polímeros de polilactido o poli(ácido láctico) generalmente tienen una unidad monomérica que se repite de resto de ácido láctico que se ajusta a la siguiente fórmula

50



Típicamente, la polimerización de ácido láctico o lactido dará como resultado polímeros que comprenden por lo menos alrededor de 50% en peso de unidades que se repiten de resto de ácido láctico, unidades que se repiten de resto de lactido, o sus combinaciones. Estos polímeros de lactido o de ácido láctico incluyen homopolímeros y copolímeros tales como copolímeros al azar y/o de bloques de ácido láctico y/o lactido. Las unidades que se repiten de resto de ácido láctico se pueden obtener de ácido L-láctico, ácido D-láctico o ácido D,L-láctico. Preferentemente con niveles del isómero L hasta del 75%.

El peso molecular del polímero degradable debe ser suficientemente alto para permitir el entrelazado entre moléculas de polímero y sin embargo suficientemente bajo para ser hilable en fundido. Para el hilado en fundido, los polímeros o copolímeros de PLA tienen pesos moleculares promedio en peso de 10.000 g/mol a alrededor de 600.000 g/mol, preferentemente por debajo de 500.000 g/mol o 400.000 g/mol, más preferentemente de alrededor de 50.000 g/mol a alrededor de 300.000 g/mol o de 30.000 g/mol a alrededor de 400.000 g/mol, y lo más preferentemente de alrededor de 100.000 g/mol a alrededor de 250.000 g/mol, o de 50.000 g/mol a alrededor de 200.000 g/mol. Un ejemplo de polímeros de poli(ácido láctico) comercialmente disponible incluye varios poli(ácidos lácticos) que están disponibles de Chronopol Inc. (Golden, CO), o polilactidos vendidos con el nombre comercial EcoPLA®. Ejemplos adicionales de poli(ácido láctico) comercialmente disponible apropiado es NATUREWORKS de Cargill Dow, LACEA de Mitsui Chemical, o L5000 de Biomer. Cuando se usa PLA, se prefiere que el PLA esté en la forma semicristalina. Para formar PLA semicristalino, se prefiere que por lo menos alrededor de 90 por ciento en moles de las unidades que se repiten en el polilactido sean de L- o D-lactido, e incluso más preferido por lo menos alrededor de 95 por ciento. El procesado se realiza de un modo tal que facilita la formación cristalina, por ejemplo, usando altas velocidades de hilado o procedimientos de hilado estirado/templado. Cuando se usa PLA como material del núcleo, son aceptables la forma amorfa o la forma semicristalina, en el que la forma escogida dependerá en parte de la aplicación escogida y por lo tanto de las propiedades deseadas, por ejemplo, ductilidad y resistencia.

Dependiendo del polímero específico usado, del procedimiento, y del uso final de la fibra, se puede desear más de un polímero. Por ejemplo, si se usa un poli(ácido láctico) cristalizable que tiene una temperatura de fusión de alrededor de 160°C a alrededor de 175°C, se puede usar un segundo poli(ácido láctico) que tiene un punto de fusión más bajo y más baja cristalinidad que el otro poli(ácido láctico) y/o más alto nivel de copolímero. Alternativamente, se puede usar un poliéster aromático o alifático con poli(ácido láctico) cristalizable.

Típicamente, el polímero o copolímero de PLA está presente en una cantidad de 1% a 90%, o de 10% a 90%, preferentemente de 10% a 80%, más preferentemente de 30% a 70%, y lo más preferentemente de 40% a 60%, en peso de fibra.

Ingredientes adicionales

Se puede usar un plastificante en la presente invención. Los plastificantes son suficientemente compatibles con los componentes poliméricos de la presente invención de modo que los plastificantes pueden modificar efectivamente las propiedades de la composición. En general, un plastificante tiende a rebajar el módulo y resistencia a la tracción, y a incrementar la elongación final por tracción, resistencia al impacto, y resistencia al rasgado del producto polimérico. El plastificante se puede usar también para rebajar el punto de fusión de la composición para permitir por ello el procesado en fundido a temperaturas más bajas y para minimizar los requerimientos de energía y la degradación térmica. Aunque, no se requieren típicamente plastificantes para obtener la ventajosa combinación de propiedades discutidas anteriormente.

Los ejemplos no limitantes de plastificantes incluyen plastificantes de hidroxilo, alcoholes de azúcar, polialcoholes, compuestos orgánicos que forman enlace de hidrógeno que no tienen grupo hidroxilo, que incluyen urea y derivados de urea, anhídridos de alcoholes de azúcar, proteínas animales, proteínas vegetales, ésteres de ácido orgánico que son biodegradables, ácidos alifáticos, o similares. Los plastificantes apropiados adicionales son aquellos descritos en las anteriormente referenciadas patentes de EE.UU. Nos. 3.182.036 y 5.231.148. Los plastificantes se pueden usar solos o en sus mezclas. Los pesos moleculares apropiados son menores de alrededor de 20.000 g/mol, preferentemente menos de alrededor de 5.000 g/mol y más preferentemente menos de alrededor de 1.000 g/mol. Si está presente, la cantidad de plastificante en la composición de fibra final es de alrededor de 2% a alrededor de 70%, más preferentemente de alrededor de 5% a alrededor de 55%, lo más preferentemente de alrededor de 10% a alrededor de 50%.

Opcionalmente, se pueden incorporar otros ingredientes en la composición en cantidades de menos de alrededor de 50%, preferentemente de alrededor de 0,1% a alrededor de 20%, y más preferentemente de alrededor de 0,1% a alrededor de 12% en peso de la composición. Los materiales opcionales se pueden usar para modificar la procesabilidad y/o para modificar propiedades físicas tales como elasticidad, resistencia a la tracción y módulo del producto final. Otros beneficios incluyen, pero no están limitados a, estabilidad que incluye estabilidad oxidativa, brillo, color, flexibilidad, resiliencia, trabajabilidad, ayudas de proceso, modificadores de viscosidad, y o control del olor.

Los ejemplos no limitantes de otros ingredientes opcionales incluyen copolímeros de poliéster aromático/alifático hechos más fácilmente hidrolíticamente escindibles, y por consiguiente más probablemente degradables, tales como los descritos en los documentos U.S. 5.053.482, 5.097.004, 5.097.005 y 5.925.985, polímeros de poliesteramida

alifática biodegradable, policaprolactonas, poliésteres o poliuretanos derivados de polialcoholes alifáticos (es decir, polímeros de dialcanoilo), poliamidas que incluyen copolímeros de polietileno/alcohol vinílico, ésteres de celulosa o sus derivados plastificados, sales, agentes deslizantes, aceleradores de cristalización tales como agentes nucleantes, retardadores de cristalización, agentes enmascaradores del olor, agentes reticulantes, emulsionantes, tensioactivos, ciclodextrinas, lubricantes, otras ayudas de proceso, abrillantadores ópticos, antioxidantes, retardantes de la llama, colorantes, pigmentos, cargas, proteínas y sus sales de álcali, ceras, resinas adhesivas, extensores, agentes antibloqueo, agentes antiestáticos, o sus mezclas. Las cargas orgánicas e inorgánicas, tales como arcilla, tierra o varios minerales, son particularmente útiles como cargas. Los agentes de deslizamiento se pueden usar para mejorar la estabilidad de la fibra, particularmente a alta humedad o temperatura. Un agente de deslizamiento apropiado es polietileno. Se puede añadir también una sal a la masa fundida para hacer la fibra más sensible al agua o usarla como ayuda de proceso. Una sal funcionará también para ayudar a reducir la solubilidad de un aglomerante de modo que no se disuelva, pero cuando se pone en agua o lava, la sal se disolverá permitiendo entonces que se disuelva el aglomerante y cree un producto que es más sensible al agua. Los ejemplos adicionales de otros ingredientes son conocidos por un experto en la técnica a la vista de la presente descripción.

(2) Configuración

Las fibras multiconstituyente de la presente invención pueden estar en muchas configuraciones diferentes. Constituyente, tal como se usa aquí, se define queriendo decir la especie química de materia o el material. Las fibras pueden ser de configuración monocomponente o multicomponente. Componente, tal como se usa aquí, se define como una parte separada de la fibra que tiene una relación espacial a otra parte de la fibra.

Las estructuras no tejidas de filamentos, fibras cortadas, fibras huecas, fibras conformadas, tales como las fibras multilobulares y las fibras multicomponente pueden ser producidas todas usando las composiciones y métodos de la presente invención. Las fibras multicomponente, comúnmente una fibra bicomponente, pueden estar en una configuración lado con lado, envoltura-núcleo, tarta segmentada, cinta o islas en el mar. La envoltura puede ser continua o no continua alrededor del núcleo. La relación del peso de la envoltura al del núcleo es de alrededor de 5:95 a alrededor de 95:5. Las fibras de la presente invención pueden tener diferentes geometrías que incluyen redonda, elíptica, forma de estrella, rectangular, y otras distintas excentricidades. Las fibras de la presente invención pueden ser también fibras divisibles. La división puede ocurrir por diferencias reológicas en los polímeros, diferentes cinéticas de cristalización, o la división puede ocurrir por medios mecánicos y/o por distorsión inducida por fluido.

Para una fibra bicomponente, la composición de PHA/PLA de la presente invención puede ser tanto la envoltura como el núcleo, conteniendo uno de los componentes más PHA o PLA que el otro componente. Alternativamente, la composición de PHA/PLA de la presente invención puede ser la envoltura siendo el núcleo PLA o PHA puro. La composición de PHA/PLA también podría ser el núcleo siendo la envoltura PLA o PHA puro. La configuración exacta de la fibra deseada depende del uso de la fibra.

En una fibra bicomponente alternativa, el núcleo comprende un copolímero de PHA y la envoltura comprende un polímero o copolímero de PLA o sus combinaciones. Alternativamente, el núcleo puede comprender un polímero o copolímero de PLA y la envoltura comprender un copolímero de PHA.

(3) Propiedades del material

Las fibras producidas en la presente invención son medioambientalmente degradables. "Medioambientalmente degradable" se define como ser biodegradable, desintegrable, "sensible al agua", dispersable, desechable por el inodoro, o compostable o una de sus combinaciones. En la presente invención, las fibras, telas no tejidas, y artículos son medioambientalmente degradables. Como resultado, las fibras se pueden desechar fácilmente con seguridad en instalaciones de compostado existentes o se pueden tirar por el inodoro y se pueden desechar con seguridad por el desagüe sin consecuencias perjudiciales para los sistemas de infraestructura de alcantarillado existentes. La degradabilidad medioambiental de las fibras de la presente invención ofrece una solución al problema de la acumulación de tales materiales en el medio ambiente después de su uso en artículos desechables. La desechabilidad por el inodoro de las fibras de la presente invención cuando se usan en productos desechables, tales como toallitas y objetos de higiene femenina, ofrece conveniencia y discreción adicional al consumidor. Aunque la biodegradabilidad, desintegrabilidad, "sensibilidad al agua", dispersabilidad, compostabilidad y desechabilidad por el inodoro tienen todas diferentes criterios y se miden por medio de ensayos diferentes, generalmente las fibras de la presente invención cumplirán más de uno de estos criterios.

En general, los polímeros o copolímeros de PLA tardan más tiempo en degradarse que los copolímeros de PHA. El constituyente del copolímero de PHA de las presentes mezclas se degradará fácilmente por actividad microbiana o enzimática formando por ello una estructura porosa que es más accesible y que facilita el proceso hidrolítico del constituyente de PLA seguido de la biodegradación de los productos hidrolíticos de PLA.

Biodegradable se define que significa que cuando la materia se expone a un medio aeróbico y/o anaeróbico, el destino final es la reducción a componentes monoméricos debido a acciones microbianas, hidrolíticas y/o químicas. En condiciones aeróbicas, la biodegradación conduce a la transformación del material en productos finales tales como dióxido de carbono y agua. En condiciones anaeróbicas, la biodegradación conduce a la transformación de los

materiales en dióxido de carbono, agua y metano. El procedimiento de biodegradabilidad se describe a menudo como mineralización. La biodegradabilidad quiere decir que todos los constituyentes orgánicos de las fibras son sometidos a descomposición finalmente por medio de la actividad biológica.

Se han establecido varios métodos diferentes de biodegradabilidad estandarizados por diversas organizaciones y en diferentes países. Aunque los ensayos varían en las condiciones de ensayo específicas, métodos de evaluación, y criterios deseados, hay una convergencia razonable entre diferentes protocolos de modo que es probable que conduzcan a similares conclusiones para la mayor parte de los materiales. Para la biodegradabilidad aeróbica, La American Society for Testing and Materials (ASTM) ha establecido ASTM D 5338-92: Test Methods for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions. El ensayo mide el porcentaje de material de ensayo que se mineraliza como función del tiempo monitorizando la cantidad de dióxido de carbono que se desprende como resultado de la asimilación por microorganismos en presencia de compost activo mantenido a una temperatura termofílica de 58°C. El ensayo de producción de dióxido de carbono se puede efectuar vía respirometría electrolítica. Se pueden usar también otros protocolos estándar, tales como 301B de la Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Los ensayos estándar de biodegradación en ausencia de oxígeno se describen en varios protocolos tales como ASTM D 5511-94. Estos ensayos se usan para simular la biodegradabilidad de materiales en una instalación anaeróbica de tratamiento de desechos sólidos o vertedero.

Las fibras de la presente invención se pueden desintegrar también. La desintegración ocurre cuando el sustrato fibroso tiene la capacidad de fragmentarse rápidamente y descomponerse en fracciones suficientemente pequeñas para no ser distinguibles después de cribar cuando se compostan o para provocar la obturación de las tuberías del desagüe cuando se tiran por el inodoro. Un material desintegrable puede ser también desechable por el inodoro. La mayor parte de los protocolos para la desintegrabilidad miden la pérdida de peso de materiales de ensayo con el tiempo cuando se exponen a varias matrices. Se usan ensayos de desintegración tanto aeróbica como anaeróbica. Se determina la pérdida de peso por la cantidad de material de ensayo fibroso que ya no se recoge en un tamiz de malla 18 con aberturas de 1 milímetro después de que los materiales se exponen a aguas de desecho y aguas residuales. Para la desintegración, la diferencia en el peso de la muestra inicial y el peso en seco de la muestra recuperada en un tamiz determinará el porcentaje y extensión de la desintegración.

Las fibras de la presente invención serán también compostables. La ASTM ha desarrollado métodos de ensayo y especificaciones para la compostabilidad. El ensayo mide tres características: biodegradabilidad, desintegración, y ausencia de ecotoxicidad. Los ensayos para medir la biodegradabilidad y la desintegración se describen anteriormente. Para cumplir los criterios de biodegradabilidad para la compostabilidad, el material debe conseguir por lo menos un 60% de conversión en dióxido de carbono en 40 días. Para los criterios de desintegración, el material debe tener menos del 10% del material de ensayo que permanece en un tamiz de 2 milímetros en la misma forma y tamaño que tendría en el producto desechado. Para determinar el último criterio, ausencia de ecotoxicidad, los subproductos de biodegradación no deben exhibir un impacto negativo sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plantas. Un ensayo para este criterio se detalla en la OECD 208. El International Biodegradable Products Institute otorgará un logo de compostabilidad una vez que se ha verificado que un producto cumple las especificaciones de la ASTM 6400-99. El protocolo sigue la DIN 54900 alemana que determina el máximo grosor de cualquier material que permite la descomposición completa en un ciclo de compostado.

Las fibras descritas aquí se usan típicamente para fabricar artículos no tejidos desechables que comúnmente son desechables por el inodoro. La expresión "desechable por el inodoro" tal como se usa aquí se refiere a materiales que son capaces de disolverse, dispersarse, desintegrarse y/o descomponerse en un sistema de desecho séptico tal como un inodoro para proporcionar su evacuación cuando se tiran por el inodoro sin atascar el inodoro o cualquier otra tubería del sistema de alcantarillado. Las fibras y artículos resultantes pueden ser también sensibles al agua. La expresión sensible al agua tal como se usa aquí significa que cuando se coloca en agua o tira por el inodoro, dará como resultado un cambio observable y medible. Las observaciones típicas incluyen advertir que el artículo se hincha, se desarma, se disuelve, o se observa una estructura general debilitada.

Las fibras de la presente invención pueden ser térmicamente unibles. Se requieren fibras térmicamente unibles para los métodos de unión térmica presurizada y por medio de aire. El PHA mezclado con PLA puede mejorar las características de unión de las fibras sobre PLA solo para fibras de PLA altamente orientadas.

Una "fibra muy atenuada" se define como una fibra que tiene un alto coeficiente de estiramiento. El coeficiente de estiramiento total de la fibra se define como la relación del diámetro máximo de la fibra (que es típicamente el resultado inmediatamente después de salir del capilar) al diámetro final de la fibra en su uso final. El coeficiente de estiramiento total vía procedimientos de soplado en fundido, no tejido de filamentos o fibra cortada será mayor de 1,5, preferentemente mayor de 5, más preferentemente mayor de 10, y lo más preferentemente mayor de 12. Esto es necesario para conseguir las propiedades táctiles y las propiedades mecánicas útiles.

El diámetro de la fibra será de 50 micrómetros o menos, y preferentemente menos de 30 micrómetros. Las fibras comúnmente usadas para fabricar materiales no tejidos tendrán un diámetro de alrededor de 5 micrómetros a alrededor de 30 micrómetros. El diámetro de la fibra se controla por la velocidad de hilado (relación total de estiramiento), rendimiento másico, y composición de mezcla.

(4) Procedimientos

La primera etapa para producir una fibra es la etapa de combinación o mezcla en la que las materias primas se calientan, típicamente con cizalladura. La cizalladura en presencia de calor dará como resultado una masa fundida homogénea con apropiada selección de la composición. La masa fundida se coloca a continuación en un extrusor en el que se forman las fibras. Un conjunto de fibras de combinan conjuntamente usando calor, presión, aglomerante químico, entrelazado mecánico, o sus combinaciones dando como resultado la formación de una tela no tejida. Con el material no tejido se ensambla un artículo.

El dispositivo de mezcla más preferido es un extrusor de dos tornillos de zona de mezcla múltiple. También se puede usar mezclador discontinuo de dos tornillos o un sistema de extrusión de un solo tornillo. Con tal de que ocurra suficiente mezcla y calentamiento, el equipo usado en particular no es crítico. Adicionalmente, se puede usar un extrusor lateral fuera del extrusor principal para inyectar una masa fundida de polímero en el extrusor principal.

Un método alternativo para combinar los materiales es añadir los polímeros a un sistema de extrusión en el que se mezclan a temperaturas progresivamente crecientes. Por ejemplo, en un extrusor de dos tornillos con seis zonas de calentamiento, las tres primeras zonas se pueden calentar a 90°, 120° y 130°C, y las tres últimas zonas se calentarán por encima del punto de fusión del polímero.

La presente invención utiliza el procedimiento de hilado en fundido. En el hilado en fundido, no hay pérdida de masa en el extrudado. El hilado en fundido se diferencia de otro hilado, tal como hilado en seco o húmedo en disolución, en el que se elimina un disolvente volatilizándolo o difundiendo del extrudado dando como resultado una pérdida de masa.

El hilado ocurrirá a temperaturas de 100°C a 270°C, preferentemente de 120°C a 230°C, y más preferentemente de 170°C a 210°C. La temperatura de procesamiento se determina por la naturaleza química, pesos moleculares y concentración de cada componente.

Se requieren velocidades de hilado de la fibra mayores de 100 metros/minuto. Preferentemente, la velocidad de hilado de la fibra es de alrededor de 500 a alrededor de 10.000 metros/minuto, más preferentemente de alrededor de 2.000 a alrededor de 7.000 metros/minuto, y lo más preferentemente de alrededor de 2.500 a alrededor de 5.000 metros/minuto. Se pueden producir fibras continuas por medio de métodos de no tejido de filamentos o procedimientos de soplado en fundido, o se pueden producir fibras no continuas (cortadas). Los diversos métodos de fabricación de la fibra se pueden combinar también para producir una técnica de combinación.

La mezcla homogénea se puede hilar en fundido en forma de fibras en equipo convencional de hilar en fundido. Las fibras hiladas se pueden recoger usando sistemas convencionales de enrollado de godet o por medio de dispositivos de atenuación de corriente de aire. Si se usa el sistema de godet, las fibras se pueden orientar adicionalmente por estiramiento post extrusión a temperaturas de alrededor de 50 a alrededor de 140°C. Las fibras estiradas a continuación se pueden rizar y/o cortar para formar fibras discontinuas (fibras cortadas) usadas en un procedimiento de deposición fluida, deposición al aire, o cardado.

Después de que se forma la fibra, la fibra se puede tratar adicionalmente o se puede tratar el tejido no tejido. Se puede añadir un acabado hidrófilo, hidrófobo o de tensioactivo para ajustar la energía superficial y la naturaleza química de las fibras o tejido. Por ejemplo, las fibras que son hidrófobas se pueden tratar con agentes humectantes para facilitar la absorción de líquidos acuosos. Un tejido no tejido se puede tratar también con una disolución tópica que contiene tensioactivos, pigmentos, agentes de deslizamiento, sal, u otros materiales para ajustar adicionalmente las propiedades de la superficie de la fibra.

(5) Artículos

Las fibras de la presente invención se pueden usar para fabricar telas no tejidas, entre otros artículos apropiados. Los artículos no tejidos se definen como artículos que contienen más del 15% de una pluralidad de fibras que son continuas o no continuas y están unidas una a otra física y/o químicamente. Las fibras se pueden convertir en materiales no tejidos por diferentes métodos de unión. Con las fibras continuas se puede formar una tela usando tecnologías estándar industriales del tipo de no tejido de filamentos mientras que con las fibras cortadas se puede formar una tela usando tecnologías estándar industriales de deposición en húmedo, deposición por aire o cardado. Los métodos de unión típicos incluyen: calandrado (presión y calor), calentamiento por aire, entrelazado mecánico, entrelazado hidrodinámico, punción con aguja, y unión química y/o unión por resina. Los métodos de unión preferidos son calandrado, calentamiento por aire, y unión química. Se requieren fibras térmicamente unibles para los métodos de unión de calentamiento por aire y calentamiento presurizado.

Las fibras de la presente invención se pueden también unir o combinar con otras fibras sintéticas o naturales para hacer artículos no tejidos. Las fibras sintéticas o naturales se pueden mezclar conjuntamente en el procedimiento de formación o se pueden usar en capas discretas. Las fibras sintéticas apropiadas incluyen fibras hechas de polipropileno, polietileno, poliéster, poliacrilatos, sus copolímeros, sus mezclas, o similares. Las fibras naturales incluyen fibras celulósicas, sus derivados, o fibras hechas de recursos celulósicos naturales procesados tales como rayón o almidón.

El material no tejido se puede combinar con materiales no tejidos o películas adicionales para producir un producto estratificado usado por sí mismo o como componente en una combinación compleja de otros materiales, tal como un pañal para bebé o compresas de cuidado femenino. Los artículos preferidos son artículos no tejidos desechables. Los productos resultantes pueden encontrar uso en filtros para aire, aceite o agua; filtros de aspiradora; filtros de horno; máscaras faciales; filtros para café, bolsas de té o café; materiales de aislamiento térmico y materiales de aislamiento acústico; materiales no tejidos para productos sanitarios de un solo uso tales como pañales, compresas femeninas y artículos para incontinencia; tejidos textiles biodegradables para mejorar la absorción de humedad y suavidad de uso tales como tejidos de microfibra o respirables; y tela estructurada electrostáticamente cargada para recoger y retirar polvo; refuerzos y telas para grados duros de papel, tales como papel para envolver, papel para escribir, papel de impresión, cartón corrugado, y telas para grados tisú de papel tal como papel de váter, papel de toalla, servilletas y tisú facial; usos médicos tales como paños quirúrgicos, vendas de heridas, vendajes, o parches dérmicos; y usos dentales tales como hilo dental o cerdas de cepillo de dientes. La tela fibrosa puede incluir también absorbentes de olor, repelentes de termitas, insecticidas, rodenticidas, y similares, para usos específicos. El producto resultante absorbe agua y aceite y puede encontrar uso en limpieza de agua o aceite derramado, o retención y desprendimiento controlado de agua para aplicaciones agrícolas u hortícolas. Las fibras o telas de fibra resultantes se pueden incorporar también en otros materiales tales como serrín, pasta de madera, plásticos, y hormigón, para formar materiales compuestos, que se pueden usar como materiales de construcción tales como paredes, bigas de soporte, cartones prensados, paredes secas y soportes, y paneles de techo; otros usos médicos tales como férulas y depresores de la lengua; y en troncos de chimenea para propósitos decorativos y/o de combustión. Los artículos preferidos de la presente invención incluyen materiales no tejidos desechables para aplicaciones médicas y de higiene. Las aplicaciones de higiene incluyen objetos tales como toallitas; pañales, particularmente la lámina superior o la lámina posterior; y compresas o productos femeninos, particularmente la lámina superior.

Ejemplo comparativo 1

Este ejemplo demuestra el hilado en fundido de un polímero de PLA. Un poli(ácido láctico) cristalino (PLA) se hila en fundido en forma de fibras usando un extrusor de un solo tornillo vertical que está montado en una plataforma que se puede elevar y bajar, y que está equipado con una hilera capilar de un solo agujero y un capilar de 0,5 milímetros de diámetro (relación de longitud a diámetro 2:1). El filamento fundido sale de la hilera capilar al aire ambiente a aproximadamente 25°C, y se estira con un dispositivo de tiro de aire de altura ajustable que usa aire comprimido suministrado a altas presiones para producir una corriente de aire que rodea y estira el filamento. El rendimiento del extrusor se mantiene relativamente constante a alrededor de 1,5 gramos por minuto por agujero, mientras que la distancia entre la salida de la hilera y la pistola de aire, la distancia entre la pistola de aire y la pantalla de recogida, las temperaturas de la hilera y del extrusor, así como la presión de la pistola de aire se varían para conseguir y recoger diámetros de fibra de menos de alrededor de 25 micrómetros de diámetro. Con PLA, no hay bloqueo o lazada de la fibra, y se recogen fibras con diámetros en el intervalo de 18-23 micrómetros. Este ejemplo demuestra que el polímero de PLA en sí mismo es hilable en fundido, y por ello útil como material de envoltura en la presente invención.

Ejemplo 2

Este ejemplo demuestra el hilado en fundido de mezclas binarias que comprenden un copolímero de polihidroxialcanoato preferido y un polímero de PLA. Específicamente, las mezclas que contienen un copolímero de polihidroxialcanoato de 3-hidroxibutirato con alrededor de 12 moles por ciento de 3-hidroxihexanoato (de aquí en adelante copolímero de PHBH) y el polímero de PLA del Ejemplo 1 se preparan primero combinando en fundido en un extrusor de dos tornillos a temperaturas y velocidades del tornillo que aseguran una buena mezcla de los dos componentes, y en la que se varía el nivel de PHBH de 10 a 70 por ciento en peso basado en el peso total del PHBH y PLA. Cada mezcla de PHBH/PLA combinada se hila en fundido en forma de fibras usando el procedimiento descrito en el Ejemplo 1. Para niveles de PHBH menores de alrededor de 35 por ciento en peso, no hay retroceso de fibra o adhesividad residual observables, y se recogen fibras con diámetros en el intervalo de 20-25 micrómetros. Comparar las propiedades táctiles de estas fibras de PHBH/PLA con las del PLA puro del Ejemplo 1 muestra una mejora apreciable de suavidad con la adición de estos niveles de bajos a moderados de PHBH al PLA. Para niveles de PHBH entre alrededor de 40 y 65 por ciento en peso, hay algo de retroceso de la fibra y de adhesividad residual que conduce a que muchas de las fibras se peguen entre sí, y se recojan fibras con diámetros en el intervalo de 23-46 micrómetros. Estas muestras de fibra se pueden peinar para romper muchas de las uniones fibra/fibra y dar muestras de fibras con una textura similar a "bolas de algodón". Para niveles de PHBH mayores de alrededor de 70 por ciento en peso, hay un sustancial retroceso de la fibra y adhesividad residual que conduce a que las fibras se peguen entre sí, y se recogen fibras con diámetros en el intervalo de 36-53 micrómetros. Este ejemplo muestra adicionalmente para este polihidroxialcanoato particular que (i) las mezclas de PHBH/PLA son hilables en fundido, (ii) las mezclas de PHBH/PLA con menos de alrededor de 35 por ciento en peso de PHBH son particularmente útiles como materiales de envoltura en la presente invención cuando la intención es aislar la región central e hilar en fundido fibras sin adhesividad, y (iii) las mezclas de PHBH/PLA con más de alrededor de 40 por ciento en peso de PHBH son particularmente útiles como material de envoltura en la presente invención cuando la intención es aislar la región central e hilar en fundido fibras para propósitos de unión in situ, en la que se prefiere para esta aplicación que las mezclas de PHBH/PLA contengan menos de alrededor de 70 por ciento en peso de PHBH.

Ejemplo 3

Este ejemplo demuestra el hilado en fundido de una mezcla ternaria que comprende un copolímero de polihidroxialcanoato preferido, un polímero de PLA, y un polímero preferido sensible a la humedad. Específicamente, una mezcla del copolímero de PHBH del Ejemplo 2, el polímero de PLA del Ejemplo 1, y un polímero de poli(óxido de etileno) (PEO) se prepara primero por el procedimiento de combinación en fundido en el Ejemplo 2, en el que el nivel de PHA es de 20 por ciento en peso, el nivel de PLA es de 64 por ciento en peso, y el nivel de PEO es de 16 por ciento en peso. La mezcla de PHBH/PLA/PEO combinada se hila en fundido en forma de fibras usando el procedimiento descrito en el Ejemplo 2, y se recogen fibras con diámetros en el intervalo de 14-25 micrómetros. Comparar las propiedades táctiles de estas fibras de PHBH/PLA/PEO con aquellas de las mezclas de PHBH/PLA 20/80 y 40/60 del Ejemplo 2 y con aquellas del PLA puro del Ejemplo 2 muestra una mejora apreciable en suavidad con la adición de una pequeña cantidad de PEO a las mezclas de PHBH/PLA, en las que el nivel de PHA en la primera mezcla de PHBH/PLA es el mismo que en la mezcla de PHBH/PLA/PEO y el nivel de PLA en la segunda mezcla de PHBH/PLA es similar al de la mezcla de PHBH/PLA/PEO. Este ejemplo muestra adicionalmente que una muestra juiciosa de materiales preferidos puede permanecer hilable en fundido, y por ello útil como material de envoltura en la presente invención, proporcionando superior suavidad comparada con algunos de los materiales individuales o sus combinaciones.

Ejemplo 4

Este ejemplo demuestra el hilado de una fibra bicomponente que usa PHA del Ejemplo 2 en el núcleo. Se usó una resina de PLA de Biomer, L5000, en la envoltura y PHA en el núcleo con una relación de envoltura a núcleo de 20/80, 40/60, 60/40 y 80/20. Los diámetros de la fibra variaban de 20 a 35 micrómetros. Este ejemplo ilustra el uso de polímero de alta Tg con PHA para fabricar fibras bicomponente.

Ejemplo 5

Este ejemplo demuestra el hilado de una fibra bicomponente que usa PHA del Ejemplo 2 en el núcleo con estiramiento mecánico. Se usó una resina de PLA de Biomer, L5000, en la envoltura y PHA en el núcleo con una relación de envoltura a núcleo de 50/50. Las fibras se estiraron mecánicamente usando un godet a 200 m/min y a continuación se estiraron mecánicamente hasta una relación de estiramiento de 5. La temperatura de estiramiento era de 40°C.

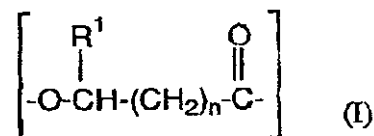
REIVINDICACIONES

1. Una composición hilada en fundido medioambientalmente degradable que comprende:

un polímero o copolímero de poli(ácido láctico) (PLA) que tiene un peso molecular promedio en peso de 10.000 g/mol a 600.000 g/mol, y

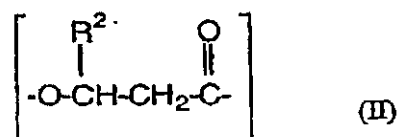
5 un copolímero de polihidroxicanoato que comprende por lo menos dos unidades monoméricas que se repiten al azar

en la que una primera unidad monomérica tiene la estructura (I)



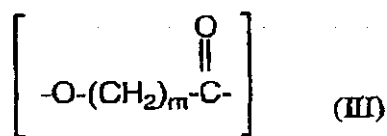
en la que R^1 es H, o alquilo de C1 o C2, y n es 1 o 2; y

10 en la que una segunda unidad monomérica tiene la estructura (II)



en la que R^2 es un alquilo de C3-C9,

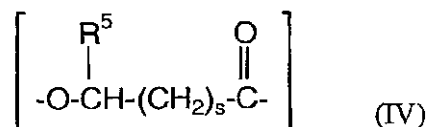
o la segunda unidad monomérica tiene la estructura (III)



15 en la que m es de 2 a 9

en la que la composición está en forma de una fibra que tiene un diámetro de 50 micrómetros o menos.

2. La composición de la reivindicación 1, en la que el copolímero de polihidroxicanoato comprende un tercer monómero que se repite al azar que tiene la estructura (IV):



20 en la que R^5 es H, o un alquilo o alqueno de C1-C19, y s es 1 o 2, con la condición de que el tercer monómero no sea el mismo que el primer o segundo monómero.

3. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente un segundo polímero o copolímero de polihidroxicanoato.

25 4. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el copolímero de polihidroxicanoato está presente en una cantidad de 10% a 90% en peso de la fibra.

5. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el polímero o copolímero de PLA está presente en una cantidad de 10% a 90% en peso de la fibra.

6. Una fibra multicomponente medioambientalmente degradable, en la que por lo menos un componente tiene la composición de la reivindicación 1.
7. Una fibra multicomponente medioambientalmente degradable, en la que un primer componente es el copolímero de polihidroxialcanoato de la composición de la reivindicación 1, y un segundo componente es el polímero o copolímero de PLA de la composición de la reivindicación 1.
8. La fibra multicomponente medioambientalmente degradable de la reivindicación 7, en la que la fibra tiene dos componentes que tienen una configuración envoltura/núcleo, en la que el primer componente es la envoltura y el segundo componente es el núcleo, o el primer componente es el núcleo y el segundo componente es la envoltura.
9. Una tela no tejida que comprende la fibra de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
10. Un artículo desechable que comprende la tela no tejida de la reivindicación 9.