

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 849 149**

51 Int. Cl.:

D01F 6/46 (2006.01)

E01C 13/08 (2006.01)

D01F 6/30 (2006.01)

D01F 6/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2016** **E 16382094 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020** **EP 3214211**

54 Título: **Céspedes artificiales y método para fabricarlos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.08.2021

73 Titular/es:

DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US

72 Inventor/es:

LÓPEZ, DAVID;
DEN DOEDLER, CORNELIS FJ;
NIETO, JESÚS;
BONAVOGLIA, BARBARA y
GEMOETS, FREDERIK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 849 149 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

Céspedes artificiales y método para fabricarlos

Campo de invención

La presente invención se refiere a césped artificial y a un método para fabricarlo.

5 Antecedentes de la invención

En general se conoce el uso de composiciones de polietileno, tales como polietilenos lineales de baja densidad, en la fabricación de películas de césped artificial. Para producir tales composiciones de polietileno puede emplearse cualquier método convencional, tal como un procedimiento en fase gaseosa, un procedimiento en suspensión o un procedimiento en solución. Además, para producir hilos para dichos céspedes artificiales se puede emplear cualquier procedimiento convencional, tal como un procedimiento de extrusión.

Se han empleado diversas técnicas de polimerización que utilizan diferentes sistemas catalíticos para producir tales composiciones de polietileno adecuadas para producciones de hilo para aplicaciones de césped artificial. El procedimiento típico utiliza un procedimiento de extrusión para producir hilos para céspedes artificiales.

A pesar de los esfuerzos de investigación en el desarrollo de composiciones de polietileno lineal de baja densidad adecuadas para la producción de hilo para aplicaciones de césped artificial, todavía existe la necesidad de una composición de polietileno lineal de baja densidad que permita funcionar a mayor velocidad de la línea de extrusión durante la producción de monofilamentos de hilo para césped artificial, sin comprometer el rizado, la contracción y el rendimiento mecánico.

Ejemplos de la técnica anterior relevante son el documento US 2013/190465 que describe un interpolímero de etileno/alfa-olefina adecuado para su uso en aplicaciones de fibras, y fibras fabricadas a partir del mismo, el documento US 5.977.251 que describe un sistema de polimerización en solución para polimerizar un monómero tipo olefina, el documento US 2013/0030123 que describe un hilo de césped artificial que contiene dos componentes: un copolímero de bloques de olefinas (OBC) y un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y el documento US 2014/0242304 que describe un hilo de césped artificial preparado a partir de una composición de polímero basada en etileno.

25 Sumario de la invención

La presente divulgación proporciona una composición de polietileno lineal de baja densidad, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales y un método para fabricarlos.

En una realización, la presente divulgación proporciona una composición de polietileno lineal de baja densidad que presenta cada una de las siguientes propiedades: (1) una fracción de CEF desde 70 a 90°C igual o superior al 80% de las fracciones de CEF totales; (2) un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido de acuerdo con la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo de igual o superior a 2,0 g/10 min e igual o inferior a 5,0 g/10 min; y (3) una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7.

En una realización, la presente divulgación proporciona además un artículo de fabricación seleccionado del grupo que consiste en cintas, fibras y filamentos, en donde el artículo se produce a partir de la composición de polietileno lineal de baja densidad, como se describe en el presente documento.

En una realización, la presente divulgación proporciona además un sistema de césped artificial que comprende: (i) un respaldo primario que tiene un lado superior y un lado inferior; (ii) al menos un filamento de césped artificial que comprende una composición de polietileno lineal de baja densidad, como se describe en el presente documento; (iii) en el que el al menos un filamento de césped artificial se fija al soporte primario de tal manera que el al menos un filamento de césped artificial proporciona una cara con mechones que se extiende hacia fuera desde el lado superior del soporte primario.

En una realización, la presente divulgación proporciona además un método de fabricación de un filamento de césped artificial, método que comprende: (a) proporcionar una composición de polietileno lineal de baja densidad que exhibe cada una de las siguientes propiedades: (1) una fracción de CEF de 70 a 90°C igual o superior al 80% del total de fracciones de CEF; (2) un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido de acuerdo con la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 g/10 min e igual o inferior a 5,0 g/10 min; y (3) una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7; y (b) extruir la composición de polietileno lineal de baja densidad en un filamento de césped artificial.

En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad, y un método para fabricarlos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que el método comprende además estirar el filamento de césped artificial a una relación de estiramiento predeterminada.

En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos,

céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad, y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que la composición de polietileno lineal de baja densidad presenta además una densidad (medida según la norma ASTM D792) de 0,915 a 0,925 g/cm³.

5 En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que la composición de polietileno comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de uno o más comonomeros seleccionados del grupo que consiste en 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

10 En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes excepto que la composición de polietileno no comprende unidades derivadas de octeno.

15 En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que la composición de polietileno se produce mediante un procedimiento de polimerización en solución o en fase gaseosa que utiliza uno o dos reactores.

20 En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que las cintas, fibras y filamentos exhiben un relación de estiramiento igual o superior a 4.

En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que las cintas, fibras y filamentos exhiben un encogimiento igual o inferior al 5,5%.

25 En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que las cintas, fibras y filamentos están estirados.

30 En una realización alternativa, la presente divulgación proporciona además composiciones, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales de polietileno lineal de baja densidad y un método para fabricar los mismos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones precedentes, excepto que los filamentos son monofilamentos.

Descripción detallada de la invención

35 La presente divulgación proporciona una composición de polietileno lineal de baja densidad, cintas, fibras y filamentos, céspedes artificiales y un método para fabricar los mismos. La composición de polietileno lineal de baja densidad según la presente divulgación exhibe cada una de las siguientes propiedades: (1) una fracción de CEF de 70 a 90°C igual o superior al 80% de las fracciones de CEF totales; (2) un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido de acuerdo con la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 g/10 min e igual o inferior a 5,0 g/10 min; y (3) una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7.

40 El artículo de fabricación según la presente divulgación se puede seleccionar del grupo que consiste en cintas, fibras y filamentos, en donde el artículo se produce a partir de la composición de polietileno lineal de baja densidad, como se describe en el presente documento.

45 El sistema de césped artificial según la presente divulgación comprende: (i) un respaldo primario que tiene un lado superior y un lado inferior; (ii) al menos un filamento de césped artificial que comprende una composición de polietileno lineal de baja densidad, como se describe en el presente documento; (iii) en el que el al menos un filamento de césped artificial se fija al soporte primario de tal manera que el al menos un filamento de césped artificial proporciona una cara con mechones que se extiende hacia fuera desde el lado superior del soporte primario.

50 En una realización, la presente divulgación proporciona además un método de fabricación de un filamento de césped artificial, método que comprende: (a) proporcionar una composición de polietileno lineal de baja densidad que exhibe cada una de las siguientes propiedades: (1) una fracción de CEF de 70 a 90°C igual o superior al 80% del total de fracciones de CEF; (2) un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido de acuerdo con la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 g/10 min e igual o inferior a 5,0 g/10 min; y (3) una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7; y (b) extruir la composición de polietileno lineal de baja densidad en un filamento de césped artificial.

Polietileno lineal de baja densidad

El polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) exhibe cada una de las siguientes propiedades: (1) una fracción CEF

ES 2 849 149 T3

de 70 a 90°C igual o superior al 80% de las fracciones CEF totales; (2) un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido de acuerdo con la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 g/10 min e igual o inferior a 5,0 g/10 min; y (3) una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7.

5 El polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) comprende un copolímero de etileno/ α -olefina que comprende (a) menos que o igual a 100 por ciento, por ejemplo, al menos 70 por ciento, o al menos 80 por ciento, o al menos 90 por ciento, en peso de las unidades derivadas del etileno; y (b) menos que 30 por ciento, por ejemplo, menos que 25 por ciento, o menos que 20 por ciento, o menos que 10 por ciento, en peso de unidades derivadas de uno o más comonómeros tipo α -olefina. La expresión "copolímero de etileno/ α -olefina" se refiere a un polímero que contiene más que 50 por ciento en moles de monómero etileno polimerizado (basado en la cantidad total de monómeros polimerizables) y al menos otro comonómero.

10 Los comonómeros tipo α -olefina normalmente no tienen más que 20 átomos de carbono. Por ejemplo, los comonómeros tipo α -olefina pueden tener preferiblemente de 3 a 8 átomos de carbono y más preferiblemente de 3 a 6 átomos de carbono. Los ejemplos de comonómeros de α -olefina incluyen, pero no se limitan a, propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno y 4-metil-1-penteno. El uno o más comonómeros tipo α -olefina se pueden seleccionar, por ejemplo, del grupo que consiste en propileno, 1-buteno, 1-hexeno, o como alternativa, del grupo que consiste en 1-buteno y 1-hexeno. En una realización, la resina de polietileno lineal de baja densidad no comprende unidades derivadas de 1-octeno.

15 El LLDPE tiene un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido según la norma ASTM D 1238 (2,16 kg @ 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 g/10 min e igual o inferior a 5,0 g/10 min. Todos los valores individuales y subintervalos de 2,0 a 5,0 g/10 min se incluyen y describen en el presente documento; por ejemplo, el I_2 puede variar desde un límite inferior de 2,0, 3,0 o 4,0 g/10 min hasta un límite superior de 3,0, 4,0 o 5,0 g/10 min. Por ejemplo, el I_2 puede ser de 2,0 a 5,0 g/10 min, o como alternativa, de 2,0 a 3,5 g/10 min, o como alternativa, de 3,5 a 5,0 g/10 min, o como alternativa, de 3,0 a 4,0 g/10 min.

25 El LLDPE se caracteriza por tener una relación de viscosidad a cizalla cero (ZSVR) en el intervalo de 1,2 a 5,0. Todos los valores individuales y subintervalos de 1,2 a 5,0 se incluyen y divulgan en el presente documento; por ejemplo, la ZSVR puede variar desde un límite inferior de 1,2, 1,4, 1,6, 1,8 hasta un límite superior de 2,0, 3,0, 4,0 o 5,0. Por ejemplo, la ZSVR puede oscilar entre 1,2 y 5,0, o como alternativa, entre 1,5 y 4, o como alternativa, entre 1,8 y 3,5.

30 El LLDPE tiene una densidad en el intervalo de 0,915 a 0,940 g/cm³, por ejemplo, de 0,915 a 0,925 g/cm³. Todos los valores individuales y subintervalos de 0,915 a 0,940 g/cm³ se incluyen y divulgan en este documento; por ejemplo, la densidad puede oscilar entre un límite inferior de 0,915, 0,920, 0,925, 0,930 o 0,935 g/cm³ hasta un límite superior de 0,917, 0,922, 0,927, 0,932, 0,937 o 0,940 g/cm³. Por ejemplo, la densidad puede ser de 0,915 a 0,940 g/cm³ o, alternativamente, de 0,915 a 0,927 g/cm³, o, alternativamente, de 0,927 a 0,940 g/cm³ o, alternativamente, de 0,915 a 0,921 g/cm³.

35 El LLDPE tiene una distribución de pesos moleculares (M_w/M_n) en el intervalo de 2,0 a 3,5. Todos los valores individuales y subintervalos de 2,0 a 3,5 se incluyen y divulgan en este documento; por ejemplo, la distribución de pesos moleculares (M_w/M_n) puede variar desde un límite inferior de 2, 2,1, 2,2, 2,4, 2,5 o 2,6 hasta un límite superior de 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,7, 2,9, 3,2 o 3,5. Por ejemplo, la distribución de pesos moleculares (M_w/M_n) puede ser de 2,0 a 3,5, o, alternativamente, de 2,0 a 2,4, o, alternativamente, de 2,0 a 2,8, o, alternativamente, de 2,8 a 3,5.

40 El LLDPE tiene una distribución de pesos moleculares (M_z/M_n) en el intervalo de 3,5 a 6. Todos los valores individuales y subintervalos de 3,5 a 6 se incluyen y divulgan en el presente documento; por ejemplo, la distribución de pesos moleculares (M_z/M_n) puede ser desde un límite inferior de 3,5, 3,7, 3,9, 4,5 o 5 hasta un límite superior de 3,5, 4,0, 4,2, 4,4, 4,7, 5,0, 5,5 o 6,0. Por ejemplo, la distribución de pesos moleculares (M_z/M_n) puede variar de 3,5 a 6, o, alternativamente, de 3,5 a 4,8, o, alternativamente, de 4,8 a 6, o, alternativamente, de 4 a 5, o, alternativamente, de 3,5 a 4,5.

45 El LLDPE tiene una asimetría en la distribución de pesos moleculares [$(M_w/M_n)/(M_z/M_w)$] es decir, $M_w^2/(M_n \cdot M_z)$ en el intervalo de 1,00 a 1,40. Por ejemplo, la asimetría de la distribución de pesos moleculares $M_w^2/(M_n \cdot M_z)$ puede ser desde un límite inferior de 1,0, 1,05, 1,10, 1,15 o 1,20 hasta un límite superior de 1,25, 1,30, 1,35 o 1,40. Por ejemplo, la asimetría de la distribución de pesos moleculares $M_w^2/(M_n \cdot M_z)$ puede variar de 1,00 a 1,40, o, alternativamente, de 1,00 a 1,20, o, alternativamente, de 1,20 a 1,40, o, alternativamente, de 1,10 a 1,30.

50 El LLDPE tiene una insaturación vinílica de menos que 150 vinilos por millón de átomos de carbono presentes en la columna vertebral del LLDPE. Todos los valores y subintervalos individuales de menos que 150 vinilos por un millón de átomos de carbono se incluyen y describen en el presente documento; por ejemplo, la insaturación vinílica puede ser menor que 150, o, como alternativa, menos que 120, o, como alternativa, menos que 80, o, como alternativa, menos que 50 vinilos por un millón de átomos de carbono presentes en la cadena principal del LLDPE.

55 El LLDPE tiene un calor de cristalización en el intervalo de 135 a 145 J/g. Todos los valores y subintervalos individuales de 135 a 145 J/g se incluyen y describen en el presente documento; por ejemplo, el calor de cristalización puede ser desde un límite inferior de 135, 136, 137 o 138 J/g hasta un límite superior de 140, 141, 143 o 145 J/g. Por ejemplo, el calor de cristalización puede estar en el intervalo de 135 a 145 J/g, o en la alternativa, de 135 a 140 J/g, o en la

alternativa, de 140 a 145 J/g, o en el alternativa, de 137 a 142 J/g.

El LLDPE tiene una temperatura máxima de cristalización en el intervalo de 94 a 101°C. Todos los valores individuales y subintervalos de 94 a 101°C se incluyen y describen en este documento; por ejemplo, la temperatura máxima de cristalización puede ser desde un límite inferior de 94, 95, 96 o 97°C hasta un límite superior de 98, 99, 100 o 101°C. Por ejemplo, la temperatura máxima de cristalización puede ser de 94 a 101°C, o como alternativa, de 94 a 97°C, o como alternativa, de 97 a 101°C, o como alternativa, de 95 a 99°C.

El LLDPE tiene un calor de fusión en el intervalo de 135 a 145 J/g. Todos los valores y subintervalos individuales de 135 a 145 J/g se incluyen y describen en el presente documento; por ejemplo, el calor de fusión puede ser desde un límite inferior de 135, 136, 137 o 138 J/g hasta un límite superior de 140, 141, 143 o 145 J/g. Por ejemplo, el calor de fusión puede ser de 135 a 145 J/g, o como alternativa, de 135 a 140 J/g, o como alternativa, de 140 a 145 J/g, o como alternativa, de 137 hasta 142 J/g.

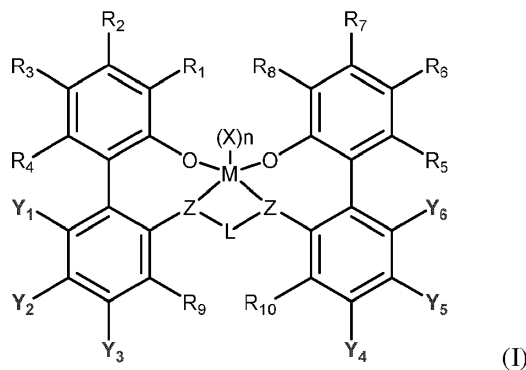
El LLDPE tiene una temperatura de fusión máxima en el intervalo de 108 a 116°C. Todos los valores individuales y subintervalos de 94 a 101°C se incluyen y describen en este documento; por ejemplo, la temperatura máxima de fusión puede ser desde un límite inferior de 108, 109, 110 u 111°C hasta un límite superior de 113, 114, 115 o 116°C. Por ejemplo, la temperatura máxima de fusión puede ser de 108 a 116°C, o como alternativa, de 108 a 112°C, o como alternativa, de 112 a 116°C, o como alternativa, de 110 a 114°C.

En una realización, el LLDPE comprende menos que o igual a 100 partes, por ejemplo, menos que 10 partes, menos que 8 partes, menos que 5 partes, menos que 4 partes, menos que 1 parte, menos que 0,5 partes o menos que 0,1 partes en peso de residuos de complejo metálico que quedan procedentes de un sistema catalizador que comprende un complejo metálico de un ariloxiéter polivalente por un millón de partes de LLDPE. Los residuos de complejo metálico que quedan en el LLDPE procedentes del sistema catalizador que comprende un complejo metálico de un ariloxiéter polivalente pueden medirse mediante fluorescencia de rayos X (XRF), que se calibra con patrones de referencia. En un método preferido, los gránulos de resina polimérica se pueden moldear por compresión a temperatura elevada en placas que tienen un grosor de aproximadamente 0,952 cm (3/8 de pulgada) para la medición por rayos X. A concentraciones muy bajas de complejo metálico, tal como por debajo de 0,1 ppm, ICP-AES sería un método adecuado para determinar los residuos de complejo metálico presentes en el LLDPE.

El LLDPE puede comprender además componentes adicionales tales como uno o más de otros polímeros y/o uno o más aditivos. Dichos aditivos incluyen, pero no se limitan a, agentes antiestáticos, potenciadores del color, colorantes, lubricantes, cargas tales como TiO₂ o CaCO₃, opacificantes, nucleantes, coadyuvantes de procesamiento, pigmentos, antioxidantes primarios, antioxidantes secundarios, coadyuvantes de procesamiento, estabilizadores UV, antiadherentes, agentes deslizantes, adhesivos, retardadores de fuego, agentes antimicrobianos, agentes reductores de olores, agentes antifúngicos y combinaciones de los mismos. El LLDPE puede contener de aproximadamente un 0,1 a aproximadamente un 10 por ciento del peso combinado de tales aditivos, basado en el peso del LLDPE que incluye tales aditivos.

Para producir el LLDPE se puede emplear cualquier procedimiento convencional de reacción de (co)polimerización de etileno en solución de un único reactor. Un método para fabricar el LLDPE descrito en este documento se describe en detalle en la Patente de EE.UU. 5.977.251.

En una realización, el LLDPE se prepara mediante un procedimiento de polimerización en un sistema de un único reactor de bucle en fase de solución, en donde el sistema catalizador comprende (a) uno o más procatalizadores que comprenden un complejo metal-ligando de la siguiente fórmula (I):



M es titanio, zirconio o hafnio, estando cada uno independientemente en un estado de oxidación formal de +2, +3 o +4; y n es un número entero de 0 a 3, y en donde cuando n es 0, X está ausente; y

cada X es independientemente un ligando monodentado que es neutro, monoaniónico o dianiónico; o se toman dos X juntos para formar un ligando bidentado que es neutro, monoaniónico o dianiónico; y X y n se eligen de tal manera

que el complejo metal-ligando de fórmula (I) sea, globalmente, neutro; y

cada Z es independientemente O, S, N(C₁-C₄₀)hidrocarbilo o P(C₁-C₄₀)hidrocarbilo;

L es (C₂-C₄₀)hidrocarbilenilo o (C₂-C₄₀)heterohidrocarbilenilo, en el que el (C₂-C₄₀)hidrocarbilenilo tiene una porción que comprende una cadena principal enlazante de 2 átomos de carbono a 10 átomos de carbono que une los átomos Z en la fórmula (I) (a los que L está unido) y el (C₂-C₄₀)heterohidrocarbilenilo tiene una porción que comprende una cadena principal enlazante de 3 átomos a 10 átomos que une los átomos Z en la fórmula (I), en donde cada uno de los 3 a 10 átomos de la cadena principal enlazante de 3 átomos a 10 átomos del (C₂-C₄₀)heterohidrocarbilenilo es independientemente un átomo de carbono o heteroátomo, en donde cada heteroátomo es independientemente O, S, S(O), S(O)₂, Si(R^C)₂, Ge(R^C)₂, P(R^P), o N(R^N), en donde independientemente cada R^C se selecciona del grupo que consiste en (C₁-C₄₀)hidrocarbilo. Como se usa en este documento, el grupo R^C incluye la situación en la que dos grupos R^C se unen conjuntamente para formar un anillo dirradical y en donde el Si está dentro del anillo. Cada R^P es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo; y cada R^N es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo o está ausente; y

R₁₋₁₀ se seleccionan cada uno independientemente del grupo que consiste en un (C₁-C₄₀)hidrocarbilo, (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo, Si(R^C)₃, Ge(R^C)₃, P(R^P)₂, N(R^N)₂, OR^C, SR^C, NO₂, CN, CF₃, R^CS(O)-, R^C(SO)₂-, (R^C)₂C=N-, R^CC(O)O-, R^COC(O)-, R^CC(O)N(R)-, (R^C)₂NC(O)-, átomo de halógeno, átomo de hidrógeno y cualquier combinación de los mismos, y

al menos dos de Y₁-Y₃ y al menos dos de Y₄-Y₆ son átomos de flúor y cuando sólo dos de Y₁-Y₃ y solo dos de Y₄-Y₆ son átomos de flúor, los Y₁-Y₆ que no son flúor se seleccionan del grupo que consiste en un átomo de H, grupos alquilo, grupos arilo, grupos heteroarilo y grupos alcoxi, y

opcionalmente dos o más grupos R de los grupos R₁₋₁₀ (por ejemplo, de R₁₋₄, R₅₋₈) se pueden combinar conjuntamente en estructuras anulares con estructuras anulares tales que tienen de 2 a 50 átomos en el anillo excluyendo cualquier átomo de hidrógeno.

Como se usa en este documento, el término "(C_x-C_y)hidrocarbilo" significa un radical hidrocarbonado de x a y átomos de carbono y el término "(C_x-C_y)hidrocarbilenilo" significa un dirradical hidrocarbonado de x a y átomos de carbono y el término "(C_x-C_y)alquilo" significa un grupo alquilo de x a y átomos de carbono y el término "(C_x-C_y)cicloalquilo" significa un grupo cicloalquilo de x a y átomos de carbono.

Como se usa en este documento, el término "(C₁-C₄₀)hidrocarbilo" significa un radical hidrocarbonado de 1 a 40 átomos de carbono y el término "(C₂-C₄₀)hidrocarbilenilo" significa un dirradical hidrocarbonado de 2 a 40 átomos de carbono, en donde cada radical y dirradical hidrocarbonado es independientemente aromático (6 átomos de carbono o más) o no aromático, saturado o insaturado, de cadena lineal o ramificada, cíclico (incluyendo mono y policíclico, policíclico condensado y no condensado, incluido el bicíclico; 3 átomos de carbono o más) o acíclico, o una combinación de dos o más de los mismos; y cada radical y dirradical hidrocarbonado independientemente es igual o diferente de otro radical y dirradical hidrocarbonado, respectivamente, e independientemente está sin sustituir o sustituido con uno o más R^S.

Preferiblemente, un (C₁-C₄₀)hidrocarbilo es independientemente un (C₁-C₄₀)alquilo, (C₃-C₄₀)cicloalquilo, (C₃-C₂₀)cicloalquil-(C₁-C₂₀)alquileno, (C₆-C₄₀)arilo, o (C₆-C₂₀)arilo-(C₁-C₂₀)alquileno. Más preferiblemente, cada uno de los grupos (C₁-C₄₀)hidrocarbilo anteriormente mencionados tiene independientemente un máximo de 20 átomos de carbono (es decir, (C₁-C₂₀)hidrocarbilo), y aún más preferiblemente un máximo de 12 átomos de carbono.

Los términos "(C₁-C₄₀)alquilo" y "(C₁-C₁₈)alquilo" significan un radical hidrocarbonado saturado lineal o ramificado de 1 a 40 átomos de carbono o de 1 a 18 átomos de carbono, respectivamente, que está sin sustituir o sustituido con uno o más R^S. Ejemplos de (C₁-C₄₀)alquilo no sustituido son (C₁-C₂₀)alquilo no sustituido; (C₁-C₁₀)alquilo no sustituido; (C₁-C₅)alquilo no sustituido; metilo; etilo; 1-propilo; 2-propilo; 1-butilo; 2-butilo; 2-metilpropilo; 1,1-dimetiletilo; 1-pentilo; 1-hexilo; 1-heptilo; 1-nonilo; y 1-decilo. Ejemplos de (C₁-C₄₀)alquilo sustituido son (C₁-C₂₀)alquilo sustituido, (C₁-C₁₀)alquilo sustituido, trifluorometilo y (C₄₅)alquilo. El (C₄₅)alquilo es, por ejemplo, un (C₂₇-C₄₀)alquilo sustituido por un R^S, que es un (C₁₈-C₅)alquilo, respectivamente. Preferiblemente, cada (C₁-C₅)alquilo es independientemente metilo, trifluorometilo, etilo, 1-propilo, 1-metiletilo o 1,1-dimetiletilo.

El término "(C₆-C₄₀)arilo" significa un radical hidrocarburo aromático mono-, bi- o tricíclico de 6 a 40 átomos de carbono sustituido o no sustituido (por uno o más R^S), de los cuales al menos 6 a 14 de los átomos de carbono son átomos de carbono del anillo aromático, y el radical mono-, bi- o tricíclico comprende 1, 2 o 3 anillos, respectivamente; en donde el anillo 1 es aromático y los anillos 2 o 3 independientemente están condensados o no condensados y al menos uno de los 2 o 3 anillos es aromático. Ejemplos de (C₆-C₄₀)arilo no sustituido son (C₆-C₂₀)arilo no sustituido; (C₆-C₁₈)arilo no sustituido; 2-(C₁-C₅)alquil-fenilo; 2,4-bis(C₁-C₅)alquil-fenilo; fenilo; fluorenilo; tetrahidrofluorenilo; indacenilo; hexahidroindacenilo; indenilo; dihidroindenilo; naftilo; tetrahidronaftilo; y fenantreno. Ejemplos de (C₆-C₄₀)arilo sustituido son (C₆-C₂₀)arilo sustituido; (C₆-C₁₈)arilo sustituido; 2,4-bis[(C₂₀)alquil]-fenilo; polifluorofenilo; pentafluorofenilo; y fluoren-9-ona-1-ilo.

El término "(C₃-C₄₀)cicloalquilo" significa un radical hidrocarbonado cíclico saturado de 3 a 40 átomos de carbono que está sin sustituir o sustituido con uno o más R^S. Otros grupos cicloalquilo (por ej., (C₃-C₁₂)cicloalquilo) se definen de manera análoga. Ejemplos de (C₃-C₄₀)cicloalquilo no sustituido son (C₃-C₂₀)cicloalquilo no sustituido, (C₃-

C₁₀)cicloalquilo no sustituido, ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo, ciclohexilo, cicloheptilo, ciclooctilo, ciclonoilo y ciclodecilo. Ejemplos de (C₃-C₄₀)cicloalquilo sustituido son (C₃-C₂₀)cicloalquilo sustituido, (C₃-C₁₀)cicloalquilo sustituido, ciclopentanon-2-ilo y 1-fluorociclohexilo.

5 Ejemplos de (C₁-C₄₀)hidrocarbilenos son (C₆-C₄₀)arileno, (C₃-C₄₀)cicloalquileno y (C₁-C₄₀)alquileno (por ej., (C₁-C₂₀)alquileno) sustituidos o no sustituidos. En algunas realizaciones, los dirradicales están en un mismo átomo de carbono (por ej., -CH₂-) o en átomos de carbono adyacentes (es decir, 1,2-dirradicales), o están separados por uno, dos o más átomos de carbono intermedios (p. ej., 1,3-dirradicales, 1,4-dirradicales respectivos, etc.). Se prefiere un 1,2-, 1,3-, 1,4- o un alfa,omega-dirradical y más preferiblemente un 1,2-dirradical. El alfa, omega-dirradical es un dirradical que tiene un espaciado máximo de la cadena principal de átomos de carbono entre los átomos de carbono de los radicales. Es más preferida una versión 1,2-dirradical, 1,3-dirradical o 1,4-dirradical de (C₆-C₁₈)arileno, (C₃-C₂₀)cicloalquileno o (C₂-C₂₀)alquileno.

10 El término "(C₃-C₄₀)cicloalquileno" significa un dirradical cíclico (es decir, los radicales están en átomos del anillo) de 3 a 40 átomos de carbono que está sin sustituir o sustituido con uno o más R^S. Ejemplos de (C₃-C₄₀)cicloalquileno no sustituido son 1,3-ciclopropileno, 1,1-ciclopropileno y 1,2-ciclohexileno. Ejemplos de (C₃-C₄₀)cicloalquileno sustituido son 2-oxo-1,3-ciclopropileno y 1,2-dimetil-1,2-ciclohexileno.

15 El término "(C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo" significa un radical heterohidrocarbonado de 1 a 40 átomos de carbono y el término "(C₁-C₄₀)heterohidrocarbilenos" significa un dirradical heterohidrocarbonado de 1 a 40 átomos de carbono, y cada heterohidrocarburo tiene independientemente uno o más heteroátomos O; S; S(O); S(O)₂; Si(R^C)₂; Ge(R^C)₂; P(R^P); y N(R^N), en donde independientemente cada R^C es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo no sustituido, cada R^P es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo no sustituido; y cada R^N es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo no sustituido o está ausente (por ej., ausente cuando N comprende -N= o N sustituido con tres átomos de carbono). El radical heterohidrocarbonado y cada uno de los dirradicales heterohidrocarbonados está independientemente en un átomo de carbono o heteroátomo del mismo, aunque preferiblemente está en un átomo de carbono cuando está unido a un heteroátomo en la fórmula (I) o a un heteroátomo de otro heterohidrocarbilo o heterohidrocarbilenos. Cada uno de (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo y (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilenos está independientemente sustituido o no sustituido (por uno o más R^S), es aromático o no aromático, saturado o insaturado, de cadena lineal o ramificada, cíclico (incluidos mono y policíclicos, policíclicos condensados y no condensados) o acíclico, o una combinación de dos o más de los mismos; y cada uno es respectivamente igual o diferente de otro.

20 Preferiblemente, el (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo independientemente es (C₁-C₄₀)heteroalquilo, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-O-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-S-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-S(O)-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-S(O)₂-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-Si(R^C)₂-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-Ge(R^C)₂-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-N(R^N)-, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo-P(R^P)-, (C₂-C₄₀)heterocicloalquilo, (C₂-C₁₉)heterocicloalquil-(C₁-C₂₀)alquileno, (C₃-C₂₀)cicloalquil-(C₁-C₁₉)heteroalquileno, (C₂-C₁₉)heterocicloalquil-(C₁-C₂₀)heteroalquileno, (C₁-C₄₀)heteroarilo, (C₁-C₁₉)heteroaril-(C₁-C₂₀)alquileno, (C₆-C₂₀)arilo-(C₁-C₁₉)heteroalquileno o (C₁-C₁₉)heteroaril-(C₁-C₂₀)heteroalquileno, sustituidos o no sustituidos. El término "(C₁-C₄₀)heteroarilo" significa un radical hidrocarbonado heteroaromático mono-, bi- o tricíclico de 1 a 40 átomos de carbono totales y de 1 a 4 heteroátomos, sustituido o no sustituido (por uno o más R^S), y el radical mono-, bi- o tricíclico comprende 1, 2 o 3 anillos, respectivamente, en donde 2 o 3 anillos independientemente están condensados o no condensados y al menos uno de los 2 o 3 anillos es heteroaromático. Otros grupos heteroarilo (p. ej., (C₄-C₁₂)heteroarilo) se definen de manera análoga. El radical hidrocarbonado heteroaromático monocíclico es un anillo de 5 o 6 miembros. El anillo de 5 miembros tiene de 1 a 4 átomos de carbono y de 4 a 1 heteroátomos, respectivamente, siendo cada heteroátomo O, S, N o P, y preferiblemente O, S o N. Ejemplos de radical hidrocarbonado heteroaromático de anillo de 5 miembros son pirrol-1-ilo; pirrol-2-ilo; furan-3-ilo; tiolen-2-ilo; pirazol-1-ilo; isoxazol-2-ilo; isotiazol-5-ilo; imidazol-2-ilo; oxazol-4-ilo; tiazol-2-ilo; 1,2,4-triazol-1-ilo; 1,3,4-oxadiazol-2-ilo; 1,3,4-tiadiazol-2-ilo; tetrazol-1-ilo; tetrazol-2-ilo; y tetrazol-5-ilo. El anillo de 6 miembros tiene 4 o 5 átomos de carbono y 2 o 1 heteroátomos, siendo los heteroátomos N o P, y preferiblemente N. Ejemplos de radical hidrocarbonado heteroaromático de anillo de 6 miembros son piridin-2-ilo; pirimidin-2-ilo; y pirazin-2-ilo. El radical hidrocarbonado heteroaromático bicíclico es preferiblemente un sistema de anillos 5,6 o 6,6 condensados. Ejemplos del radical hidrocarbonado heteroaromático bicíclico del sistema de anillos 5,6 condensados son indol-1-ilo; y bencimidazol-1-ilo. Ejemplos del radical hidrocarbonado heteroaromático bicíclico del sistema de anillos 6,6 condensados son quinolin-2-ilo; e isoquinolin-1-ilo. El radical hidrocarbonado heteroaromático tricíclico es preferiblemente un sistema de anillos 5,6,5-; 5,6,6-; 6,5,6-; o 6,6,6 condensados. Un ejemplo del sistema de anillos 5,6,5 condensados es 1,7-dihidropirrol[3,2-*f*]indol-1-ilo. Un ejemplo del sistema de anillos 5,6,6 condensados es 1-*H*-benzo[*f*]indol-1-ilo. Un ejemplo del sistema de anillos 6,5,6 condensados es 9-*H*-carbazol-9-ilo. Un ejemplo del sistema de anillos 6,6,6 condensados es acridin-9-ilo.

55 En algunas realizaciones el (C₁-C₄₀)heteroarilo es carbazolilo 2,7-disustituido o carbazolilo 3,6-disustituido o carbazoles no sustituidos, más preferiblemente en donde cada R^S independientemente es fenilo, metilo, etilo, isopropilo o butilo terciario, aún más preferiblemente 2,7-di(butilo terciario)-carbazolilo, 3,6-di(butilo terciario)-carbazolilo, 2,7-di(octilo terciario)carbazolilo, 3,6-di(octilo terciario)carbazolilo, 2,7-difenilcarbazolilo, 3,6-difenilcarbazolilo, 2,7-bis(2,4,6-trimetilfenil)carbazolilo o 3,6-bis(2,4,6-trimetilfenil)-carbazolilo.

60 Los grupos heteroalquilo y heteroalquileno antes mencionados son radicales o dirradicales saturados de cadena lineal o ramificada, respectivamente, que contienen (C₁-C₄₀) átomos de carbono, o menos átomos de carbono según sea el caso, y uno o más de los heteroátomos Si(R^C)₂, Ge(R^C)₂, P(R^P), N (R^N), N, O, S, S(O) y S(O)₂ como se definieron

anteriormente, en donde cada uno de los grupos heteroalquilo y heteroalquileo independientemente está sin sustituir o sustituido con uno o más R^S.

Ejemplos de (C₂-C₄₀)heterocicloalquilo no sustituido son (C₂-C₂₀)heterocicloalquilo no sustituido, (C₂-C₁₀)heterocicloalquilo no sustituido, aziridin-1-ilo, oxetan-2-ilo, tetrahidrofuran-3-ilo, pirrolidin-1-ilo, tetrahidrotiofen-5,5-dióxido-2-ilo, morfolin-4-ilo, 1,4-dioxano-2-ilo, hexahidroazepin-4-ilo, 3-oxa-ciclooctilo, 5-tio-ciclononilo y 2-azaciclodecilo.

La expresión "átomo de halógeno" significa un átomo de flúor (F), un átomo de cloro (Cl), un átomo de bromo (Br) o un átomo de yodo (I). Preferiblemente, cada átomo de halógeno es independientemente el radical Br, F o Cl, y más preferiblemente el radical F o Cl. El término "haluro" significa anión fluoruro (F⁻), cloruro (Cl⁻), bromuro (Br⁻), o yoduro (I⁻).

A menos que se indique lo contrario en el presente documento, el término "heteroátomo" significa O, S, S(O), S(O)₂, Si(R^C)₂, Ge(R^C)₂, P(R^P), o N(R^N), en donde independientemente cada R^C es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo no sustituido, cada R^P es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo no sustituido; y cada R^N es (C₁-C₄₀)hidrocarbilo no sustituido o está ausente (ausente cuando N comprende -N=). Preferiblemente, no hay ningún enlace O-O, S-S u O-S, distinto de los enlaces O-S en un grupo funcional dirradical S(O) o S(O)₂, en el complejo metal-ligando de fórmula (I). Más preferiblemente, no hay ningún enlace O-O, N-N, P-P, N-P, S-S u O-S, distinto de los enlaces O-S en un grupo funcional dirradical S(O) o S(O)₂, en el complejo metal-ligando de fórmula (I).

Preferiblemente, no hay ningún enlace O-O, S-S u O-S, distinto de los enlaces O-S en un grupo funcional dirradical S(O) o S(O)₂, en el complejo metal-ligando de fórmula (I). Más preferiblemente, no hay ningún enlace O-O, N-N, P-P, N-P, S-S u O-S, distinto de los enlaces O-S en un grupo funcional dirradical S(O) o S(O)₂, en el complejo metal-ligando de fórmula (I).

El término "saturado" significa que carece de dobles enlaces carbono-carbono, triples enlaces carbono-carbono y (en los grupos que contienen heteroátomos) enlaces dobles o triples carbono-nitrógeno, carbono-fósforo y carbono-silicio. Cuando un grupo químico saturado está sustituido por uno o más sustituyentes R^S, en los sustituyentes R^S pueden opcionalmente estar presentes o no uno o más enlaces dobles y/o triples. El término "insaturado" significa que contiene uno o más dobles enlaces carbono-carbono, triples enlaces carbono-carbono y (en grupos que contienen heteroátomos) dobles enlaces o triples enlaces carbono-nitrógeno, carbono-fósforo y carbono-silicio, sin incluir cualquiera de tales dobles enlaces que puedan estar presentes en los sustituyentes R^S, si los hay, o en anillos (hetero)aromáticos, si los hay.

M es titanio, zirconio o hafnio. En una realización, M es zirconio o hafnio y en otra realización M es hafnio. En algunas realizaciones, M está en un estado de oxidación formal de +2, +3 o +4. En algunas realizaciones, n es 0, 1, 2 o 3. Cada X es independientemente un ligando monodentado que es neutro, monoaniónico o dianiónico; o dos X se toman juntos para formar un ligando bidentado que es neutro, monoaniónico o dianiónico. X y n se eligen de tal manera que el complejo metal-ligando de fórmula (I) sea, en general, neutro. En algunas realizaciones, cada X es independientemente el ligando monodentado. En una realización, cuando hay dos o más ligandos monodentados X, cada X es el mismo. En algunas realizaciones, el ligando monodentado es el ligando monoaniónico. El ligando monoaniónico tiene un estado de oxidación formal neto de -1. Cada ligando monoaniónico puede ser independientemente hidruro, un carbanión (C₁-C₄₀)hidrocarbilo, un carbanión (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo, haluro, nitrato, carbonato, fosfato, sulfato, HC(O)O⁻, (C₁-C₄₀)hidrocarbiloC(O)O⁻, HC(O)N(H)⁻, (C₁-C₄₀)hidrocarbiloC(O)N(H)⁻, (C₁-C₄₀)hidrocarbiloC(O)N((C₁-C₂₀)hidrocarbilo), R^KR^LB⁻, R^KR^LN⁻, R^KO⁻, R^KS⁻, R^KR^LP⁻ o R^MR^KR^LSi⁻, en donde cada R^K, R^L y R^M independientemente es hidrógeno, (C₁-C₄₀)hidrocarbilo o (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo o R^K y R^L se toman juntos para formar un (C₂-C₄₀)hidrocarbilo o (C₁-C₄₀)heterohidrocarbilo y R^M es como se definió anteriormente.

Componente cocatalizador

El procatalizador que comprende el complejo metal-ligando de fórmula (I) puede volverse catalíticamente activo, en algunas realizaciones, poniéndolo en contacto con, o combinándolo con, el cocatalizador activador o utilizando una técnica de activación tales como las que se conocen en la técnica para su uso con reacciones de polimerización de olefinas basadas en metales. Los cocatalizadores de activación adecuados para su uso en la presente invención incluyen alquilaluminios; alumoxanos poliméricos u oligoméricos (también conocidos como aluminoxanos); ácidos de Lewis neutros; y compuestos formadores de iones no poliméricos, no coordinantes (incluyendo el uso de tales compuestos en condiciones oxidantes). Una técnica de activación adecuada es la electrólisis en masa. También se contemplan combinaciones de uno o más de los cocatalizadores y técnicas de activación anteriores. El término "alquilaluminio" significa un dihidruro de monoalquilaluminio o dihaluro de monoalquilaluminio, un hidruro de dialquilaluminio o haluro de dialquilaluminio, o un trialquilaluminio. Los aluminoxanos y sus preparaciones se conocen, por ejemplo, en el Número de Patente de los Estados Unidos (USPN) US 6.103.657. Ejemplos de alumoxanos poliméricos u oligoméricos preferidos son metilalumoxano, metilalumoxano modificado con triisobutilaluminio e isobutilalumoxano.

Ejemplos de cocatalizadores activadores tipo ácido de Lewis son compuestos de metales del Grupo 13 que contienen de 1 a 3 sustituyentes hidrocarbilo como se describe en el presente documento. En algunas realizaciones, los compuestos de metales del Grupo 13 ejemplo son compuestos de aluminio sustituido con tri(hidrocarbilo) o

tri(hidrocarbilo)boro. En algunas otras realizaciones, los compuestos de metales del Grupo 13 ejemplo son compuestos de aluminio sustituido con tri(hidrocarbilo)- o tri(hidrocarbilo)boro y son compuestos de tri((C₁-C₁₀)alquil)aluminio o tri((C₆-C₁₈)aril)boro y derivados halogenados (incluidos los perhalogenados) de los mismos. En algunas otras realizaciones, los compuestos de metales del Grupo 13 ejemplo son tris(fenil fluoro-sustituido)boranos, en otras realizaciones, tris(pentafluorofenil)borano. En algunas realizaciones, el cocatalizador activador es un tris((C₁-C₂₀)hidrocarbilo)borato (p. ej., tetrafluoroborato de tritilo) o un tri((C₁-C₂₀)hidrocarbilo)amonio tetra((C₁-C₂₀)hidrocarbilo)borano (por ej., tetraquis(pentafluorofenil)borano de bis(octadecil)metilamonio). Como se usa en este documento, el término "amonio" significa un catión de nitrógeno que es un ((C₁-C₂₀)hidrocarbilo)₄N⁺, un ((C₁-C₂₀)hidrocarbilo)₃N(H)⁺, un ((C₁-C₂₀)hidrocarbilo)₂N(H)₂⁺, (C₁-C₂₀)hidrocarbiloN(H)₃⁺ o N(H)₄⁺, en donde cada (C₁-C₂₀)hidrocarbilo puede ser igual o diferente.

Ejemplos de combinaciones de cocatalizadores activadores tipo ácido de Lewis neutros incluyen mezclas que comprenden una combinación de un compuesto de tri((C₁-C₄)alquil)aluminio y un compuesto de tri((C₆-C₁₈)aril)boro, especialmente un tris(pentafluorofenil)borano. Otras realizaciones ejemplo son combinaciones de tales mezclas de ácidos de Lewis neutros con un alumoxano polimérico u oligomérico, y combinaciones de un solo ácido de Lewis neutro, especialmente tris(pentafluorofenil)borano con un alumoxano polimérico u oligomérico. Ejemplos de realizaciones de relaciones de números de moles de (complejo metal-ligando):(tris(pentafluoro-fenilborano):(alumoxano) [por ejemplo, (complejo metal-ligando del Grupo 4): tris(pentafluoro-fenilborano):(alumoxano)] son de 1:1:1 a 1:10:30, otras realizaciones ejemplo son de 1:1:1,5 a 1:5:10.

Se han enseñado previamente muchos cocatalizadores activadores y técnicas de activación con respecto a diferentes complejos metal-ligando en las siguientes documentos USPN: US 5.064.802; US 5.153.157; US 5.296.433; US 5.321.106; US 5.350.723; US 5.425.872; US 5.625.087; US 5.721.185; US 5.783.512; US 5.883.204; US 5.919.983; US 6.696.379; y US 7.163.907. Ejemplos de hidrocarbiloóxidos adecuados se describen en el documento US 5.296.433. Ejemplos de sales de ácidos de Bronsted adecuadas para catalizadores de polimerización por adición se describen en los documentos US 5.064.802; US 5.919.983; US 5.783.512. Ejemplos de sales adecuadas de un agente oxidante catiónico y un anión compatible no coordinante como cocatalizadores activadores para catalizadores de polimerización por adición se describen en el documento US 5.321.106. Ejemplos de sales de carbenio adecuadas como cocatalizadores activadores para catalizadores de polimerización por adición se describen en el documento US 5.350.723. Ejemplos de sales de sililio adecuadas como cocatalizadores activadores para catalizadores de polimerización por adición se describen en el documento US 5.625.087. Ejemplos de complejos adecuados de alcoholes, mercaptanos, silanoles y oximas con tris(pentafluorofenil)borano se describen en el documento US 5.296.433. Algunos de estos catalizadores también se describen en una parte del documento US 6.515.155 B1 comenzando en la columna 50, en la línea 39, y pasando por la columna 56, en la línea 55.

En algunas realizaciones, el procatalizador que comprende el complejo metal-ligando de fórmula (I) puede activarse para formar una composición catalizadora activa mediante combinación con uno o más cocatalizadores tales como un cocatalizador formador de cationes, un ácido de Lewis fuerte o una combinación de los mismos. Los cocatalizadores adecuados para su uso incluyen aluminoxanos poliméricos u oligoméricos, especialmente metil-aluminoxano, así como compuestos formadores de iones, inertes, compatibles y no coordinantes. Los cocatalizadores ejemplo adecuados incluyen, pero no se limitan a, metil-aluminoxano modificado (MMAO), bis(sebo hidrogenado-alquil)metilo, tetraquis(pentafluorofenil)borato(1-) amina, trietilaluminio (TEA) y cualquier combinación de los mismos.

En algunas realizaciones, uno o más de los cocatalizadores activadores precedentes se utilizan en combinación entre sí. Una combinación especialmente preferida es una mezcla de tri((C₁-C₄)hidrocarbilo)aluminio, tri((C₁-C₄)hidrocarbilo)borano, o un borato de amonio con un compuesto de alumoxano oligomérico o polimérico.

La relación del número total de moles de uno o más complejos de metal-ligando de fórmula (I) al número total de moles de uno o más de los cocatalizadores activadores es de 1:10.000 a 100:1. En algunas realizaciones, la relación es al menos 1:5000, en algunas otras realizaciones, al menos 1:1000; y 10:1 o menos, y en algunas otras realizaciones, 1:1 o menos. Cuando se usa un alumoxano solo como cocatalizador activador, preferiblemente el número de moles del alumoxano que se emplean es al menos 100 veces el número de moles del complejo metal-ligando de fórmula (I). Cuando se usa tris(pentafluorofenil)borano solo como cocatalizador activador, en algunas otras realizaciones, el número de moles del tris(pentafluorofenil)borano que se emplean al número total de moles de uno o más complejos de metal-ligando de fórmula (I) es de 0,5:1 a 10:1, en algunas otras realizaciones, de 1:1 a 6:1, en algunas otras realizaciones, de 1:1 a 5:1. Los cocatalizadores activadores restantes se emplean generalmente en cantidades aproximadamente molares iguales a las cantidades molares totales de uno o más complejos metal-ligando de fórmula (I).

Aplicaciones de uso final

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a métodos de fabricación de un filamento de césped artificial. Un método de fabricación de un filamento de césped artificial comprende, en algunas realizaciones, proporcionar cualquiera de las composiciones inventivas descritas en este documento y extruir la composición inventiva en un filamento de césped artificial. En algunas realizaciones, dichos métodos comprenden además estirar el filamento de césped artificial hasta una relación de estiramiento predeterminada. La relación de estiramiento, en algunas realizaciones, es al menos 4. Los filamentos de césped artificial se pueden estirar usando técnicas de estirado en frío, técnicas de estirado en caliente o combinaciones de las mismas.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a césped artificial. El césped artificial, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, comprende un soporte primario que tiene un lado superior y un lado inferior, y al menos un filamento de césped artificial formado a partir de cualquiera de las composiciones inventivas descritas en este documento, en donde el al menos un filamento de césped artificial se fija al soporte primario de tal manera que el al menos un filamento de césped artificial proporciona una cara con mechones que se extiende hacia fuera desde el lado superior del soporte primario. En algunas realizaciones, el césped artificial comprende además un soporte secundario unido a al menos una porción del lado inferior del soporte primario de manera que el al menos un filamento de césped artificial se fija en su lugar al lado inferior del soporte primario.

Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a métodos de fabricación de césped artificial. Un método de fabricación de un césped artificial comprende, en algunas realizaciones, proporcionar al menos un filamento de césped artificial formado a partir de cualquiera de las composiciones inventivas descritas en este documento, y fijar el al menos un filamento de césped artificial a un soporte primario de modo que al menos un filamento de césped proporciona una cara copetuda que se extiende hacia fuera desde un lado superior del soporte primario. En algunas realizaciones, dichos métodos comprenden además unir un soporte secundario a al menos una porción del lado inferior del soporte primario de manera que el al menos un filamento de césped artificial se fije en su lugar al lado inferior del soporte primario.

Filamento de césped artificial

En algunas realizaciones, la presente invención se refiere a un filamento de césped artificial formado a partir de cualquiera de las composiciones de la invención como se describe en el presente documento.

En algunas realizaciones del presente documento, los filamentos de césped artificial pueden exhibir una contracción de menos que 6,0%. Todos los valores individuales y subintervalos inferiores al 6,0% se incluyen y divulgan en el presente documento. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los filamentos de césped artificial pueden exhibir una contracción inferior a 5,8, 5,5%, 5,3%, 5,2%, 5,0% o inferior. La contracción se puede determinar sumergiendo 1 metro de hilo en un baño de aceite calentado a 90°C durante 20 segundos.

En otras realizaciones más del presente documento, el filamento de césped artificial puede exhibir un alargamiento de al menos el 50%. El alargamiento se mide en un medidor de tracción Zwick en una longitud de filamento de 250 mm y una velocidad de extensión de 250 mm/minuto hasta que el filamento se rompa. El alargamiento es la deformación en el punto de ruptura.

En realizaciones particulares del presente documento, los filamentos de césped artificial pueden incluir además uno o más aditivos. Los ejemplos no limitantes de aditivos adecuados incluyen antioxidantes, pigmentos, colorantes, estabilizadores contra la radiación UV, absorbentes de la radiación UV, agentes de curado, coagentes de reticulación, reforzantes y retardantes, coadyuvantes de procesamiento, cargas, agentes de acoplamiento, absorbentes o estabilizantes de la radiación ultravioleta, agentes antiestáticos, agentes nucleantes, agentes deslizantes, plastificantes, lubricantes, agentes de control de la viscosidad, agentes de pegajosidad, agentes antiadherentes, tensioactivos, aceites diluyentes, captadores de ácidos y desactivadores de metales. Los aditivos se pueden usar en cantidades que varían desde menos que aproximadamente 0,01% en peso hasta más que aproximadamente 10% en peso basado en el peso de la composición.

La cantidad de la composición de la invención para usar en los filamentos de césped artificial de la presente invención puede depender de varios factores que incluyen, por ejemplo, las propiedades deseadas del filamento de césped artificial, las propiedades deseadas del césped artificial que incorpora los filamentos, el equipo disponibles para fabricar los filamentos de césped artificial y/o el césped artificial, y otros. Un filamento de césped artificial de la presente invención, en algunas realizaciones, comprende al menos el 20 por ciento en peso de la composición de la invención. En algunas realizaciones, un filamento de césped artificial comprende del 20 al 99 por ciento en peso de la composición de la invención, o del 20 al 94 por ciento en peso de la composición de la invención, o del 50 al 94 por ciento en peso de la composición de la invención, o del 80 al 94 por ciento en peso de la composición de la invención, o del 85 al 94 por ciento en peso de la composición de la invención.

Procedimiento de fabricación de filamentos de césped artificial

Los filamentos de césped artificial descritos en este documento pueden fabricarse usando cualquier procedimiento apropiado para la producción de filamentos de césped artificial a partir de composiciones poliméricas, ya que los filamentos de césped artificial descritos en este documento son independientes del procedimiento. Con referencia a la Figura 1, a continuación, se describe uno de tales procedimientos ejemplo 100 que se puede utilizar.

Los filamentos de césped artificial se pueden fabricar por extrusión. Las extrusoras de filamentos de césped artificial adecuadas pueden estar equipadas con un solo husillo de uso general para PE/PP y una bomba para bombear masas fundidas ("bomba de engranajes" o "bomba para bombear masas fundidas") para controlar con precisión la consistencia del flujo volumétrico de polímero en la matriz. Las matrices para filamentos de césped artificial pueden tener múltiples orificios individuales para los filamentos individuales distribuidos sobre una placa de hilado circular o rectangular. La forma de los orificios corresponde al perfil de la sección transversal del filamento deseado, que incluye, por ejemplo, rectangular, en forma de hueso de perro, en forma de V y de sombrero mexicano. Una placa de hilado

estándar tiene de 50 a 160 orificios en la matriz de dimensiones específicas. Las líneas pueden tener productividades de 150 kg/h a 350 kg/h.

Los filamentos de césped artificial pueden extruirse en un baño de agua con una distancia entre la matriz y el baño de agua de 16 a 40 mm. Las barras de guía revestidas en el agua redirigen los filamentos hacia el primer juego de rodillos de arrastre. La velocidad lineal de este primer juego de rodillos de arrastre puede variar de 15 a 70 m/min. El primer juego de rodillos de arrastre se puede calentar y usar para precalentar los filamentos después del baño de agua y antes de ingresar en el horno de estiramiento. El horno de estiramiento puede ser un horno de baño de agua o aire caliente. Los filamentos se pueden estirar en el horno de estirado hasta una proporción de estiramiento predeterminada. En algunas realizaciones, la relación de estiramiento es al menos 4. En otras realizaciones, la relación de estiramiento es al menos 4,5, 4,8, 5,0, 5,2 o 5,5. La relación de estiramiento es la relación entre la velocidad del segundo juego de rodillos de arrastre después del horno de estiramiento y la velocidad del primer juego de rodillos de arrastre antes del horno de estiramiento. El segundo juego de rodillos de arrastre puede funcionar a una velocidad diferente (mayor o menor) que el primer juego de rodillos.

Después de que los filamentos pasen por el segundo juego de rodillos de arrastre, se pasan a través de un conjunto de tres hornos de recocido. Los tres hornos de recocido pueden ser un horno de aire caliente con flujo de aire caliente en cocorriente o contracorriente, que puede funcionar de 50 a 150°C o un horno de agua caliente, donde los filamentos se orientan a temperaturas de 50 a 98°C. A la salida del primer horno de recocido, los filamentos se pasan a un tercer conjunto de rodillos que pueden funcionar a una velocidad diferente (mayor o menor) que el segundo conjunto de rodillos. La relación de velocidad lineal del tercer conjunto de rodillos ubicado después del horno al segundo conjunto de rodillos ubicado en frente del horno puede denominarse relación de estiramiento o relajación. A la salida del segundo horno de recocido, los filamentos se pasan a un cuarto conjunto de rodillos que pueden funcionar a una velocidad diferente (mayor o menor) que el tercer conjunto de rodillos. A la salida del tercer horno de recocido, los filamentos se pasan a un quinto conjunto de rodillos que pueden funcionar a una velocidad diferente (mayor o menor) que el cuarto conjunto de rodillos.

En algunas realizaciones, un método de fabricación de un filamento de césped artificial comprende proporcionar cualquiera de las composiciones de la invención descritas anteriormente en el presente documento y extruir la composición de la invención en un filamento de césped artificial. El filamento de césped artificial se puede extruir a un ancho, grosor y/o forma de sección transversal especificados dependiendo de las dimensiones físicas de la extrusora. Como se mencionó anteriormente, el filamento de césped artificial puede incluir un monofilamento, un multifilamento, una película, una fibra, un hilo, tal como, por ejemplo, hilo de cinta, hilo de cinta fibrilada o hilo de película cortada, una cinta continua y/u otros materiales fibrosos usados para formar hojas de césped sintético o hebras de un campo de césped artificial.

El filamento de césped artificial puede someterse opcionalmente a un procesamiento posterior a la extrusión (por ej., recocido, corte, etc.).

Césped artificial

Se pueden usar una o más realizaciones de los filamentos de césped artificial descritos en este documento para formar un campo de césped artificial. El campo de césped artificial comprende un soporte primario que tiene un lado superior y un lado inferior; y al menos un filamento de césped artificial como se describió anteriormente en este documento. El al menos un filamento de césped artificial se fija al soporte primario de tal manera que el al menos un filamento de césped artificial proporciona una cara con mechones que se extiende hacia fuera desde el lado superior del soporte primario. Como se usa en este documento, "fijar", "fijado" o "fijando (que se fija)" incluye, pero no se limita a, acoplar, atar, conectar, sujetar, unir, enlazar o asegurar un objeto a otro objeto a través de una relación directa o indirecta. La cara con mechones se extiende desde el lado superior del soporte primario y puede tener un diseño de pila cortada, donde los bucles de filamentos de césped artificial se pueden cortar, ya sea durante la formación de mechones o después, para producir una pila de extremos de filamentos de césped artificial individuales en lugar de bucles.

El soporte primario puede incluir, pero no se limita a, telas o telas fibrosas tejidas, tricotadas o no tejidas fabricadas de una o más fibras o hilos naturales o sintéticos, tales como polipropileno, polietileno, poliamidas, poliésteres y rayón. El campo de césped artificial puede comprender además un soporte secundario adherido a al menos una parte del lado inferior del soporte primario de modo que el al menos un filamento de césped artificial se fije en su lugar al lado inferior del soporte primario. El soporte secundario 230 puede comprender un poliuretano (incluyendo, por ejemplo, el poliuretano suministrado con el nombre ENFORCER™ o ENHANCER™ disponible en The Dow Chemical Company) o materiales basados en látex, tales como látex de estireno-butadieno o acrilatos.

El soporte primario y/o el soporte secundario pueden tener aberturas a través de las cuales puede pasar la humedad. Las aberturas pueden tener una configuración generalmente anular y están esparcidas por todo el soporte primario y/o el soporte secundario. Por supuesto, debe entenderse que puede haber cualquier número de aberturas, y el tamaño, la forma y la ubicación de las aberturas pueden variar dependiendo de las características deseadas del campo de césped artificial.

El campo de césped artificial puede fabricarse proporcionando al menos un filamento de césped artificial como se

describe en este documento y fijando el al menos un filamento de césped artificial a un soporte primario de modo que al menos un filamento de césped artificial proporcione una cara con mechones que se extienda hacia afuera desde un lado superior del soporte primario. El campo de césped artificial puede fabricarse además uniendo un soporte secundario a al menos una parte del lado inferior del soporte primario de modo que el al menos un filamento de césped artificial se fije en su lugar al lado inferior del soporte primario.

El campo de césped artificial puede comprender opcionalmente una capa de absorción de impactos debajo del soporte secundario del campo de césped artificial. La capa de absorción de impactos puede estar hecha de poliuretano, plástico de espuma de PVC o plástico de espuma de poliuretano, una goma, una espuma de polietileno reticulado de celda cerrada, una almohadilla de poliuretano con huecos, espumas elastómeras de poli(cloruro de vinilo), polietileno, poliuretano y polipropileno. Ejemplos no limitativos de una capa de absorción de impactos son los sistemas de poliuretano deportivo DOW® ENFORCER™ y DOW® ENHANCER™.

El campo de césped artificial puede comprender opcionalmente un material de relleno. Los materiales de relleno adecuados incluyen, pero no se limitan a, mezclas de partículas de caucho granulado como SBR (caucho de estireno butadieno) reciclado de neumáticos de automóvil, EPDM (monómero de etileno-propileno-dieno), otros cauchos vulcanizados o caucho reciclado de correas, elastómeros termoplásticos (TPEs) y vulcanizados termoplásticos (TPVs).

El campo de césped artificial puede comprender opcionalmente un sistema de drenaje. El sistema de drenaje permite eliminar el agua del campo de césped artificial y evita que el campo se sature de agua. Ejemplos no limitativos de sistemas de drenaje incluyen sistemas de drenaje basados en piedra, EXCELDRAIN™ Sheet 100, EXCELDRAIN™ Sheet 200 y EXCELDRAIN™ EX-T STRIP (disponible en American Wick Drain Corp., Monroe, N.C.).

Ejemplos

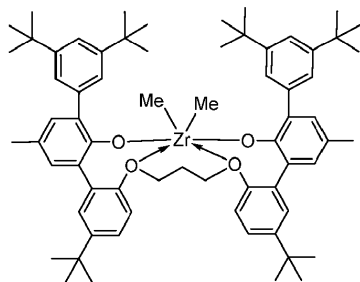
Los siguientes ejemplos ilustran la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de la invención. Los ejemplos de la presente invención demuestran que la selección de LLDPE de la presente divulgación conduce a una combinación de tiempo de relajación bajo, evidente a partir de un I_2 alto y una I_{10}/I_2 bajo y una distribución de composición química estrecha (distribución de ramificaciones de cadena corta), evidente a partir de una distribución de CEF muy estrecha.

La composición comparativa 1 es EXCEED 3518 que es un copolímero de etileno-hexeno preparado mediante un procedimiento de polimerización en fase gaseosa en presencia de un sistema catalizador de metaloceno que tiene un índice de fluidez de la masa fundida (I_2) de aproximadamente 3,5 /g/10 minutos, una fracción de CEF de 70 a 90°C de 74,5%, una relación I_{10}/I_2 de 5,8 y una densidad de aproximadamente 0,918 g/cm³, disponible de ExxonMobil Chemical Company.

La composición comparativa 2 es DOWLEX 2107G que es un copolímero de etileno-octeno ramificado heterogéneamente que tiene un índice de fluidez de la masa fundida (I_2) de aproximadamente 2,3 /g/10 minutos, una fracción CEF de 70 a 90°C de 48,6%, una relación I_{10}/I_2 de 8,5 y una densidad de aproximadamente 0,917 /g/cm³, disponible en The Dow Chemical Company.

La composición de la invención 1 es un copolímero de etileno-hexeno preparado mediante un procedimiento de polimerización en solución en presencia de un sistema catalizador que comprende un complejo metálico de un ariloxiéter polivalente que tiene un índice de fluidez de la masa fundida (I_2) de aproximadamente 3,2 /g/10 minutos, una fracción CEF de 70 a 90°C de 91,9%, una relación I_{10}/I_2 de 6,5 y una densidad de aproximadamente 0,918 /g/cm³.

La composición 1 de la invención se prepara mediante polimerización en solución en un sistema reactor de bucle único como se describe en la Patente de EE.UU. 5.977.251 en presencia de un sistema catalizador que comprende un procatalizador representado por la siguiente fórmula:



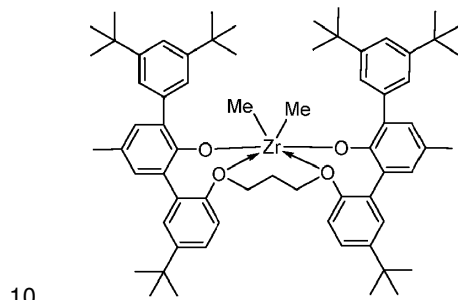
Las condiciones de polimerización para la composición 1 de la invención se indican en las Tablas 1 y 2. Con referencia a las Tablas 1 y 2, TEA es trietilaluminio. Se midieron las propiedades de la composición de la invención 1 y las composiciones comparativas 1 y 2 y se dan en las Tablas 3-6.

La composición comparativa 1 es EXCEED 3518 que es un copolímero de etileno-hexeno preparado mediante un procedimiento de polimerización en fase gaseosa en presencia de un sistema catalizador de metaloceno que tiene un

índice de fluidez de la masa fundida (I_2) de 3,5 g/10 minutos, una fracción CEF de 70 a 90°C de 74,5%, una relación I_{10}/I_2 de 5,8 y una densidad de 0,918 g/cm³, disponible en ExxonMobil Chemical Company.

5 La composición comparativa 2 es DOWLEX 2107G es un copolímero de etileno-octeno ramificado heterogéneamente que tiene un índice de fluidez de la masa fundida (I_2) de aproximadamente 2,3 g/10 minutos, una fracción CEF de 70 a 90°C de 48,6%, una relación I_{10}/I_2 de 8,5 y una densidad de 0,917 g/cm³, disponible en The Dow Chemical Company.

La composición de la invención 1 es un copolímero de etileno-hexeno que tiene un índice de fluidez de la masa fundida (I_2) de 3,2 g/10 minutos, una fracción CEF de 70 a 90°C de 91,9%, una relación I_{10}/I_2 de 6,5 y una densidad de 0,918 g/cm³. La composición 1 de la invención se prepara mediante polimerización en solución en un sistema reactor de bucle único en presencia de un sistema catalizador que comprende un procatalizador representado por la siguiente fórmula:



Las condiciones de polimerización para la composición de la invención 1 se indican en las Tablas 1 y 2. Con referencia a las Tablas 1 y 2, TEA es trietilaluminio y PETROSOL D 100/120 es un disolvente que está disponible comercialmente en CEPESA (Compañía Española de Petróleos, SAU, Madrid, España). Las propiedades de la composición de la invención 1 y las composiciones comparativas 1 y 2 se miden y se indican en las Tablas 3-6.

15 Tabla 1

	Unidades	Composición de la invención 1
1, ALIMENTACIONES AL REACTOR		
Relación de flujo de alimentación disolvente/etileno al reactor	g/g	4,05
Tipo de disolvente utilizado		PETROSOL D 100/120
Tipo de comonomero utilizado		1-Hexeno
Relación de flujo de alimentación etileno/comonomero al reactor	g/g	0,257
Relación de flujo de alimentación hidrógeno nuevo/etileno al reactor	g/kg	0,111
Temperatura de control del reactor	°C	155
Presión del reactor (manométrica)	bar	51,7
Conversión de etileno al reactor	%	86,5
Tiempo de residencia en el reactor	min	6,7
Relación de reciclaje		4,3

Tabla 2

	Composición de la invención 1
3. CATALIZADOR	
Relación molar de alimentación Co-catalizador-1/catalizador al catalizador	3,0
Tipo de co-catalizador-1 en el reactor	bis(sebo hidrogenado-alquilo)metilo, tetraquis(pentafluorofenil)borato (1-) amina
Relación molar Co-Catalizador-2/Catalizador en el reactor	33
Tipo de co-Catalizador-2 en el reactor	TEA

Tabla 3

	Unidad de insaturación/1.000.000 de átomos de carbono				
	Vinileno	Trisustituida	Vinilo	Vinilideno	Total
Composición de la invención 1	3	No determinada (ND)	35	2	40
Composición comparativa 1	14	41	51	20	126
Composición comparativa 2	45	18	305	67	435

Tabla 4

	M _w (g/mol)	ZSV (Pas)	ZSVR
Composición de la invención 1	75000	2820	1,98
Composición comparativa 1	77100	2050	1,30
Composición comparativa 2	87100	4190	1,70

5 Tabla 5

	M _n (g/mol)	M _w (g/mol)	M _z (g/mol)	M _w /M _n	M _z /M _w
Composición de la invención 1	34300	75000	136000	2,19	1,81
Composición comparativa 1	31000	77100	137000	2,49	1,77
Composición comparativa 2	21600	87100	327000	4,03	3,75

Tabla 6

	Calor de cristalización (g/mol)	Temperatura máxima de cristalización (°C)	Calor de fusión (g/mol)	Temperatura máxima de fusión (°C)
Composición de la invención 1	139,7	97,1	139,7	112,3
Composición comparativa 1	145,6	101,1	145,1	113,8
Composición comparativa 2	140,7	107,1	140,3	123,3

10 Cada una de las composiciones de la invención 1 y comparativas 1 y 2 se forman en filamentos. Los filamentos de la invención 1-4 se producen a partir de la composición de la invención 1. Los filamentos de la invención difieren en función de las condiciones del procedimiento utilizadas para producir los filamentos, como se pone de manifiesto en las Tablas 7-9. Los filamentos comparativos 1 y 6 se producen a partir de EXCEED 3518. Los filamentos comparativos 2-5 se producen a partir de DOWLEX 2107G. Todos los filamentos ejemplo son monofilamentos.

15 Los aditivos se mezclaron con las composiciones poliméricas antes de la extrusión. Cada uno de los monofilamentos se preparó en una línea de extrusión de Oerlikon Barmag (Remscheid, Alemania) con las siguientes condiciones:

Tipo de matriz - Sombrero mexicano (un total de 48 agujeros)

Temperatura de la extrusora: 230°C

Distancia de la matriz al baño de agua - 40 m

Temperatura del baño de agua - 35°C

20 Temperatura del horno de estiramiento - 97°C

Temperatura del horno 1 - 118°C

Temperatura del horno 2 - 118°C

25 Se ensayaron la tenacidad, la elongación, la contracción y el rizado de los monofilamentos de la invención y comparativos. La tenacidad y la elongación se midieron en un medidor de tracción Zwick en una longitud de filamento de 250 mm y una velocidad de extensión de 250 mm/min hasta que el filamento se rompió. La tenacidad se define como la fuerza de tracción en la rotura dividida por el peso lineal (dTex). La elongación es la deformación en el punto de rotura. Las Tablas 7-9 proporcionan los resultados de los ensayos para los filamentos de la invención y comparativo.

Peso base

El peso base de los filamentos se informa típicamente en la industria mediante el valor dTex. El dTex de un monofilamento es igual al peso en gramos de 10 km del monofilamento. El peso base objetivo para todos los filamentos fue 2000 dTex.

5 **Tabla 7**

	Filamento de la invención 1	Filamento comparativo 1	Filamento comparativo 2
Tenacidad (cN/dTex)	1,07	1,06	0,88
Elongación (%)	72,3	77,9	53,6
Contracción (%)	4,1	4,9	7,2
Rizado	1,0	1,0	1,5
Relajación, etapa 2	0,75	0,75	0,75
Temperatura del horno 3	115	115	115
Velocidad (m/min)	140	140	140

Tabla 8

	Filamento de la invención 2	Filamento de la invención 3	Filamento de la invención 4
Tenacidad (cN/dTex)	1,03	0,98	1,00
Elongación (%)	55,4	53,9	58,4
Contracción (%)	4,5	5,8	5,0
Rizado	1,5	2,5	2,0
Relajación, etapa 2	0,95	0,95	0,91
Temperatura del horno 3	115	115	118
Velocidad (m/min)	180	200	200

Tabla 9

	Filamento comparativo 3	Filamento comparativo 4	Filamento comparativo 5	Filamento comparativo 6
Tenacidad (cN/dTex)	0,95	0,91	0,83	0,97
Elongación (%)	46,5	40,6	45,2	59,5
Contracción (%)	7,7	8,8	6,9	6,3
Rizado	2,0	2,0	2,0	3,5
Relajación, etapa 2	0,95	0,95	0,91	0,91
Temperatura del horno 3	115	115	118	115
Velocidad (m/min)	180	200	200	180

10

Métodos de ensayo

Los métodos de ensayo incluyen los siguientes:

Índice de fluidez de la masa fundida

15 Los índices de fluidez de la masa fundida (I_2 e I_{10}) se midieron de acuerdo con la norma ASTM D-1238 a 190°C y con una carga de 2,16 kg y 10 kg, respectivamente. Sus valores se expresan en g/10 min.

Densidad

Las muestras para la medición de la densidad se prepararon de acuerdo con la norma ASTM D4703. Las mediciones se realizaron dentro de una hora después del prensado de la muestra usando la norma ASTM D792, Método B.

Cromatografía de permeación en gel de alta temperatura

El sistema de cromatografía de permeación en gel (GPC) consiste en un cromatógrafo de alta temperatura Waters (Milford, Mass) 150C (otros instrumentos adecuados de GPC para altas temperaturas incluyen Polymer Laboratories (Shropshire, Reino Unido) Modelo 210 y Modelo 220) equipado con un refractómetro diferencial (RI) integrado (otros detectores de concentración adecuados pueden incluir un detector de infrarrojos IR4 de Polymer ChAR (Valencia, España)). La recopilación de datos se realiza utilizando el software Viscotek TriSEC, Versión 3, y un Viscotek Data Manager DM400 de 4 canales. El sistema también está equipado con un dispositivo de desgasificación de disolventes en línea de Polymer Laboratories (Shropshire, Reino Unido).

Se pueden usar columnas de GPC de alta temperatura adecuadas, tales como cuatro columnas Shodex HT803 de 13 micrómetros y de 30 cm de largo o cuatro columnas de Polymer Labs de 30 cm con un relleno de tamaño de poro mixto de 20 micrómetros (MixA LS, Polymer Labs). El compartimento del carrusel de muestras se hace funcionar a 140°C y el compartimento de la columna se hace funcionar a 150°C. Las muestras se preparan a una concentración de 0,1 gramos de polímero en 50 mililitros de disolvente. El disolvente cromatográfico y el disolvente de preparación de muestras contienen 200 ppm de triclorobenceno (TCB). Ambos disolventes se rocían con nitrógeno. Las muestras de polietileno se agitan suavemente a 160°C durante cuatro horas. El volumen de inyección es de 200 microlitros. El caudal a través del GPC se establece en 1 mL/minuto.

El conjunto de columnas de GPC se calibra ejecutando 21 patrones de poliestireno de distribución estrecha del peso molecular. El peso molecular (MW) de los patrones varía de 580 a 8.400.000, y los patrones están contenidos en 6 mezclas "cóctel". Cada mezcla de patrones tiene al menos una década de separación entre pesos moleculares individuales. Las mezclas de patrones se adquieren en Polymer Laboratories. Los patrones de poliestireno se preparan a razón de 0,025 g en 50 mL de disolvente para pesos moleculares iguales o mayores que 1.000.000 y 0,05 g en 50 mL de disolvente para pesos moleculares menores que 1.000.000. Los patrones de poliestireno se disolvieron a 80°C con agitación suave durante 30 minutos. Las mezclas de patrones de distribución estrecha de pesos moleculares se procesan primero y en orden decreciente a partir del componente de mayor peso molecular para minimizar la degradación. Los pesos moleculares de los picos de los patrones de poliestireno se convierten en pesos moleculares de polietileno utilizando la siguiente ecuación (como se describe en Williams y Ward, J. Polym. Sci., Polym. Letters, 6, 621 (1968)):

$$M_{\text{polietileno}} = A \times (M_{\text{poliestireno}})^B,$$

donde M es el peso molecular del polietileno o poliestireno (como se indica), y B es igual a 1,0. Los expertos en la técnica saben que A puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,38 a aproximadamente 0,44 y se determina en el momento de la calibración utilizando un patrón de polietileno de distribución ancha de pesos moleculares. El uso de este método de calibración de polietileno para obtener valores de peso molecular, tales como la distribución de pesos moleculares (MWD o M_w/M_n) y estadísticas relacionadas (generalmente se refiere a los resultados de GPC o cc-GPC convencionales), se define en este documento como el método modificado de Williams y Ward.

Cristalinidad DSC

La calorimetría diferencial de barrido (DSC) se puede utilizar para medir el comportamiento de fusión y cristalización de un polímero en un amplio intervalo de temperaturas. Por ejemplo, para realizar este análisis se utiliza el DSC TA Instruments Q1000, equipado con un RCS (sistema de enfriamiento refrigerado) y un muestreador automático. Durante el ensayo, se usa un flujo de gas de purga de nitrógeno de 50 mL/min. Cada muestra se prensa en estado fundido en una película delgada a aproximadamente 175°C; la muestra fundida se enfría luego al aire a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). Se extrae una probeta de 3-10 mg, 6 mm de diámetro, del polímero enfriado, se pesa, se coloca en una cazoleta de aluminio ligera (aproximadamente 50 mg) y se cierra con un rizado. Luego se realiza un análisis para determinar sus propiedades térmicas.

El comportamiento térmico de la muestra se determina aumentando en rampa la temperatura de la muestra hacia arriba y hacia abajo para crear un flujo de calor frente a un perfil de temperatura. Primero, la muestra se calienta rápidamente a 180°C y se mantiene isotérmica durante 3 minutos para eliminar su historial térmico. A continuación, la muestra se enfría a -40°C a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/minuto y se mantiene isotérmica a -40°C durante 3 minutos. Luego, la muestra se calienta a 150°C (esta es la rampa de "segundo calentamiento") a una velocidad de calentamiento de 10 °C/minuto. Se registran las curvas de enfriamiento y segundo calentamiento. La curva de enfriamiento se analiza estableciendo puntos finales de la línea base desde el comienzo de la cristalización a -20°C. La curva de calor se analiza estableciendo puntos finales de referencia desde -20°C hasta el final de la fusión. Los valores determinados son la temperatura máxima de fusión (T_m), la temperatura máxima de recristalización (T_P), el calor de fusión (H_f) (en julios por gramo) y el % de cristalinidad calculado para muestras de polietileno utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cristalinidad (\%)} = ((H_f)/(292 \text{ J/g})) \times 100.$$

El calor de fusión (H_f) y la temperatura máxima de fusión se dan a partir del segundo calentamiento.

Método de fraccionamiento de elución por cristalización (CEF)

El método de fraccionamiento de elución por cristalización (CEF) se realiza de acuerdo con el método descrito en Monrabal et al., *Macromol. Symp.* 257, 71 a 79 (2007). El instrumento CEF está equipado con un detector IR-4 (tal como el que se vende comercialmente en PolymerChar, España) y un detector de difusión de luz de dos ángulos Modelo 2040 (tal como los que se venden comercialmente en Precision Detectors). El detector IR-4 opera en modo composicional con dos filtros: C006 y B057. Se instala una columna de protección de 10 micrómetros de 50 mm x 4,6 mm (tal como la que se vende comercialmente en PolymerLabs) antes del detector IR-4 en el horno detector. Se obtienen orto-diclorobenceno (ODCB, 99%, grado anhidro) y 2,5-di-terc-butil-4-metilfenol (BHT) (tales como los disponibles comercialmente de Sigma-Aldrich). También se obtiene gel de sílice 40 (tamaño de partícula 0,2-0,5 mm) (tal como el disponible comercialmente de EMD Chemicals). El gel de sílice se seca en un horno de vacío a 160°C durante aproximadamente dos horas antes de su uso. Se agregan ochocientos miligramos de BHT y cinco gramos de gel de sílice a dos litros de ODCB. El ODCB que contiene BHT y gel de sílice se denomina en lo sucesivo "ODCB-m". El ODCB-m se burbujea con nitrógeno seco (N₂) durante una hora antes de su uso. El nitrógeno seco se obtiene pasando nitrógeno a < 620,5 kPag (90 psig) sobre CaCO₃ y tamices moleculares de 5Å. Se prepara una solución de muestra, utilizando el muestreador automático, disolviendo una muestra de polímero en ODCB-m a razón de 4 mg/mL con agitación a 160°C durante 2 horas. Se inyectan 300 µL de la solución de muestra en la columna. El perfil de temperatura de CEF es: cristalización a 3 °C/min de 110°C a 25°C, equilibrio térmico a 30°C durante 5 minutos (incluido el tiempo de elución de la fracción soluble que se establece en 2 minutos) y elución a 3 °C/min de 25°C a 140°C. El caudal durante la cristalización es 0,052 mL/min. El caudal durante la elución es 0,50 mL/min. Los datos de las señales del detector IR-4 se recopilan a un punto de datos/segundo.

La columna CEF está empaquetada con perlas de vidrio a 125 µm ± 6% (tales como las disponibles comercialmente de MO-SCI Specialty Products) con tubos de acero inoxidable de 0,317 cm (1/8 de pulgada) según el documento U.S. 2011/0015346 A1. El volumen de líquido interno de la columna CEF está entre 2,1 mL y 2,3 mL. La calibración de temperatura se realiza usando una mezcla de polietileno lineal material de referencia estándar NIST 1475a (1,0 mg/mL) y eicosano (2 mg/mL) en ODCB-m. La calibración consiste en cuatro etapas: (1) calcular el volumen de retardo definido como la compensación de temperatura entre la temperatura de elución máxima medida de eicosano menos 30,00°C; (2) restar la compensación de temperatura de la temperatura de elución a partir de los datos de temperatura sin procesar del CEF. Se observa que esta compensación de temperatura es una función de las condiciones experimentales, tales como la temperatura de elución, el caudal de elución, etc.; (3) crear una línea de calibración lineal que transforme la temperatura de elución en un intervalo de 25,00°C y 140,00°C, de modo que el polietileno lineal NIST 1475a tenga una temperatura máxima de 101,00°C y el eicosano tenga una temperatura máxima de 30,00°C, (4) para la fracción soluble medida isotérmicamente a 30°C, la temperatura de elución se extrapola linealmente usando la velocidad de calentamiento de elución de 3 °C/min. Las temperaturas máximas de elución informadas se obtienen de manera que la curva de calibración del contenido de comonomero observada concuerde con las informadas previamente en el documento U.S. 8.372.931.

La fracción CEF de 70 a 90°C, se define como la integral del cromatograma IR-4 (canal de medición sustraído de la línea base) en la temperatura de elución que varía de 70,0 a 90,0°C dividida entre la integral total de 25 a 140,0°C según a la siguiente ecuación:

$$\text{Fracción CEF de 70 a 90°C} = \frac{\int_{70}^{90} IRdT}{\int_{25}^{140} IRdT} \times 100\%$$

donde T es la temperatura de elución (de la calibración tratada anteriormente).

Se calcula una línea base lineal seleccionando dos puntos de datos: uno antes de que el polímero eluya, generalmente a una temperatura de 25,5°C, y otro después de que el polímero eluya, generalmente a 118°C. La señal del detector se resta de la línea base antes de la integración para cada punto de datos.

Método de medición de la viscosidad de fluencia a cizalla cero

Las viscosidades a cizalla cero se obtienen mediante ensayos de fluencia que se realizaron en un reómetro AR-G2 de esfuerzo controlado (TA Instruments; New Castle, Del) utilizando placas paralelas de 25 mm de diámetro a 190°C. El horno del reómetro se ajusta a la temperatura de ensayo durante al menos 30 minutos antes de poner a cero los dispositivos. A la temperatura de ensayo, se inserta un disco de muestra moldeado por compresión entre las placas y se deja que se equilibre durante 5 minutos. Luego, la placa superior se baja a 50 µm por encima del hueco de ensayo deseado (1,5 mm). Cualquier material superfluo se recorta y la placa superior se baja al hueco deseado. Las mediciones se realizan bajo purga de nitrógeno a un caudal de 5 L/min. El tiempo de fluencia predeterminado se establece en 2 horas.

Se aplica un esfuerzo de cizalla bajo constante de 20 Pa a todas las muestras para asegurar que la velocidad de cizalla en estado estable sea lo suficientemente baja como para estar en la región newtoniana. Las velocidades de cizalla en estado estacionario resultantes están en el intervalo de 10⁻³ a 10⁻⁴ s⁻¹ para las muestras de este estudio. El

estado estacionario se determina tomando una regresión lineal para todos los datos en la última ventana de tiempo del 10% del gráfico de $\log(J(t))$ frente a $\log(t)$, donde $J(t)$ es la capacitancia de fluencia y t es el tiempo de fluencia. Si la pendiente de la regresión lineal es mayor que 0,97, se considera que se ha alcanzado el estado estacionario, entonces se detiene la ensayo de fluencia. En todos los casos de este estudio, la pendiente cumple con el criterio en 2 horas. La velocidad de cizalla en estado estacionario se determina a partir de la pendiente de la regresión lineal de todos los puntos de datos en la última ventana de tiempo del 10% del gráfico de ϵ frente a t , donde ϵ es la deformación. La viscosidad de cizalla cero se determina a partir de la relación entre el esfuerzo aplicado y la velocidad de cizalla en estado estacionario.

Para determinar si la muestra se degrada durante el ensayo de fluencia, se realiza un ensayo de cizallamiento oscilatorio de pequeña amplitud antes y después del ensayo de fluencia en la misma probeta de 0,1 a 100 rad/s. Se comparan los valores de viscosidad complejos de los dos ensayos. Si la diferencia de los valores de viscosidad a 0,1 rad/s es superior al 5%, se considera que la muestra se ha degradado durante la ensayo de fluencia y el resultado se descarta.

La relación de viscosidades a cizalla cero (ZSVR) se define como la relación entre la viscosidad a cizalla cero (ZSV) del material de polietileno ramificado y la ZSV del material de polietileno lineal al peso molecular promedio en peso equivalente (M_w -gpc) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$ZSVR = \frac{\eta_{0B}}{\eta_{0L}} = \frac{\eta_{0B}}{2,29 \times 10^{-15} M_{w-gpc}^{3,65}}$$

El valor de ZSV se obtiene del ensayo de fluencia a 190°C mediante el método descrito anteriormente. El valor de M_w -gpc se determina mediante el método de GPC convencional. La correlación entre ZSV del polietileno lineal y su M_w -gpc se estableció en base a una serie de materiales de referencia de polietileno lineal. Se puede encontrar una descripción de la relación ZSV- M_w en el Acta de ANTEC: Karjala, Teresa P.; Sammler, Robert L.; Mangnus, Marc A.; Hazlitt, Lonnie G.; Johnson, Mark S.; Hagen, Charles M., Jr.; Huang, Joe W. L.; Reichel, Kenneth N. Detection of low levels of long-chain branching in polyolefins. Annual Technical Conference – Society of Plastics Engineers (2008), 66th, 887-891.

Método de ¹H-RMN

Se añaden 3,26 g de solución madre a 0,133 g de muestra de poliolefina en un tubo de RMN de 10 mm. La solución madre es una mezcla de tetracloroetano- d_2 (TCE) y percloroetileno (50:50, p:p) con Cr^{3+} 0,001 M. La solución en el tubo se purga con N_2 durante 5 minutos para reducir la cantidad de oxígeno. El tubo de muestra tapado se deja a temperatura ambiente durante la noche para hinchar la muestra de polímero. La muestra se disuelve a 110°C con agitación. Las muestras están libres de aditivos que puedan contribuir a la insaturación, p. ej., agentes deslizantes tales como erucamida.

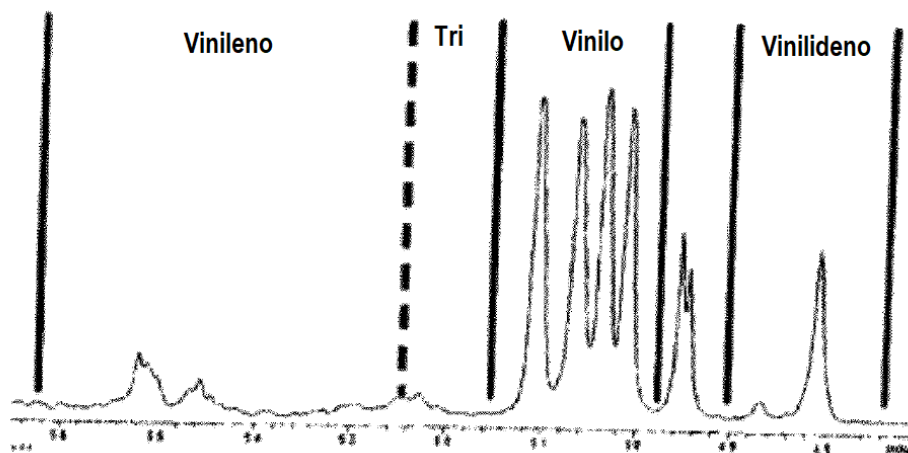
Los experimentos de ¹H-RMN se realizan con una criosonda de 10 mm a 120°C en un espectrómetro Bruker AVANCE de 400 MHz.

Se realizan dos experimentos para obtener la insaturación: el control y los experimentos de doble presaturación.

Para el experimento de control, los datos se procesan con la función de ventana exponencial con LB = 1 Hz, la línea base se corrigió de 7 a -2 ppm. La señal del ¹H residual de TCE se establece en 100, la integral I_{total} de -0,5 a 3 ppm se utiliza como señal del polímero completo en el experimento de control. El número de grupos CH_2 , NCH_2 , en el polímero se calcula como sigue:

$$NCH_2 = I_{total} / 2$$

Para el experimento de doble presaturación, los datos se procesan con la función de ventana exponencial con LB = 1 Hz, la línea base se corrigió de 6,6 a 4,5 ppm. La señal del ¹H residual de TCE se establece en 100, las integrales correspondientes para insaturaciones (Ivinileno, Itrisustituido, Ivinilo e Ivinilideno) se integraron en función de la región que se muestra en el gráfico siguiente



Se calcula el número de unidades de insaturación para vinileno, trisustituido, vinilo y vinilideno:

$$N_{\text{vinileno}} = I_{\text{vinileno}}/2$$

$$N_{\text{trisustituido}} = I_{\text{trisustituido}}$$

5 $N_{\text{vinilo}} = I_{\text{vinilo}}/2$

$$N_{\text{vinilideno}} = I_{\text{vinilideno}}/2$$

Las unidades de insaturación/1.000.000 de átomos de carbonos se calcula de la siguiente manera:

$$N_{\text{vinileno}}/1.000.000 = (N_{\text{vinileno}}/N_{\text{CH}_2}) * 1.000.000$$

$$N_{\text{trisustituido}}/1.000.000 = (N_{\text{trisustituido}}/N_{\text{CH}_2}) * 1.000.000$$

10 $N_{\text{vinilo}}/1.000.000 = (N_{\text{vinilo}}/N_{\text{CH}_2}) * 1.000.000$

$$N_{\text{vinilideno}}/1.000.000 = (N_{\text{vinilideno}}/N_{\text{CH}_2}) * 1.000.000$$

15 El requisito para el análisis de insaturaciones por RMN incluye: el nivel de cuantificación es $0,47 \pm 0,02/1.000.000$ de átomos de carbono para Vd2 con 200 barridos (menos que 1 hora de adquisición de datos, incluido el tiempo para ejecutar el experimento de control) con 3,9% en peso de muestra (para la estructura de Vd2, véase Macromolecules, vol. 38, 6988, 2005), criosonda de alta temperatura de 10 mm. El nivel de cuantificación se define como una relación señal/ruido de 10.

20 La referencia de desplazamiento químico se establece en 6,0 ppm para la señal ^1H del protón residual de TCT-d2. El control se ejecuta con pulso ZG, TD 32768, NS 4, DS 12, SWH 10.000 Hz, AQ 1,64s, D1 14s. El experimento de doble presaturación se ejecuta con una secuencia de pulsos modificada, O1P 1,354 ppm, O2P 0,960 ppm, PL9 57db, PL21 70 db, TD 32768, NS 200, DS 4, SWH 10,000 Hz, AQ 1,64s, D1 1s, D13 13s. Las secuencias de pulsos modificadas para la insaturación con el espectrómetro Bruker AVANCE 400 MHz se muestran a continuación:

```

;lc1prf2_xz
prosol relations=<lenmr>
#include <Avance.incl>

"d12=20u"
"d11=4u"

1 sz
d12 pl21:f2
2 30m
d13
d12 pl9:f1
d1 cw:f1 ph29 cw:f2 ph29
d11 do:f1 do:f2
d12 pl1:f1
pl ph1
go=2 ph31
30m mc #0 to 2 F0(xd)
exit

ph1=0 2 2 0 1 3 3 1
ph29=0
ph31=0 2 2 0 1 3 3 1
    
```

La contracción se mide sumergiendo 100 cm de hilo (envuelto en una bobina de aproximadamente 10 cm de diámetro) durante 20 segundos en un baño de aceite caliente (90°C). El hilo se retiró del baño, se secó manualmente y se volvió a medir su longitud. La cantidad se restó de 100 cm para determinar la contracción.

- 5 El rizado se mide tomando un haz de 20 filamentos y dejándolo durante 10 minutos en un horno a 90°C. La clasificación se realiza visualmente clasificando las muestras en base a un catálogo de muestras patrón. El método analiza cuánto tienden a doblarse y rizarse los filamentos originalmente rectos en los lados.

Contracción, %

- 10 La contracción de un monofilamento (expresada como la reducción porcentual en la longitud de una muestra de 1 metro del monofilamento) se mide sumergiendo el monofilamento durante 20 segundos en un baño de aceite de silicona mantenido a 90°C. Luego, la contracción se calcula como: (longitud antes - longitud después)/longitud antes * 100%.

Rizado

- 15 El rizado se mide tomando un haz de 20 filamentos y dejándolo durante 10 minutos en un horno a 90°C. La clasificación se realiza visualmente clasificando las muestras en base a un catálogo de muestras patrón. El método analiza cuánto tienden a doblarse y rizarse los filamentos originalmente rectos en los lados. Las muestras se clasifican entre 1 y 5, donde 1 representa los filamentos que no se doblaron y rizaron o lo hicieron mínimamente y 5 representa los filamentos que se doblaron y rizaron fuertemente.

- 20 La presente invención puede realizarse de otras formas sin apartarse del espíritu y los atributos esenciales de la misma y, por consiguiente, se debe hacer referencia a las reivindicaciones adjuntas, más que a la memoria descriptiva anterior, que indican el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de polietileno lineal de baja densidad que presenta cada una de las siguientes propiedades:
- (1) Una fracción de CEF de 70 a 90°C igual o superior al 80% de las fracciones de CEF totales; medida según el método descrito en Monrabal et al., *Macromol. Symp.* 257, 71-79 (2007),
- 5 (2) Un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido de acuerdo con la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 /g/10 min e igual o inferior a 5,0 /g/10 min; y (3) una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7. El índice de fluidez de la masa fundida I_{10} se mide de acuerdo con la norma ASTM D-1238 (10 kg a 190°C).
- 10 2. La composición de polietileno lineal de baja densidad según la reivindicación 1, que además presenta una densidad (medida según la norma ASTM D792) de 0,915 y 0,925 /g/cm³.
3. La composición de polietileno lineal de baja densidad según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la composición de polietileno comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de uno o más comonomeros seleccionados del grupo que consiste en buteno, hexeno y octeno.
- 15 4. La composición de polietileno lineal de baja densidad según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la composición de polietileno no comprende unidades derivadas de octeno.
5. La composición de polietileno lineal de baja densidad según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la composición de polietileno se produce mediante un procedimiento de polimerización en fase de solución o en fase gaseosa utilizando uno o dos reactores.
- 20 6. Un artículo de fabricación seleccionado del grupo que consiste en cintas, fibras y filamentos, en donde el artículo se produce a partir de la composición de polietileno lineal de baja densidad según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
7. El artículo de fabricación según la reivindicación 6, que presenta una relación de estiramiento igual o superior a 4.
8. El artículo de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 6-7, que presenta una contracción igual o inferior al 5,5%.
- 25 9. El artículo de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde el artículo es una cinta estirada.
10. El artículo de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde el artículo es un monofilamento.
11. Artículo de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde el artículo es una fibra.
- 30 12. Un sistema de césped artificial, que comprende uno o más artículos de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 6-11.
13. Un sistema de césped artificial, que comprende:
- Un soporte primario que tiene un lado superior y un lado inferior; y
- Al menos un filamento de césped artificial según la reivindicación 10;
- 35 En donde el al menos un filamento de césped artificial se fija al soporte primario de tal manera que el al menos un filamento de césped artificial proporciona una cara con mechones que se extiende hacia fuera desde el lado superior del soporte primario.
14. Un método de fabricación de un filamento de césped artificial, método que comprende:
- Proporcionar una composición de polietileno lineal de baja densidad que exhibe cada una de las siguientes propiedades:
- 40 (1) Una fracción CEF de 70 a 90°C igual o superior al 80% de las fracciones de CEF totales;
- (2) Un índice de fluidez de la masa fundida, I_2 , medido según la norma ASTM D 1238 (2,16 kg a 190°C), en el intervalo igual o superior a 2,0 /g/10 min e igual o inferior a 5,0 /g/10 min; y
- (3) Una relación de índices de fluidez de la masa fundida, I_{10}/I_2 , igual o inferior a 6,7; y
- Extruir la composición de polietileno lineal de baja densidad en un filamento de césped artificial.
- 45

15. El método según la reivindicación 14, en donde el método comprende además estirar el filamento de césped artificial a una relación de estiramiento predeterminada.

16. El método según la reivindicación 15, en el que la relación de estiramiento es al menos 4.