

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 842 924**

(51) Int. Cl.:

B32B 27/08 (2006.01)
B32B 27/30 (2006.01)
B32B 27/32 (2006.01)
C08L 23/08 (2006.01)
C08L 23/10 (2006.01)
C08L 23/14 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2018 E 18196859 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2020 EP 3628486**

(54) Título: **Película multicapa**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.07.2021

(73) Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)
IZD Tower Wagramerstraße 17-19
1220 Vienna, AT**

(72) Inventor/es:

**WANG, JINGBO;
GAHLEITNER, MARKUS;
BERNREITNER, KLAUS;
LESKINEN, PAULI y
NIEDERSÜSS, PETER**

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 842 924 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

Película multicapa

- 5 La presente invención se refiere a una película multicapa que comprende al menos una capa de sellado (SL1) y una capa central (CL), conteniendo dicha capa central un copolímero de propileno y 1-hexeno con una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 10 % en peso.
- 10 Hoy en día se requieren altos estándares para los materiales de envasado. Muy a menudo se requieren propiedades en la industria del envasado, que son conflictivas. Normalmente, se requieren en paralelo una alta rigidez y tenacidad, así como un excelente comportamiento de sellado y una buena óptica. Para lograr estas diferentes propiedades, rara vez se utilizan componentes puros, sino más bien combinaciones de diferentes componentes poliméricos. Dos enfoques diferentes están principalmente a disposición del experto: (a) mezclas de dos o más polímeros para formar una estructura heterofásica, o (b) producir una estructura multicapa con diferentes materiales que proporcionan diferentes funciones. Ambos se aplican en la industria, siendo este último aún más popular ya que la elección de materiales es más diversa sin la necesidad de considerar las exigentes cuestiones técnicas de las mezclas complejas de polímeros. Con las estructuras multicapa conocidas en la técnica ya se consiguen películas multicapa con buenas propiedades para la industria del envasado. Uno de los ejemplos clásicos es, por ejemplo, la combinación de dos capas de polietilenos, una de las cuales es una capa de sellado a base de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) con una densidad de aproximadamente 0,918 g/cm³ y la otra es la capa central a base de un polietileno de densidad media (MDPE) o un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) de mayor densidad lo que mejora la mecánica. Este tipo de combinación tiene la desventaja de que se alcanza un equilibrio aceptable de rigidez/tenacidad a expensas de las propiedades ópticas debido al polietileno con mayor densidad.
- 15 20 25
- Por supuesto, también se utilizan polipropilenos, especialmente polipropileno que contiene α-olefinas superiores, como 1-hexeno, en la fabricación de películas para material de envasado. Tales polipropilenos muestran ya buenas propiedades de sellado y, por lo tanto, se utilizan normalmente como capa de sellado en películas multicapa. El rendimiento global de tales películas multicapa, especialmente en vista del comportamiento de sellado es, sin embargo, inferior en comparación con los sistemas multicapa de polietileno.
- 30 35
- El documento EP 2 386 824 se refiere a un material compuesto polimérico que comprende una composición de copolímero de propileno que tiene un contenido de comonómero en el intervalo de 2,5 a 10 % en peso, los comonómeros son α-olefinas C₅ a C₁₂, y un polímero cristalino de bajo peso molecular que tiene una temperatura de fusión inferior a 120 °C, en donde dicho material compuesto polimérico tiene (i) una temperatura de fusión de al menos 140 °C, y (ii) una temperatura de inicio de termosellado (SIT) de no más de 110 °C.
- 40 45
- El documento EP 2 415 598 describe una película multicapa que comprende una capa central (C) y dos capas externas (O-1, O-2) que engloban la capa central, en donde (i) la capa central (C) comprende un terpolímero bimodal de etileno/1-buteno/alfa-olefina C₆-C₁₂, (ii) una capa externa (O-1) que comprende (ii-1) un polietileno de baja densidad o (ii-2) el terpolímero bimodal como se define para la capa central (C) o (ii-3) un polietileno lineal de baja densidad producido con metalloceno y opcionalmente un polietileno de baja densidad, (iii) la otra capa externa (O-2) que comprende (iii-1) un polietileno lineal de baja densidad producido con metalloceno y opcionalmente un polietileno de baja densidad, y el uso de la película multicapa para envases, especialmente para envases de alimentos congelados.
- 50
- El documento EP 2 386 603 divulga una composición de copolímero de propileno (P) que comprende (a) al menos 2,5 % en peso de unidades derivables de α-olefinas de C₅ a C₁₂, (b) al menos 20,0 % en peso de una fracción cristalina que tiene un grosor de lamela de más de 5,70 nm, y (c) al menos 10,0 % en peso de una fracción cristalina que tiene un grosor de lamela inferior a 3,0 nm, en donde dichas fracciones cristalinas se determinan mediante la técnica de segregación isotérmica escalonada (SIST).
- 55 60
- El documento EP 2 487 203 proporciona una composición de copolímero de propileno que comprende un copolímero de propileno (A) que tiene un contenido de comonómero en el intervalo de igual o más de 0,5 a 2,0 % en peso, en donde los comonómeros son α-olefinas C₅ a C₁₂, y un copolímero de propileno (B) que tiene un contenido de comonómero en el intervalo de igual o más de 4,0 a igual o menos de 10,0 % en peso, en donde los comonómeros son α-olefinas C₅ a C₁₂, en donde además la composición de copolímero de propileno tiene un contenido de comonómero en el intervalo de igual o más de 3,5 a igual o inferior a 7,0 % en peso, siendo los comonómeros α-olefinas C₅ a C₁₂, y estando la relación en peso entre el copolímero de propileno (A) y el copolímero de propileno (B) en el intervalo de 20/80 a menos de 55/45.
- En consecuencia, el objetivo de la presente invención es proporcionar una película multicapa, especialmente una película multicapa no orientada, como una película soplada, que tiene excelentes propiedades de sellado junto con un buen rendimiento óptico y buena mecánica, especialmente una alta resistencia al impacto por caída de dardo.
- 65
- El hallazgo de la presente invención es proporcionar una película multicapa que tiene una capa de sellado a base de polietileno y una capa central a base de un copolímero de propileno y 1-hexeno que tiene un contenido soluble en

xileno bastante alto.

En consecuencia, la invención se refiere a una película que comprende al menos tres capas, una capa central (CL), una 1^a capa de sellado (SL1) y una capa externa (OL), el orden de apilamiento de las tres capas es (SL1)/(CL)/(OL), en donde

5 (a)

10 (a1) la 1^a capa de sellado (SL1) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa de sellado (SL1), de una 1^a composición polimérica base (BC1), dicha 1^a composición polimérica base (BC1) comprende al menos 70 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), de un 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1), teniendo dicho 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) una densidad medida según ISO 1183-187 en el intervalo de 0,890 a 0,925 g/cm³; o preferentemente

15 (a2) la 1^a capa de sellado (SL1) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), de la 1^a composición polimérica base (BC1), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos,

20 en donde dicha 1^a composición polimérica base (BC1) comprende al menos 70 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), de un 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1), teniendo dicho 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) una densidad en el intervalo de 0,890 a 0,925 g/cm³;

25 (b)

30 (b1) la capa central (CL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de una 2^a composición polimérica base (BC2), dicha 2^a composición polimérica base (BC2) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 2^a composición polimérica base (BC2), de un copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); o preferentemente

35 (b2) la capa central (CL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de una 2^a composición polimérica base (BC2), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos, en donde dicha 2^a composición polimérica base (BC2) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 2^a composición polimérica base (BC2), de un copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); o todavía aún más preferentemente

40 (b3) la capa central (CL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de una 2^a composición polimérica base (BC2), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos,

45 en donde dicha 2^a composición polimérica base (BC2) consiste en el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); y

(c)

50 (c1) la capa externa (OL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), de una 3^a composición polimérica base (BC3), dicha 3^a composición polimérica base (BC3) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3), de una poliolefina; o preferentemente

55 (c2) la capa externa (OL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), de una 3^a composición polimérica base (BC3), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos,

60 en donde dicha 3^a composición polimérica base (BC3) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3), de una poliolefina; en donde dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) de la 2^a composición polimérica base (BC2) tiene

65 (i) un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 4,5 a 8,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC), y
(ii) una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 10,0 % en

peso, preferentemente, en el intervalo de 21,0 a 30,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).

Las realizaciones preferidas adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

- 5 En lo sucesivo, la invención se describirá con más detalle.
- 10 La expresión "composición polimérica base (BC)", como "1^a composición polimérica base (BC1)", "2^a composición polimérica base (BC2)" o "3^a composición polimérica base (BC3)", indica que dicha composición contiene solo polímeros, preferentemente solo poliolefinas. En consecuencia, la expresión "composición polimérica base" excluye por ejemplo la presencia de aditivos en dichas composiciones. Sin embargo, dichas composiciones poliméricas base pueden contener por supuesto impurezas típicas, como por ejemplo impurezas del catalizador resultantes del proceso de polimerización. Tales impurezas se consideran parte del polímero y no excederán del 2 % en peso basado en el peso total de la composición polimérica base.
- 15

La película multicapa

La presente invención se refiere a una película multicapa que comprende al menos tres capas, una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL), y una capa externa (OL).

- 20 El orden de apilamiento de las al menos tres capas es 1^a capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / capa externa (OL).
- 25 La película multicapa puede comprender capas adicionales, por ejemplo, entre la 1^a capa de sellado (SL1) y la capa central (CL) y/o entre la capa central (CL) y la capa externa (OL). En consecuencia, el número total de capas puede ser de hasta 9, como 8, 7, 6, 5 o 4 capas. Sin embargo, se prefiere que la película multicapa consista en 5 capas, más preferentemente 3 capas. Por tanto en una realización preferida la capa multicapa consiste en una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL), y una capa externa (OL).
- 30 En una realización la película multicapa puede comprender una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL), y una capa externa (OL), en donde la capa externa (OL) es preferentemente una capa termoprotectora (HSL) o una 2^a capa de sellado (SL2) como se define posteriormente, prefiriéndose esta última, en donde además la 1^a capa de sellado (SL1) está unida por un lado de la capa central (CL) y la capa externa (OL) se une por el otro lado de la capa central (CL),
- 35 en donde todavía aún más preferentemente la 1^a capa de sellado (SL1) y la capa externa (OL) forman las capas más externas de la película multicapa.

Preferentemente, la 1^a capa de sellado (SL1) forma en un lado de la película multicapa la capa más externa, es decir, la superficie. La capa externa (OL) puede no ser necesariamente la capa más externa (superficie) en el otro lado de la película multicapa, sino que otra capa o capas adicionales (FL) opuestas a la capa central (CL) pueden seguir a la capa externa (OL), en donde una de las capas adicionales (FL) forman la superficie más externa (superficie). En consecuencia, el orden de apilamiento puede en tal caso ser una 1^a capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / capa externa (OL) / capa o capas adicionales (FL).

45 En una realización preferida la película multicapa consiste en la 1^a capa de sellado (SL1), la capa central (CL) y la capa externa (OL), en donde el orden de apilamiento de las tres capas es 1^a capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / capa externa (OL).

50 En tal caso, la 1^a capa de sellado (SL1) y la capa externa (OL) son las capas más externas, es decir, las capas superficiales de la película multicapa.

Como se menciona con detalle posteriormente, la capa externa (OL) puede ser una capa termoprotectora (HSL) o una 2^a capa de sellado (SL2), prefiriéndose esta última. En consecuencia, se prefiere que la película multicapa comprenda al menos

- 55 (a) una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL) y una 2^a capa de sellado (SL2) en donde el orden de apilamiento de las al menos tres capas es
1^a capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / 2^a capa de sellado (SL2)
- 60 en donde preferentemente la 1^a capa de sellado (SL1) y la 2^a capa de sellado (SL2) forman las capas más externas, es decir, las capas superficiales de la película multicapa;
o
(b) una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL) y una capa termoprotectora (HSL) en donde el orden de apilamiento de las al menos tres capas es
1^a capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / capa termoprotectora (HSL)
- 65 en donde preferentemente la 1^a capa de sellado (SL1) y la capa termoprotectora (HSL) forman las capas más externas, es decir, las capas superficiales de la película multicapa.

En una realización preferida específica la película multicapa consiste en

- 5 (a) una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL) y una 2^a capa de sellado (SL2) en donde el orden de apilamiento de las al menos tres capas es
 $1^{\text{a}} \text{ capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / 2}^{\text{a}} \text{ capa de sellado (SL2)}$
 en donde la 1^a capa de sellado (SL1) y la 2^a capa de sellado (SL2) forman las capas más externas, es decir, las capas superficiales de la película multicapa;
 o
- 10 (b) una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL) y una capa termoprotectora (HSL) en donde el orden de apilamiento de las al menos tres capas es
 $1^{\text{a}} \text{ capa de sellado (SL1) / capa central (CL) / capa termoprotectora (HSL)}$
 en donde la 1^a capa de sellado (SL1) y la capa termoprotectora (HSL) forman las capas más externas, es decir, las capas superficiales de la película multicapa.
- 15 Preferentemente la película multicapa tiene un grosor en el intervalo de 20 nm a 300 µm, más preferentemente en el intervalo de 25 a 250 µm, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 30 a 200 µm, más preferentemente en el intervalo de 35 a 150 µm, como en el intervalo de 35 a 100 µm.
- 20 Preferentemente, la película multicapa es una película no estirada. La expresión "no estirada" indicará que la película multicapa no está estirada dimensionalmente como es el caso de las películas orientadas biaxialmente. Por consiguiente, se prefiere que la película multicapa de acuerdo con la presente invención no se estire biaxialmente ni uniaxialmente. "Estirar" es una etapa de procesamiento que estira la película más de lo que se estira una película debido a los efectos de estiramiento normales causados por la fabricación de la película. Por ejemplo, se estira una película en una línea de película colada y, por lo tanto, se estira ligeramente en la dirección de la máquina. Un efecto similar ocurre en una línea de película soplada donde se estira la burbuja. Sin embargo, estos efectos de estiramiento no se entienden como estiramiento. El estiramiento es más que el estiramiento que ocurre en la línea de película colada o en la línea de película soplada. En consecuencia, la película multicapa de la invención no está estirada y, por tanto, la película multicapa de acuerdo con la presente invención es una película colada o una película soplada, prefiriéndose esta última. En caso de que la película multicapa se produzca en una línea de película soplada, el enfriamiento de la película multicapa puede efectuarse mediante refrigeración por agua o refrigeración por aire, prefiriéndose esta última.
- 35 La preparación de películas coladas o sopladas multicapa es un estado de la técnica y no forma parte de la invención. Por ejemplo, una película soplada multicapa se obtiene mediante un proceso de coextrusión de película soplada. En el proceso de coextrusión de película soplada, las masas fundidas de los materiales poliméricos para la capa central (CL), para la 1^a capa de sellado (SL1), para la capa externa (OL) y opcionalmente para todas las capas adicionales, se extruyen a través de una matriz anular y se soplan en una película tubular formando una burbuja que se colapsa entre los rodillos de presión después de la solidificación. La coextrusión soplada puede efectuarse preferentemente a una temperatura en el intervalo de 160 a 240 °C, y enfriarse con agua o preferentemente soplando gas (generalmente aire) a una temperatura de 10 a 50 °C para proporcionar una altura de línea de escarcha de 0,5 a 8 veces el diámetro de la matriz. La relación de soplado debería estar generalmente en el intervalo de 1,5 a 4,0, tal como de 2,0 a 4,0, preferentemente de 2,5 a 3,5.
- 40 45 La película multicapa de acuerdo con la presente invención es preferentemente una película soplada multicapa. Preferentemente dicha película soplada multicapa consiste en (a) la 1^a capa de sellado (SL1), la capa central (CL) y la 2^a capa de sellado (SL2), el orden de apilamiento de las tres capas es (SL1)/(CL)/(SL2); o (b) la 1^a capa de sellado (SL1), la capa central (CL) y la capa termoprotectora (HSL), el orden de apilamiento de las tres capas es (SL1)/(CL)/(HSL).
- 50 55 Opcionalmente una o ambas superficies de la película soplada multicapa pueden tratarse con corona o con llama mediante uno de los métodos conocidos. Para el tratamiento corona, la película se pasa entre dos elementos conductores que sirven como electrodos, aplicándose un voltaje tan alto entre los electrodos, generalmente un voltaje alterno (aproximadamente 10000 V y 10000 Hz), que pueden producirse descargas de pulverización o corona. Debido a la descarga de pulverización o corona, el aire sobre la superficie de la película se ioniza y reacciona con las moléculas de la superficie de la película, provocando la formación de inclusiones polares en la matriz polimérica esencialmente no polar. Las intensidades de tratamiento están en el intervalo habitual, preferentemente de 38 a 48 dinas/cm después de la producción.
- 60 **Capa central (CL)**
- 65 Como se definió anteriormente, la película multicapa de esta invención debe comprender una capa central (CL). La expresión "capa central (CL)" se entiende en el presente documento como se utiliza en el campo técnico del envasado, es decir, la expresión "capa central (CL)" indica que esta capa forma la parte media de la película multicapa y contribuye especialmente a las propiedades mecánicas y ópticas. Sin embargo, en el presente caso, la selección específica de la "capa central (CL)" mejora adicionalmente el comportamiento de sellado de la capa(s) de

sellado. La expresión "capa central (CL)" indica además que esta capa es normalmente la capa más gruesa de la película multicapa.

Por consiguiente, se prefiere que el grosor de la capa central (CL) esté preferentemente en el intervalo de 5 a 50 µm, más preferentemente en el intervalo de 10 a 200 µm, aún más preferentemente en el intervalo de 10 a 100 µm.

Asimismo, aunque la expresión "capa central" es singular, puede referirse a una o más capas, como 2 a 5 capas, es decir, 2, 3, 4 o 5 capas, que forman la capa central (CL) de la película multicapa. Sin embargo, cada una de las capas que forman juntas la "capa central" son químicamente idénticas, es decir, se han producido con el mismo material. Así, por esta razón, la capa central (CL) es singular, aunque en algunas realizaciones la capa central (CL) puede comprender varias capas, todas ellas producidas con el mismo material, es decir, el material definido con más detalle posteriormente.

La capa central (CL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de una 2^a composición polimérica base (BC2). Preferentemente, la capa central (CL) contiene la 2^a composición polimérica base (BC2) como el único polímero. Por consiguiente se prefiere que la capa central (CL) comprenda al menos 90 % en peso, más preferentemente, al menos 95 % en peso, aún más preferentemente, al menos 98 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de la 2^a composición polimérica base (BC2), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), son aditivos (AD). Los aditivos (AD) típicos presentes en la capa central (CL) son antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación y agentes deslizantes. Tales aditivos son conocidos en la técnica, véase por ejemplo Hans Zweifel at all "Plastics Additives Handbook", 6^a edición, y no contribuyen a la invención.

La 1^a capa de sellado (SL1)

Como se definió anteriormente, la película multicapa de la presente invención debe comprender una 1^a capa de sellado (SL1).

La expresión "capa de sellado" se entiende en el presente documento como se utiliza en el campo técnico del envasado, es decir, la expresión "capa de sellado" indica que dicha capa se puede utilizar con fines de sellado, es decir, el sellado se puede producir en la superficie de esta capa o parte de esta capa.

Por tanto, se prefiere que la 1^a capa de sellado (SL1) forme la capa más externa de la película multicapa, forme una de las dos superficies de la película multicapa. Aún más preferentemente la 1^a capa de sellado (SL1) está pegada, es decir, unida, a la capa central (CL) de la película multicapa. Aún más preferentemente la 1^a capa de sellado (SL1) forma una de las capas más externas de la película multicapa y está pegada a la capa central (CL) de la película multicapa.

Preferentemente, la 1^a capa de sellado (SL1) tiene un grosor que es sustancialmente menor que el grosor de la capa central (CL) y sustancialmente menor que el grosor de la película multicapa total. En una realización, el grosor de la 1^a capa de sellado (SL1) es sustancialmente menor, habitualmente menor del 20 %, del grosor de la capa central (CL). En consecuencia, se aprecia que la 1^a capa de sellado (SL1) tiene un grosor en el intervalo de 0,5 a 40 µm, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 30 µm.

Como se ha mencionado anteriormente en una realización preferida, la capa externa (OL) es una 2^a capa de sellado (SL2) (véase adicionalmente la definición siguiente). En tal caso es especialmente preferido que la 1^a capa de sellado (SL1) y la 2^a capa de sellado (SL2) sean químicamente idénticas, es decir, se han producido con el mismo material.

El grosor de la 1^a capa de sellado (SL1) y la 2^a capa de sellado (SL2) no deben ser necesariamente el mismo, sin embargo, se prefiere que tengan un grosor similar +/- una variación del 10 %.

La 1^a capa de sellado (SL1) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), de una 1^a composición polimérica base (BC1). Preferentemente, la 1^a capa de sellado (SL1) contiene la 1^a composición polimérica base (BC1) como el único polímero. Por consiguiente se prefiere que la 1^a capa de sellado (SL1) comprenda al menos 90 % en peso, más preferentemente, al menos 95 % en peso, aún más preferentemente, al menos 98 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), de la 1^a composición polimérica base (BC1), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), son aditivos (AD). Los aditivos (AD) típicos presentes en la 1^a capa de sellado (SL1) son antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación y agentes deslizantes. Tales aditivos son conocidos en la técnica, véase por ejemplo Hans Zweifel at all "Plastics Additives Handbook", 6^a edición, y no contribuyen a la invención.

En cuanto a la definición de la 1^a composición polimérica base (BC1) se hace referencia a la información siguiente.

En el caso de que la película multicapa comprenda una 1^a capa de sellado (SL1) y una 2^a capa de sellado (SL2) se prefiere que las composiciones poliméricas base de ambas capas de sellado (SL1) y (SL2) sean iguales. En otras palabras, se prefiere que la 1^a composición polimérica base (BC1) y la 3^a composición polimérica base (BC3A) sean iguales en el caso de que la película multicapa comprenda una 1^a capa de sellado (SL1) y una 2^a capa de sellado (SL2).

La capa externa (OL)

10 Como se ha mencionado anteriormente, la tercera capa obligatoria es la capa externa (OL). La capa externa puede tener cualquier función en la película multicapa de acuerdo con la presente invención. Sin embargo se prefiere que la capa externa sea una capa termoprotectora (HSL) o una 2^a capa de sellado (SL2), prefiriéndose esta última.

15 Preferentemente la capa externa (OL), por ejemplo, la capa termoprotectora (HSL) o la 2^a capa de sellado (SL2), es una capa más externa.

20 Preferentemente la capa externa (OL), por ejemplo, la capa termoprotectora (HSL) o la 2^a capa de sellado (SL2) tiene un grosor que es sustancialmente menor que el grosor de la capa central (CL) y sustancialmente menor que el grosor de la película multicapa total. En una realización el grosor de la capa externa (OL), por ejemplo, la capa termoprotectora (HSL) o la 2^a capa de sellado (SL2), es sustancialmente menor, habitualmente menor del 20 %, del grosor de la capa central (CL). Por consiguiente, se aprecia que la capa externa (OL), por ejemplo, la capa termoprotectora (HSL) o la 2^a capa de sellado (SL2) tiene un grosor en el intervalo de 0,5 a 40 µm, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 30 µm.

25 La capa externa (OL) comprende al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), de una 3^a composición polimérica base (BC3). Preferentemente, la capa central (OL) contiene la 3^a composición polimérica base (BC3) como el único polímero. Por consiguiente se prefiere que la capa externa (OL) comprenda al menos 90 % en peso, más preferentemente, al menos 95 % en peso, aún más preferentemente, al menos 98 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), de la 3^a composición polimérica base (BC3), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), son aditivos (AD). Los aditivos (AD) típicos presentes en la capa externa (OL) son antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación y agentes deslizantes. Tales aditivos son conocidos en la técnica, véase por ejemplo Hans Zweifel at all "Plastics Additives Handbook", 6^a edición, y no contribuyen a la invención.

35 35 Como se menciona con detalle posteriormente la capa externa (OL) es preferentemente una capa termoprotectora (HSL) o la 2^a capa de sellado (SL2), prefiriéndose esta última. En consecuencia, la información proporcionada en el párrafo anterior es especialmente aplicable en el caso de que la capa externa (OL) sea una capa termoprotectora (HSL) o la 2^a capa de sellado (SL2).

40 40 En cuanto a la definición de capa de sellado, se hace referencia a la información proporcionada para la 1^a capa de sellado (SL1).

45 45 La expresión "capa termoprotectora" se entiende como es conocido en la técnica en este campo técnico, es decir, como una capa que no se funde durante la esterilización con calor.

50 50 En el caso de que la capa externa (OL) sea una capa termoprotectora (HSL), la 3^a composición polimérica base (BC3) es preferentemente la 3^a composición polimérica base (BC3B) y en el caso de que la capa externa (OL) sea la 2^a capa de sellado (SL2), la 3^a composición polimérica base (BC3) es preferentemente la 3^a composición polimérica base (BC3A) como se define con detalle posteriormente.

2^a composición polimérica base (BC2)

55 55 Como se ha mencionado anteriormente la expresión "2^a composición polimérica base (BC2)" indica que dicha composición contiene solo polímeros, preferentemente solo poliolefinas, todavía aún más preferentemente solo copolímeros de propileno. Uno de los polímeros debe ser el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) como se define con más detalle posteriormente. Por consiguiente se prefiere que la 2^a composición polimérica base (BC2) comprenda al menos 90 % en peso, más preferentemente, al menos 95 % en peso, todavía aún más preferentemente al menos 98 % en peso, basado en el peso total de la 2^a composición polimérica base (BC2), del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) y la parte restante hasta 100 % en peso, basado en el peso total de la 2^a composición polimérica base (BC2), son polímeros, preferentemente poliolefinas, más preferentemente copolímeros de propileno, diferentes al copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC). Es especialmente preferido que la 2^a composición polimérica base (BC2) consista en el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) como se define en detalle posteriormente.

65 65 En el caso de que la 2^a composición polimérica base (BC2) además del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC)

comprenda otros polímeros, la 2^a composición polimérica base (BC2) se obtiene mezclando normalmente (en estado fundido) como es conocido en la técnica.

El copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC)

- 5 El copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) de acuerdo con la presente invención tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 4,5 a 8,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 4,8 al 7,5 % en peso, todavía aún más preferentemente en el intervalo del 5,0 al 7,2 % en peso. A lo largo de la presente invención, la cantidad de 1-hexeno para el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se calcula basándose en la cantidad total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).
- 10 La expresión "copolímero de propileno y 1-hexeno" de acuerdo con la presente invención indica que el copolímero de propileno y 1-hexeno contiene solo unidades derivables de propileno y 1-hexeno. La expresión "copolímero de propileno y 1-hexeno" excluye también la opción de que pueda estar presente un homopolímero de propileno. En otras palabras, la expresión "copolímero de propileno y 1-hexeno" define un polímero que contiene únicamente cadenas de copolímero de propileno y 1-hexeno.
- 15 El copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) de acuerdo con la presente invención se caracteriza por una fracción soluble en xileno (XCS) bastante alta. En consecuencia, el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 10,0 % en peso, preferentemente de más del 12,5 % en peso, más preferentemente de más del 15,0 % en peso, aún más preferentemente de más del 18,0 % en peso, todavía aún más preferentemente de más del 20,0 % en peso, incluso aún más preferentemente de más del 21,0 % en peso. Es por lo tanto especialmente preferido que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tenga una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 en el intervalo de más del 15,0 al 38,0 % en peso, todavía aún más preferentemente en el intervalo de más del 18,0 al 35,0 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo de más del 20,0 al 32,0 % en peso, incluso aún más preferentemente en el intervalo del 21,0 al 30,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).
- 20
- 25
- 30 Además se prefiere que la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tenga un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 4,5 al 15,0 % en peso, más preferentemente del 5,0 al 12,0 % en peso, aún más preferentemente del 6,0 al 10,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).
- 35 Además se prefiere que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tenga una distribución del peso molecular bastante estrecha. Por consiguiente se prefiere que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tenga una distribución del peso molecular (Mw/Mn) caracterizada por una relación entre el peso molecular promedio en peso y el peso molecular promedio en número, de no más de 4,5, más preferentemente no más de 4,3, aún más preferentemente en el intervalo de 2,5 a 4,5, todavía más preferentemente en el intervalo de 3,0 a 4,3, incluso aún más preferentemente en el intervalo de 3,2 a 4,0.
- 40
- 45 Adicionalmente, se prefiere que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tenga un índice de fluidez MFR₂ (230 °C, 2,16 kg) medido según ISO 1133 en el intervalo de 0,3 a 15,0 g/10 min, más preferentemente, en el intervalo de 0,5 a 8,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 5,0 g/10 min.
- 50 Preferentemente el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se ha producido mediante un catalizador de metalloceno. Los polipropilenos típicos producidos mediante un catalizador de metalloceno se caracterizan por un número bastante elevado de inserciones cabeza-cabeza, lo que conduce a los denominados defectos eritro 2,1. Por consiguiente se prefiere que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tenga regiodefectos eritro 2,1 de al menos 0,30 % en moles, más preferentemente de al menos 0,40 % en moles, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 0,30 a 0,60 % en moles, aún más preferentemente en el intervalo de 0,35 a 0,58 % en moles, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 0,40 a 0,55 % en moles, como en el intervalo de 0,42 a 0,53 % en moles. La cantidad de regiodefectos eritro 2,1 se calcula basándose en copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) total.
- 55
- 60 La temperatura de fusión (T_m) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) es preferentemente de al menos 130 °C, más preferentemente de al menos 133 °C. Por lo tanto, se aprecia en particular que la temperatura de fusión (T_m) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) esté en el intervalo de 130 a 145 °C, más preferentemente en el intervalo de 133 a 140 °C.
- 65 El copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se define además por sus fracciones poliméricas presentes. En consecuencia, el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) comprende al menos dos fracciones, concretamente un 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y un 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2). Preferentemente la cantidad total de los copolímeros de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y (PHC-2) juntos es de al menos 90 % en peso, más preferentemente, al menos 95 % en peso, aún más preferentemente, al menos 98 % en

peso, basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC). En una realización específica el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) consiste en el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2).

5 Además se prefiere que la relación en peso [(PHC-1)/(PHC-2)] entre los copolímeros de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y (PHC-2) esté en el intervalo de 20/80 a 80/20, más preferentemente, en el intervalo de 25/75 a 60/40, aún más preferentemente en el intervalo 30/70 a 50/50.

10 Además el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) es la fracción pobre en 1-hexeno mientras que el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) es la fracción rica en 1-hexeno.

Por consiguiente se prefiere que el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) tenga un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 0,5 al 3,9 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 0,8 al 3,0 % en peso, aún más preferentemente, en el intervalo del 1,0 al 2,5 % en peso. A lo largo de la presente invención, la cantidad de 1-hexeno para el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) se calcula basándose en el peso total del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1).

15 Por lo tanto, se prefiere especialmente que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) cumpla la inecuación (I), todavía aún más preferentemente la inecuación (Ia), aún más preferentemente la inecuación (Ib), incluso aún más preferentemente la inecuación (Ic),

$$\frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1)*\frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \geq 5,00 \quad (I);$$

$$5,00 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1)*\frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 9,00 \quad (Ia);$$

$$6,00 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1)*\frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 8,50 \quad (Ib);$$

$$6,50 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1)*\frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 8,20 \quad (Ic);$$

25 30 en donde

"C₆ (PHC-1)" es el contenido de 1-hexeno del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) basado en el peso total del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) [en % en peso];

35 "C₆ (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];

"[PHC-1]/[PHC]" es la relación en peso entre el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g].

40 Adicionalmente o como alternativa, se prefiere que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) cumpla la inecuación (II), todavía aún más preferentemente la inecuación (II a), aún más preferentemente la inecuación (II b), incluso aún más preferentemente la inecuación (II c),

$$\frac{C_6(PHC-2)*\frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \geq 0,65 \quad (II)$$

$$0,65 \leq \frac{C_6(PHC-2)*\frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \leq 1,00 \quad (IIa);$$

$$0,70 \leq \frac{C_6(PHC-2)*\frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \leq 0,95 \quad (IIb);$$

$$0,75 \leq \frac{C_6(PHC-2)*\frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \leq 0,92 \quad (IIc);$$

50 en donde

"C₆ (PHC-2)" es el contenido de 1-hexeno del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) basado en el peso

total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) [en % en peso];

"C6 (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];

"[PHC-2]/[PHC]" es la relación en peso entre el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g].

Como se ha mencionado anteriormente, se prefiere que el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-B) sea la fracción rica en 1-hexeno. Por consiguiente se prefiere que el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-B) tenga un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 6,0 al 20,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 6,0 al 15,0 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 6,0 al 12,0 % en peso, todavía aún más preferentemente en el intervalo del 6,5 al 11,5 % en peso, incluso aún más preferentemente en el intervalo del 6,9 al 11,0 % en peso, lo más preferentemente en el intervalo del 7,3 al 10,0 % en peso. A lo largo de la presente invención, la cantidad de 1-hexeno para el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-B) se calcula basándose en el peso total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-B).

Además, se aprecia que el 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) tenga un índice de fluidez MFR₂ de al menos 0,5 g/10 min, más preferentemente, en el intervalo de 0,5 a 20,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 0,5 a 10,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 0,5 a 5,0 g/10 min, incluso aún más preferentemente en el intervalo de 0,8 a 4,0 g/10 min.

La presente memoria descriptiva también describe un copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) que comprende un 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y un 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2), en donde

(a) dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene

(a1) un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 4,5 a 8,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 (a2) una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 18,0 % en peso; y
 (a3) opcionalmente una temperatura de fusión de al menos 130 °C, preferentemente en el intervalo de 133 a 140 °C;

en donde además

(b) dicho 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 0,5 a 3,9 % en peso basado en el peso total del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1);
 (c) dicho 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) tiene preferentemente un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 6,9 a 12,0 % en peso basado en el peso total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2); en donde además

(d) la cantidad del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) juntos es de al menos el 95 % en peso, basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); y
 (e) en donde la relación en peso [(PHC-1)/(PHC-2)] entre el 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) está en el intervalo de 30/70 a 50/50.

El copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) puede comprender un 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y un 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2), en donde

(b) dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene

(a1) un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 4,5 a 8,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 (a2) una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 18,0 % en peso; y
 (a3) opcionalmente una temperatura de fusión de al menos 130 °C, preferentemente en el intervalo de 133 a 140 °C;

en donde además

(b) dicho 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 0,5 a 3,9 % en peso basado en el peso total del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1);
 (c) dicho 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) tiene preferentemente un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 6,9 a 12,0 % en peso basado en el peso total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2); en donde además
 (d) la cantidad del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) juntos es de al menos el 95 % en peso, basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 (e) en donde la relación en peso [(PHC-1)/(PHC-2)] entre el 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el

2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) está en el intervalo de 30/70 a 50/50; y
 (f) la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 5,0 al 12,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).

5 Adicionalmente, el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) puede comprender un 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y un 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2), en donde

10 (c) dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene

(a1) un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 4,5 a 8,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);

(a2) una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 18,0 % en peso;

y

15 (a3) opcionalmente una temperatura de fusión de al menos 130 °C, preferentemente en el intervalo de 133 a 140 °C;

en donde además

20 (b) dicho 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 0,5 a 3,9 % en peso basado en el peso total del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1);

(c) dicho 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) tiene preferentemente un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 6,9 a 12,0 % en peso basado en el peso total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2); en donde aún más

25 (d) la cantidad del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) juntos es de al menos el 95 % en peso, basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);

(e) la relación en peso [(PHC-1)/(PHC-2)] entre el 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) está en el intervalo de 30/70 a 50/50; y

30 (f) opcionalmente la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 5,0 al 12,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);

en donde todavía aún el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) cumple

35 (g) la inecuación (I), preferentemente la inecuación (Ia), más preferentemente la inecuación (Ib), todavía aún más preferentemente la inecuación (Ic),

$$\frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \geq 5,00 \quad (I);$$

$$5,00 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 9,00 \quad (Ia);$$

$$6,00 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 8,50 \quad (Ib);$$

$$6,80 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 8,00 \quad (Ic);$$

45 en donde

"C6 (PHC-1)" es el contenido de 1-hexeno del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) basado en el peso total del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) [en % en peso];

"C6 (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];

50 "[PHC-1]/[PHC]" es la relación en peso entre el 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g];

y

55 (h) opcionalmente cumple la inecuación (II), preferentemente la inecuación (IIa), más preferentemente la inecuación (IIb), todavía aún más preferentemente la inecuación (IIc),

$$\frac{C_6(PHC-2) * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \geq 0,65 \quad (II)$$

$$0,65 \leq \frac{C_6(PHC-2) * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \leq 1,00 \quad (IIa);$$

$$0,70 \leq \frac{C_6(PHC-2) * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \leq 0,95 \quad (IIb);$$

5

$$0,75 \leq \frac{C_6(PHC-2) * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6(PHC)} \leq 0,90 \quad (IIc);$$

en donde

10 "C₆ (PHC-2)" es el contenido de 1-hexeno del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) basado en el peso total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) [en % en peso];
 "C₆ (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];
 "[PHC-2]/[PHC]" es la relación en peso entre el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g].

15 Por otra parte, el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) puede comprender un 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y un 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2), en donde

20 (a) dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene

- (a1) un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 4,5 a 8,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 (a2) una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 18,0 % en peso;
 (a3) una distribución del peso molecular (Mw/Mn) de no más de 4,5; preferentemente en el intervalo de 3,0 a 4,3;
 (a4) opcionalmente regiodefectos eritro 2,1 de al menos 0,42 % determinado por espectroscopia de RMN de ¹³C; y
 (a5) opcionalmente una temperatura de fusión de al menos 130 °C, preferentemente en el intervalo de 133 a 142 °C, como en el intervalo de 133 a 140 °C,

30 en donde además

- (b) dicho 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 0,5 a 3,9 % en peso basado en el peso total del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1);
 (c) dicho 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) tiene preferentemente un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 6,9 a 12,0 % en peso basado en el peso total del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2);
 en donde aún más
 (d) la cantidad del 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y del 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) juntos es de al menos el 95 % en peso, basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 (e) la relación en peso [(PHC-1)/(PHC-2)] entre el 1º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el 2º copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) está en el intervalo de 30/70 a 50/50; y
 (f) opcionalmente la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 5,0 al 12,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 en donde todavía aún
 el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) cumple
 (g) la inecuación (I), preferentemente la inecuación (Ia), más preferentemente la inecuación (Ib), todavía aún más preferentemente la inecuación (Ic),

50

$$\frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \geq 5,00 \quad (I);$$

$$5,00 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 9,00 \quad (Ia);$$

$$6,00 \leq \frac{C_6(PHC)}{C_6(PHC-1) * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 8,50 \quad (Ib);$$

$$6,80 \leq \frac{C_6 \text{ (PHC)}}{C_6 \text{ (PHC-1)} * \frac{[PHC-1]}{[PHC]}} \leq 8,00 \quad (\text{Ic});$$

en donde

- 5 "C₆ (PHC-1)" es el contenido de 1-hexeno del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) basado en el peso total del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) [en % en peso];
 "C₆ (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];
 10 "[PHC-1]/[PHC]" es la relación en peso entre el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g];

y

- (h) opcionalmente cumple la inecuación (II), preferentemente la inecuación (IIa), más preferentemente la inecuación (IIb), todavía aún más preferentemente la inecuación (IIc),

$$\frac{C_6 \text{ (PHC-2)} * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6 \text{ (PHC)}} \geq 0,65 \quad (\text{II})$$

$$0,65 \leq \frac{C_6 \text{ (PHC-2)} * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6 \text{ (PHC)}} \leq 1,00 \quad (\text{IIa});$$

$$20 \quad 0,70 \leq \frac{C_6 \text{ (PHC-2)} * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6 \text{ (PHC)}} \leq 0,95 \quad (\text{IIb});$$

$$0,75 \leq \frac{C_6 \text{ (PHC-2)} * \frac{[PHC-2]}{[PHC]}}{C_6 \text{ (PHC)}} \leq 0,90 \quad (\text{IIc});$$

en donde

- 25 "C₆ (PHC-2)" es el contenido de 1-hexeno del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) basado en el peso total del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) [en % en peso];
 "C₆ (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];
 30 "[PHC-2]/[PHC]" es la relación en peso entre el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g].

El copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se puede obtener en particular, preferentemente se obtiene, mediante un proceso como se define en detalle posteriormente.

- 35 Se prefiere que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se obtenga en presencia de un catalizador de metalloceno, especialmente en presencia de un catalizador de metalloceno como se define con más detalle posteriormente.
- 40 Todavía aún más preferentemente el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se obtiene mediante un proceso de polimerización secuencial, especialmente mediante un proceso de polimerización secuencial como se define posteriormente, usando de este modo un catalizador de metalloceno, especialmente un catalizador de metalloceno como se define con más detalle posteriormente.

- 45 En caso de que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) comprenda los copolímeros de propileno 1-hexeno (PHC-A) y (PHC-B), dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se obtiene mezclando los al menos dos copolímeros de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y (PHC-1) o por polimerización secuencial de al menos dos copolímeros de propileno 1-hexeno (PHC-1) y (PHC-1) como se describe en detalle posteriormente.

- 50 Se prefiere especialmente que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) y por lo tanto los al menos dos copolímeros de propileno 1-hexeno (PHC-1) y (PHC-1) se produzcan en presencia de un catalizador de metalloceno, especialmente en presencia de un catalizador de metalloceno con un complejo de metalloceno (procatalizador) como se define en el documento WO 2015/011135 A1. Por consiguiente, los complejos de metalloceno preferidos (procatalizadores) son

- 55 diclorhidrato de rac-dimetilsilandiilbis [2-metil-4-(4-*terc*-butilfenil)-1,5,6,7-tetrahidro-s-indacen-1-il]circonio;
 dicloruro de rac-dimetilsilandiilbis (2-metil-4-fenil-5-metoxi-6-*terc*-butilinden-1-il)circonio;
 rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-Ph-6-*t*Bu-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-*t*Bu-Ind)ZrCl₂;
 rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(*p*-*t*BuPh)-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-*t*Bu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(3,5-di-tBuPh)-6-tBu-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(p-tBuPh)-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OC₆F₅)-6-iPr-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me(CyHex)Si(2-Me-4-Ph-6-tBu-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(3,5-di-tBuPh)-7-Me-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

5 rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(3,5-di-tBuPh)-7-OMe-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(p-tBuPh)-6-tBu-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(p-tBuPh)-Ind)(2-Me-4-(4-tBuPh)-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Mc-4-(p-tBuPh)-Ind)(2-Me-4-(3,5-tBu₂Ph)-5-OMe-6-tBu-Ind)ZrCl₂;

rac-anti-Me₂Si(2-Me-4-(p-tBuPh)-Ind)(2-Me-4-Ph-5-OiBu-6-tBu-Ind)ZrCl₂.

10

El complejo de metaloceno (procatalizador) más preferido es dicloruro de rac-anti-dimetilsilandiil(2-metil-4-fenil-5-metoxi-6-terc-butil-indenil)(2-metil-4-(4-terc-butilfenil)indenil)circonio.

Además del complejo de metaloceno (procatalizador), el catalizador de metaloceno comprende adicionalmente un cocatalizador como se define en el documento WO 2015/011135 A1. Por consiguiente el cocatalizador preferido es metilaluminoxano (MAO).

Se prefiere especialmente que el catalizador de metaloceno no esté soportado, es decir, que no se use ningún vehículo externo. Con respecto a la preparación de tal complejo de metaloceno nuevamente se hace referencia al documento WO 2015/011135 A1.

Se prefiere en particular que se use un catalizador como se describe en la sección de ejemplos.

25 En caso de que se aplique la polimerización secuencial, se prefieren las siguientes condiciones de polimerización. La expresión "sistema de polimerización secuencial" indica que el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) se produce en al menos dos reactores conectados en serie. Más precisamente, la expresión "proceso de polimerización secuencial" indica en la presente solicitud que el polímero del primer reactor (R-1) se transporta directamente con los comonómeros sin reaccionar al segundo reactor (R-2). En consecuencia, un aspecto decisivo del presente proceso es la preparación del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) en dos reactores diferentes, en donde el material de reacción del primer reactor (R-1) se transporta directamente al segundo reactor (R-2). Por lo tanto, el presente proceso comprende al menos un primer reactor (R-1) y un segundo reactor (R-2). En una realización específica, el presente proceso consiste en dos reactores de polimerización (R-1) y (R-2). La expresión "reactor de polimerización" debe indicar que tiene lugar la polimerización principal. Por lo tanto, en el caso de que el proceso consista en dos reactores de polimerización, esta definición no excluye la opción de que el proceso global comprenda, por ejemplo una etapa de polimerización previa en un reactor de prepolymerización. La expresión "consiste en" es solo una formulación cerrada a la vista de los reactores de polimerización principales.

Preferentemente, en el primer reactor (R-1) se produce el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y en el segundo reactor (R-2) el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2).

40

El primer reactor (R-1) es preferentemente un reactor de suspensión (RS), y puede ser cualquier reactor de tanque agitado discontinuo simple o continuo, o reactor de bucle que funcione en masa o suspensión. En masa significa una polimerización en un medio de reacción que comprende al menos el 60 % (p/p), preferentemente 100 % en peso de monómero. De acuerdo con la presente invención, el reactor de suspensión (SR) es preferentemente un reactor de bucle (LR) (en masa).

50 El segundo reactor (R-2) y cualquier reactor posterior son preferentemente reactores en fase gaseosa (GPR). Dichos reactores de fase gaseosa (GPR) pueden ser reactores mezclados mecánicamente o reactores de lecho fluido. Preferentemente, los reactores de fase gaseosa (GPR) comprenden un reactor de lecho fluido agitado mecánicamente con velocidades del gas de al menos 0,2 m/s. Por tanto, se entiende que el reactor de fase gaseosa es un reactor de tipo lecho fluido, preferentemente, con un agitador mecánico.

55 La condición (temperatura, presión, tiempo de reacción, alimentación de monómero) en cada reactor depende del producto deseado que es del conocimiento de un experto en la materia. Como ya se indicó anteriormente, el primer reactor (R-1) es preferentemente un reactor de suspensión (SR), tal como un reactor de bucle (LR), mientras que el segundo reactor (R-2) es preferentemente un reactor de fase gaseosa (GPR-1). Los reactores posteriores, si están presentes, también son preferentemente reactores de fase gaseosa (GPR).

60 Un proceso de multietapa preferido es un proceso de "bucle-fase gaseosa", tal como el desarrollado por Borealis A/S, Dinamarca (conocido como tecnología BORSTAR®) descrito, por ejemplo, en la bibliografía de patente, tal como en los documentos EP A 0 887 379 o WO 92/12182.

65 Los polímeros multimodales se pueden producir de acuerdo con varios procesos que se describen, por ejemplo en los documentos WO 92/12182, EP 0 887 379, y WO 98/58976.

65

Preferentemente, en el presente proceso para producir el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) como se ha

definido anteriormente, las condiciones para el primer reactor (R-1) es decir, el reactor de suspensión (SR), tal como un reactor de bucle (LR), donde preferentemente se produce el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-A) si está presente, pueden ser las siguientes:

- 5 - la temperatura se encuentra en el intervalo de aproximadamente 40 °C a 110 °C, preferentemente, entre 60 °C y 100 °C, entre 70 y 90 °C;
- la presión está dentro del intervalo de 2000 kPa a 8000 kPa (20 bares a 80 bares), preferentemente entre 4000 kPa y 7000 kPa (40 bares y 70 bares);
- se puede añadir hidrógeno para controlar la masa molar de una manera conocida per se;
- 10 - la relación 1-hexeno / propileno está preferentemente en el intervalo de 4,0 a 12,0 mol/kmol, más preferentemente en el intervalo de 5,0 a 10,0 mol/kmol.

Posteriormente, la mezcla de reacción del primer reactor (R-1) se transfiere al segundo reactor (R-2), es decir, el reactor de fase gaseosa (GPR-1), donde se produce el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-B) si está presente. Las condiciones en el segundo reactor (R-2) son preferentemente las siguientes:

- la temperatura está en el intervalo de 50 °C a 130 °C, preferentemente, entre 60 °C y 100 °C,
- la presión está dentro del intervalo de 2000 kPa a 8000 kPa (5 bares a 50 bares), preferentemente entre 4000 kPa y 7000 kPa (15 bares y 40 bares),
- 20 - se puede añadir hidrógeno para controlar la masa molar de una manera conocida per se.
- la relación 1-hexeno / propileno está preferentemente en el intervalo de 5,0 a 16,0 mol/kmol, más preferentemente en el intervalo de 6,0 a 12,0 mol/kmol.

El tiempo de residencia puede variar en ambas zonas de reactor.

25 En una realización del proceso para producir la composición de copolímero de propileno (P), el tiempo de residencia en el reactor en masa, por ejemplo, de bucle, está en el intervalo de 0,2 a 4 horas, por ejemplo, de 0,3 a 1,5 horas, y el tiempo de residencia en el reactor de fase gaseosa será generalmente de 0,2 a 6,0 horas, como de 0,5 a 4,0 horas.

30 Si se desea, la polimerización puede efectuarse de una manera conocida en condiciones supercríticas en el primer reactor (R-1), es decir, en el reactor de suspensión (SR), como en el reactor de bucle (LR) y/o en modo condensado en los reactores de fase gaseosa (GPR-1).

35 Las condiciones en los otros reactores de fase gaseosa (GPR), si están presentes, son similares a las del segundo reactor (R-2).

El presente proceso también puede abarcar una prepolymerización antes de la polimerización en el primer reactor (R-1). La prepolymerización se puede realizar en el primer reactor (R-1), sin embargo se prefiere que la prepolymerización tenga lugar en un reactor separado, denominado reactor de prepolymerización.

1^a Composición polimérica base (BC1)

45 Como se ha mencionado anteriormente la expresión "1^a composición polimérica base (BC1)" indica que dicha composición contiene solo polímeros, preferentemente solo poliolefinas, incluso aún más preferentemente solo polietilenos. Uno de los polímeros debe ser el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad lineal (LLDPE1) como se define con más detalle posteriormente. En consecuencia, Se prefiere que la 1^a composición polimérica base (BC1) comprenda al menos 70 % en peso, más preferentemente, al menos 75 % en peso, todavía aún más preferentemente al menos 80 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), del 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), son polímeros, preferentemente poliolefinas, más preferentemente polietilenos, como el 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1) como se define con más detalle posteriormente.

55 En consecuencia, en una realización preferida la 1^a composición polimérica base (BC1) consiste en el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1). En otra realización preferida específica la 1^a composición polimérica base (BC1) consiste en el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) y el 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1). En tal caso se prefiere que la 1^a composición polimérica base (BC1) consista en

- 60 (a) del 70 al 98 % en peso, preferentemente del 75 al 95 % en peso, todavía aún más preferentemente, del 80 al 92 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), del 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1),
y
(b) del 2 al 30 % en peso, preferentemente del 5 al 25 % en peso, todavía aún más preferentemente, del 8 al 20 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), del 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1).

El 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) tiene una densidad en el intervalo de 0,890 a 0,925 g/cm³, más preferentemente en el intervalo de 0,900 a 0,925 g/cm³, aún más preferentemente en el intervalo de 0,910 a 0,923 g/cm³, todavía aún más preferentemente tiene una densidad en el intervalo de 0,915 a 0,922 g/cm³.

- 5 El 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) contiene al menos un comonómero, preferentemente solo uno o dos comonómeros, siendo este último especialmente preferido. Ese comonómero(s) es/son preferentemente un comonómero(s) de α -olefina C₃ a C₁₀. Por lo tanto, el uso de copolímeros con un solo comonómero o terpolímeros, es decir, copolímeros de etileno con otros dos comonómeros, es particularmente preferido. Dicho terpolímero es un 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) preferido específico. Por tanto, el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) contiene preferentemente solo uno o dos tipos de comonómero(s) de α -olefina C₃ a C₁₀. Todavía aún más preferentemente, el comonómero(s) se selecciona(n) del grupo que consiste en 1-buteno, 1-hexeno, 1-octeno y mezclas de los mismos. En una realización preferida, el comonómero empleado es 1-octeno. En otra realización preferida el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) es un terpolímero que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno.
- 10 15 La cantidad de comonómero(s) de α -olefina presente en el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) puede variar desde 1,0 hasta 10,0 % en moles, tal como desde 1,5 hasta 5,0 % en moles, como desde 2,0 hasta 4,0 % en moles. En el caso de que el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) sea un terpolímero que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno, se prefiere que el contenido de 1-buteno esté en el intervalo de 0,1 a 1,0 % en moles y el contenido de 1-hexeno en el intervalo de 2,0 a 3,5 % en moles.

- 20 25 Además se prefiere que el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) tenga un índice de fluidez MFR₂ (190 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 0,5 a 8,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 0,8 a 4,0 g/10 min, como en el intervalo de 1,0 a 2,5 g/10 min.
- 30 35 El 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) es conocido en la técnica y no es objeto de la presente invención. En este sentido se hace referencia especialmente al documento EP 3 257 895 A1, por ejemplo, el ejemplo IE1 del documento EP 3 257 895 A1.
- 40 45 En el caso de que un polietileno de baja densidad forme parte de la 1^a composición polimérica base (BC1) es preferible que el 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1) proceda de un proceso de polimerización a alta presión y tenga una densidad en el intervalo de 0,910 a 0,940 g/cm³, más preferentemente en el intervalo de 0,915 a 0,935 g/cm³, todavía aún más preferentemente, en el intervalo de 0,918 a 0,930 g/cm³.
- 50 55 Además se prefiere que el 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1) tenga un índice de fluidez MFR₂ (190 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 0,05 a 2,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 0,10 a 1,8 g/10 min, como en el intervalo de 0,15 a 1,5 g/10 min.
- 60 65 El 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1) es conocido en la técnica y no es objeto de la presente invención. En consecuencia, un ejemplo de tal polietileno de baja densidad (LDPE1) es el producto comercial FT5230 de Borealis AG.

- 45 En el caso de que la 1^a composición polimérica base (BC1) comprenda además del 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) otros polímeros, como el 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1), la 1^a composición polimérica base (BC1) se obtiene mediante mezclado (en estado fundido) típico como es conocido en la técnica.

3^a composición polimérica base (BC3)

- 50 Como se ha mencionado anteriormente, la capa externa (OL) debe contener una 3^a composición polimérica base (BC3) que contiene al menos 90 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3), de una poliolefina. Asimismo, al igual que para la 1^a y 2^a composiciones poliméricas base (BC1) y (BC2), la expresión "3^a composición polimérica base (BC3)" indica que dicha composición contiene solo polímeros, preferentemente solo poliolefinas.
- 55 60 65 En las realizaciones preferidas la capa externa (OL) es una capa termoprotectora (HSL) o una 2^a capa de sellado (SL2), prefiriéndose esta última.
- En el caso de que la capa externa (OL) sea una capa termoprotectora (HSL), dicha capa termoprotectora (HSL) está basada en una 3^a composición polimérica base (BC3B). Preferentemente dicha 3^a composición polimérica base (BC3B) comprende al menos 90 % en peso, todavía aún más preferentemente al menos 95 % en peso, aún más preferentemente, al menos 98 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3B), de un polipropileno que es
- (a) un homopolímero de propileno (H-PP) que tiene una temperatura de fusión de al menos 158 °C; o
 (b) un copolímero de propileno (R-PP) que tiene

- (i) una temperatura de fusión de al menos 150 °C y
- (ii) un contenido de comonómero, preferentemente, un contenido de etileno, de no más de 3,5 % en peso.

Preferentemente el polipropileno es un homopolímero de propileno (H-PP).

- 5 Además se prefiere que el homopolímero de propileno (H-PP) o el copolímero de propileno (R-PP) tenga un índice de fluidez MFR₂ (230 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 0,5 a 20,0 g/10 min, más preferentemente, en el intervalo de 0,5 a 10,0 g/10 min.
- 10 En el caso de que la capa externa (OL) sea una 2^a capa de sellado (SL2), dicha 2^a capa de sellado (SL2) está basada en una 3^a composición polimérica base (BC3A).
- 15 La expresión "3^a composición polimérica base (BC3A)" indica que dicha composición contiene solo polímeros, preferentemente solo poliolefinas, incluso aún más preferentemente solo polietilenos. Uno de los polímeros debe ser el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) como se define con más detalle posteriormente. Por consiguiente se prefiere que la 3^a composición polimérica base (BC3A) comprenda al menos 70 % en peso, más preferentemente, al menos 75 % en peso, todavía aún más preferentemente al menos 80 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), del 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), son polímeros, preferentemente poliolefinas, más preferentemente polietilenos, como el 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2) como se define con más detalle posteriormente.
- 20 Por consiguiente en una realización preferida la 3^a composición polimérica base (BC3A) consiste en el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2). En otra realización preferida específica la 3^a composición polimérica base (BC3A) consiste en el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) y el 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2). En tal caso se prefiere que la 3^a composición polimérica base (BC3A) consista en
- 25 (a) del 70 al 98 % en peso, preferentemente del 75 al 95 % en peso, todavía aún más preferentemente, del 80 al 92 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), del 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2),
- 30 y
- 35 (b) del 2 al 30 % en peso, preferentemente del 5 al 25 % en peso, todavía aún más preferentemente, del 8 al 20 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), del 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2).
- 40 El 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) tiene una densidad en el intervalo de 0,890 a 0,925 g/cm³, más preferentemente en el intervalo de 0,900 a 0,925 g/cm³, aún más preferentemente en el intervalo de 0,910 a 0,923 g/cm³, todavía aún más preferentemente tiene una densidad en el intervalo de 0,915 a 0,922 g/cm³.
- 45 El 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) contiene al menos un comonómero, preferentemente solo uno o dos comonómeros, siendo este último especialmente preferido. Ese comonómero(s) es/son preferentemente un comonómero(s) de α-olefina C₃ a C₁₀. Por lo tanto, el uso de copolímeros con un solo comonómero o terpolímeros, es decir, copolímeros de etileno con otros dos comonómeros, es particularmente preferido. Dicho terpolímero es un 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) preferido específico. Por tanto, el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) contiene preferentemente solo uno o dos tipos de comonómero(s) de α-olefina C₃ a C₁₀. Todavía aún más preferentemente el comonómero(s) se selecciona(n) del grupo que consiste en 1-buteno, 1-hexeno, 1-octeno y mezclas de los mismos. En una realización preferida, el comonómero empleado es 1-octeno. En otra realización preferida el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) es un terpolímero que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno.
- 50 La cantidad de comonómero(s) de α-olefina presente en el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) puede variar desde 1,0 hasta 10,0 % en moles, tal como desde 1,5 hasta 5,0 % en moles, como desde 2,0 hasta 4,0 % en moles. En el caso de que el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) sea un terpolímero que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno, se prefiere que el contenido de 1-buteno esté en el intervalo de 0,1 a 1,0 % en moles y el contenido de 1-hexeno en el intervalo de 2,0 a 3,5 % en moles.
- 55 Además se prefiere que el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) tenga un índice de fluidez MFR₂ (190 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 0,5 a 8,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 0,8 a 4,0 g/10 min, como en el intervalo de 1,0 a 2,5 g/10 min.
- 60 El 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) es conocido en la técnica y no es objeto de la presente invención. En este sentido se hace referencia especialmente al documento EP 3 257 895 A1, por ejemplo, el ejemplo IE1 del documento EP 3 257 895 A1.
- 65 Preferentemente el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) es químicamente idéntico al 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) como se ha definido anteriormente.

En el caso de que un polietileno de baja densidad forme parte de la 3^a composición polimérica base (BC3A) es preferible que el 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2) proceda de un proceso de polimerización a alta presión y tenga una densidad en el intervalo de 0,910 a 0,940 g/cm³, más preferentemente en el intervalo de 0,915 a 5 0,935 g/cm³, todavía aún más preferentemente, en el intervalo de 0,918 a 0,930 g/cm³.

Además se prefiere que el 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2) tenga un índice de fluidez MFR₂ (190 °C, 2,16 kg) en el intervalo de 0,05 a 2,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 0,10 a 1,8 g/10 min, como en 10 el intervalo de 0,15 a 1,5 g/10 min.

El 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2) es conocido en la técnica y no es objeto de la presente invención. Por consiguiente, un ejemplo de tal polietileno de baja densidad (LDPE1) es el producto comercial FT5230 de Borealis AG.

Preferentemente el 2^o polietileno de baja densidad (LDPE2) es químicamente idéntico al 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1) como se ha definido anteriormente.

Todavía aun más preferentemente la 3^a composición polimérica base (BC3A) es químicamente idéntica a la 1^a 20 composición polimérica base (BC1).

En el caso de que la 3^a composición polimérica base (BC3) comprenda diferentes polímeros, como diferentes poliolefinas, la 3^a composición polimérica base (BC3) se obtiene mediante mezclado (en estado fundido) típico como es conocido en la técnica. Por ejemplo en el caso de que la 3^a composición polimérica base (BC3A) comprenda además del 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) otros polímeros, como el 2^o polietileno de baja densidad 25 (LDPE2), la 3^a composición polimérica base (BC3A) se obtiene mediante mezclado (en estado fundido) típico como es conocido en la técnica.

A continuación, la presente invención se ilustra adicionalmente por medio de Ejemplos.

30 Ejemplos

1. Definiciones/métodos de medición

Las siguientes definiciones de términos/expresiones y métodos de determinación se aplican a la descripción general 35 anterior de la invención, así como a los siguientes Ejemplos, a menos que se defina de otro modo.

Índice de fluidez

El índice de fluidez (MFR) se determina de acuerdo con ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación 40 de la fluidez y, por tanto, la capacidad de procesamiento, del polímero. Cuanto mayor es el índice de fluidez, menor es la viscosidad del polímero. El MFR₂ del propileno se determina a una temperatura de 230 °C y una carga de 2,16 kg. El MFR₂ del polietileno se determina a una temperatura de 190 °C y una carga de 2,16 kg.
Cálculo del índice de fluidez MFR₂ (230 °C) del segundo copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2):

$$45 \quad MFR(B) = 10^{\left[\frac{\log(MFR(P)) - w(A) \times \log(MFR(A))}{w(B)} \right]}$$

en donde

- w(A) es la fracción en peso del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1);
- w(B) es la fracción en peso del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2);
- MFR(A) es el índice de fluidez MFR₂ (230 °C) [en g/10 min] medido según ISO 1133 del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1);
- MFR(P) es el índice de fluidez MFR₂ (230 °C) [en g/10 min] medido según ISO 1133 del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
- MFR(B) es el índice de fluidez MFR₂ (230 °C) [en g/10min] calculado del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2).

Mw, Mn, MWD

60 Mw/Mn/MWD se miden mediante cromatografía de permeación en gel (GPC) de acuerdo con el siguiente método: Se determinaron el peso molecular promedio en peso (Mw), el peso molecular promedio en número (Mn) y la distribución del peso molecular (MWD = Mw/Mn) se midieron según un método basado en ISO 16014-1:2003 e ISO 16014-4:2003. Un instrumento Waters Alliance GPCV 2000, provisto de un detector de índice de refracción y viscosímetro online se usó con 3 columnas de gel TSK (GMHXL-HT) de Toso Bioscience y 1,2,4-triclorobenceno

(TCB, estabilizado con 200 mg/l de 2,6-Di *terc*-butil-4-metil-fenol) como disolvente a 145 °C y a un caudal constante de 1 ml/min. Se inyectaron por análisis 216,5 µl de solución problema. El conjunto de columna se calibró usando una calibración relativa con 19 patrones de poliestireno (PS) de MWD estrecha comprendidos en el intervalo de 0,5 kg/mol a 11 500 kg/mol y un conjunto de patrones de poliestireno amplios bien caracterizados. Todas las muestras se preparan disolviendo de 5 a 10 mg de polímero en 10 ml (a 160 °C) de TCB estabilizado (el mismo que la fase móvil) y manteniendo durante 3 horas con agitación continua antes del muestreo en el instrumento de GPC.

Contenido de comonómero de 1-hexeno para un copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC)

Los espectros de RMN de $^{13}\text{C}\{\text{H}\}$ cuantitativa se registraron en el estado fundido usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 500 que operaba a 500,13 y 125,76 MHz en ^1H y ^{13}C , respectivamente. Todos los espectros se registraron usando un cabezal de sonda de giro en ángulo mágico (MAS) de 7 mm optimizado con ^{13}C a 180 °C usando gas nitrógeno para todos los elementos neumáticos. Aproximadamente 200 mg de material se empaquetaron en un rotor de MAS de circonia de 7 mm de diámetro externo y se giraron a 4 kHz. Esta configuración se eligió principalmente por la alta sensibilidad necesaria para una identificación rápida y una cuantificación precisa. (Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382., Parkinson, M., Klimke, K., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2007;208:2128., Castignolles, P., Graf, R., Parkinson, M., Wilhelm, M., Gaborieau, M., Polymer 50 (2009) 2373). Se usó excitación estándar de pulso único utilizando el NOE con cortos retrasos de reciclado de 3s (Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382., Pollard, M., Klimke, K., Graf, R., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Sperber, O., Piel, C., Kaminsky, W., Macromolecules 2004;37:813.) y el esquema de desacoplamiento RS-HEPT (Filip, X., Tripone, C., Filip, C., J. Mag. Resn. 2005, 176, 239., Griffin, J.M., Tripone, C., Samoson, A., Filip, C., y Brown, S.P., Mag. Res. en Chem. 2007 45, S1, S198). Se adquirió un total de 16384 (16k) transitorios por espectro.

Se procesaron los espectros de RMN cuantitativa de $^{13}\text{C}\{\text{H}\}$, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas relevantes a partir de las integrales. Todos los desplazamientos químicos se toman como referencia interna con respecto al elemento pentavalente isotáctico de metilo (*mmmm*) a 21,85 ppm.

Se observaron señales características correspondientes a la incorporación de 1-hexeno y se cuantificó el contenido de comonómero de la siguiente manera.

La cantidad de 1-hexeno incorporado en secuencias aisladas PHP se cuantificó usando la integral de los sitios $\alpha\text{B}4$ a 44,2 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$H = I_{\alpha\text{B}4} / 2$$

La cantidad de 1-hexeno incorporado en secuencias consecutivas dobles PHHP se cuantificó usando la integral del sitio $\alpha\alpha\text{B}4$ a 41,7 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$HH = 2 * I_{\alpha\alpha\text{B}4}$$

Cuando se observó una doble incorporación consecutiva, la cantidad de 1-hexeno incorporado en secuencias aisladas PHP tuvo que ser compensada debido a la superposición de las señales $\alpha\text{B}4$ y $\alpha\text{B}4\text{B}4$ a 44,4 ppm:

$$H = (I_{\alpha\text{B}4} - 2 * I_{\alpha\alpha\text{B}4}) / 2$$

El contenido total de 1-hexeno se calculó basándose en la suma de 1-hexeno aislado e incorporado de forma consecutiva:

$$H_{\text{total}} = H + HH$$

Cuando no se observaron sitios indicativos de incorporación consecutiva, el contenido total de comonómero de 1-hexeno se calculó únicamente sobre esta cantidad:

$$H_{\text{total}} = H$$

Se observaron señales características indicativas de regiodefectos eritro 2,1 (Resconi, L., Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., Chem. Rev. 2000, 100, 1253).

La presencia de regiodefectos eritro 2,1 se indicó mediante la presencia de los sitios de metilo $\text{Pa}\beta$ (21e8) y $\text{Pa}\gamma$ (21e6) a 17,7 y 17,2 ppm y se confirmó mediante otras señales características.

La cantidad total de propeno con inserción (eritro 2,1) secundaria se cuantificó basándose en el sitio de metileno $\alpha\alpha 21\text{e}9$ a 42,4 ppm:

$$P21 = I_{\alpha\alpha}21e9$$

La cantidad total de propeno con inserción (1,2) primaria se cuantificó basándose en los sitios principales de metileno $\alpha\alpha$ a 46,7 ppm y compensando la cantidad relativa de eritro 2,1, unidades metileno $\alpha\beta 4$ y $\alpha\alpha\beta 4\beta 4$ de propeno no contabilizadas (obsérvese que H y HH cuenta el número de monómeros de hexeno por secuencia, no el número de secuencias):

- 5 $P12 = I_{\alpha\alpha} + 2 * P21 + H + HH / 2$
- 10 Se cuantificó la cantidad total de propeno como la suma de propeno con inserción primaria (1,2) y secundaria (eritro 2,1):

$$P_{total} = P12 + P21 = I_{\alpha\alpha} + 3 * I_{\alpha\alpha}21e9 + (I_{\alpha\beta 4} - 2 * I_{\alpha\alpha\beta 4\beta 4}) / 2 + I_{\alpha\alpha\beta 4}$$

- 15 Esto se simplifica a:

$$P_{total} = I_{\alpha\alpha} + 3 * I_{\alpha\alpha}21e9 + 0,5 * I_{\alpha\beta 4}$$

20 La fracción molar total de 1-hexeno en el polímero se calculó, a continuación, como:

$$fH = H_{total} / (H_{total} + P_{total})$$

La ecuación integral completa para la fracción molar de 1-hexeno en el polímero fue:

$$25 fH = (((I_{\alpha\beta 4} - 2 * I_{\alpha\alpha\beta 4\beta 4}) / 2) + (2 * I_{\alpha\alpha\beta 4})) / ((I_{\alpha\alpha} + 3 * I_{\alpha\alpha}21e9 + 0,5 * I_{\alpha\beta 4}) + ((I_{\alpha\beta 4} - 2 * I_{\alpha\alpha\beta 4\beta 4}) / 2) + (2 * I_{\alpha\alpha\beta 4}))$$

Esto se simplifica a:

$$30 fH = (I_{\alpha\beta 4}/2 + I_{\alpha\alpha\beta 4}) / (I_{\alpha\alpha} + 3 * I_{\alpha\alpha}21e9 + I_{\alpha\beta 4} + I_{\alpha\alpha\beta 4})$$

Se calculó la incorporación total de comonómero de 1-hexeno en porcentaje en moles a partir de las fracciones en moles en la forma convencional:

$$35 H [\% \text{ en moles}] = 100 * fH$$

35 La incorporación de comonómero total de 1-hexeno en porcentaje en peso se calculó a partir de la fracción molar en la forma convencional:

$$40 H [\% \text{ en peso}] = 100 * (fH * 84,16) / ((fH * 84,16) + ((1 - fH) * 42,08))$$

40 Cálculo del contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2):

$$\frac{C(PHC) - w(P)x C(A)}{w(B)} = C(B)$$

45 en donde

- | | |
|--------|--|
| w(A) | es la fracción en peso del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1); |
| w(B) | es la fracción en peso del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2); |
| C(A) | es el contenido de 1-hexeno [en % en peso] medido por espectroscopía de RMN de ^{13}C del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1); |
| C(PHC) | es el contenido de 1-hexeno [en % en peso] medido por espectroscopía de RMN de ^{13}C del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); |
| C(B) | es el contenido de 1-hexeno [en % en peso] calculado medido por espectroscopía de RMN de ^{13}C del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2); |

55 Contenido de comonómero de 1-octeno de un polietileno lineal de baja densidad

A fin de cuantificar el contenido de comonómero de los polímeros, se usó espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa.

60 Los espectros de RMN de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ cuantitativa se registraron en el estado fundido usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 500 que operaba a 500,13 y 125,76 MHz en ^1H y ^{13}C , respectivamente. Todos los espectros se registraron usando un cabezal de sonda de giro en ángulo mágico (MAS) de 7 mm optimizado con ^{13}C a 150 °C usando gas nitrógeno para todos los elementos neumáticos. Aproximadamente 200 mg de material se

- empaquetaron en un rotor de MAS de circonia de 7 mm de diámetro externo y se giraron a 4 kHz. Esta configuración se eligió principalmente por la alta sensibilidad necesaria para una identificación rápida y una cuantificación precisa (Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382.; Parkinson, M., Klimke, K., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2007;208:2128.; 5 Castignolles, P., Graf, R., Parkinson, M., Wilhelm, M., Gaborieau, M., Polymer 50 (2009) 2373; NMR Spectroscopy of Polymers: Innovative Strategies for Complex Macromolecules, Chapter 24, 401 (2011)). Standard single-pulse excitation was employed utilising the transient NOE at short recycle delays of 3s (Pollard, M., Klimke, K., Graf, R., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Sperber, O., Piel, C., Kaminsky, W., Macromolecules 2004;37:813.; Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382.) y el 10 esquema de desacoplamiento RS-HEPT (Filip, X., Triponez, C., Filip, C., J. Mag. Resn. 2005, 176, 239.; Griffin, J.M., Triponez, C., Samoson, A., Filip, C., y Brown, S.P., Mag. Res. en Chem. 2007 45, S1, S198). Se adquirieron un total de 1024 (1k) transitorios por espectro. Esta configuración se eligió debido a su alta sensibilidad hacia contenidos bajos de comonómero.
- 15 Se procesaron los espectros de RMN cuantitativa de ^{13}C { ^1H }, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas usando programas de automatización de análisis espectral. Todos los desplazamientos químicos se toman como referencia interna con respecto a la señal de metíleno ($\delta+$) sin procesar a 30,00 ppm (J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.).
- 20 Se observaron señales características que corresponden a la incorporación de 1-octeno (J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.; Liu, W., Rinaldi, P., McIntosh, L., Quirk, P., Macromolecules 2001, 34, 4757; Qiu, X., Redwine, D., Gobbi, G., Nuamthanom, A., Rinaldi, P., Macromolecules 2007, 40, 6879 y todos los contenidos de comonómero se calcularon con respecto a los otros monómeros presentes en el polímero.
- 25 Se observaron señales características que resultan de la incorporación de 1-octeno aislado, es decir, secuencias de comonómero EEOEE. La incorporación de 1-octeno aislado se cuantificó usando la integral de la señal a 38,37 ppm. Esta integral se asigna a las señales no resueltas correspondientes a sitios tanto *B6 como * β B6B6 de secuencias de 1-octeno aislado (EEOEE) y no consecutivo doble aislado (EEOEOEE) respectivamente. Para compensar la influencia de los dos sitios * β B6B6 se usa la integral del sitio β B6B6 a 24,7 ppm:
- 30
- $$O = I_{\text{B6}+\text{*}\beta\text{B6B6}} - 2 * I_{\beta\text{B6B6}}$$
- También se observaron señales características de la incorporación de 1-octeno consecutivo, es decir, secuencias de comonómero EEOOEE. Tal incorporación de 1-octeno consecutivo se cuantificó usando la integral de la señal a 40,57 ppm asignada a los sitios $\alpha\alpha$ B6B6, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:
- 35
- $$OO = 2 * I_{\alpha\alpha\text{B6B6}}$$
- También se observaron señales características que resultan de la incorporación de 1-octeno no consecutivo aislado, 40 es decir, secuencias de comonómero EEOEOEE. Tal incorporación de 1-octeno no consecutivo aislado se cuantificó usando la integral de la señal a 24,7 ppm asignada a los sitios $\beta\beta$ B6B6, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:
- 45
- $$OEO = 2 * I_{\beta\beta\text{B6B6}}$$
- También se observaron señales características de la incorporación de 1-octeno triple-consecutivo aislado, es decir, secuencias de comonómero EEOOOEE. Tal incorporación de 1-octeno triple-consecutivo aislado se cuantificó usando la integral de la señal a 41,2 ppm asignada a los sitios $\alpha\alpha\gamma$ B6B6B6, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:
- 50
- $$OOO = 3/2 * I_{\alpha\alpha\gamma\text{B6B6B6}}$$
- Sin otras señales indicativas mientras secuencias de comonómero observadas el contenido total de comonómero total 1-octeno se calculó basándose únicamente en la cantidad de secuencias de comonómero de 1-octeno aislado (EEOEE), doble-consecutivo aislado (EEOOEE), no consecutivo aislado (EEOEOEE) y triple-consecutivo aislado (EEOOOEE):
- 55
- $$O_{\text{total}} = O + OO + OEO + OOO$$
- 60 Se observaron señales características resultantes de grupos terminales saturados. Tales grupos terminales saturados se cuantificaron usando el promedio de la integral de las dos señales resueltas a 22,84 y 32,23 ppm. La integral a 22,84 ppm se asigna a las señales no resueltas correspondientes a sitios tanto 2B6 como 2S del 1-octeno y el extremo de la cadena saturada respectivamente. La integral a 32,23 ppm se asigna a las señales no resueltas correspondientes a sitios tanto 3B6 como 3S del 1-octeno y el extremo de la cadena saturada respectivamente. Para compensar la influencia de los sitios 2B6 y 3B6 del 1-octeno se usa el contenido total de 1-octeno:
- 65

$$S = (1/2) * (I_{2S+2B6} + I_{3S+3B6} - 2*O_{total})$$

El contenido de comonómero de etileno se cuantificó usando la integral de las señales sin procesar de metileno (sin procesar) a 30,00 ppm. La integral incluía los sitios γ y 4B6 del 1-octeno así como los sitios $\delta+$. El contenido total de comonómero de etileno se calculó basándose en la integral sin procesar y compensando las secuencias observadas de 1-octeno y grupos terminales:

$$E_{total} = (1/2) * [I_{sin\ procesar} + 2*O + 1*OO + 3*OEO + 0*OOO + 3*S]$$

- 10 Es de indicar que la compensación de la integral sin procesar a la presencia de secuencias de 1-octeno (EEOOOEE) de triple-incorporación aisladas no se requiere porque el número de unidades de etileno sobre y subrepresentadas es igual.

15 La fracción molar total de 1-octeno en el polímero entonces se calculó como:

$$fO = (O_{total} / (E_{total} + O_{total}))$$

20 La incorporación de comonómero total de 1-octeno en porcentaje de peso se calculó a partir de la fracción molar en la forma convencional:

$$O[\% \text{ en moles}] = 100 * fO$$

Se calculó el porcentaje en moles de la incorporación de etileno a partir de la fórmula:

$$E[\% \text{ en moles}] = 100 - O[\% \text{ en moles}].$$

Contenido de comonómero de 1-buteno y 1-hexeno de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)

30 Los espectros de RMN de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ cuantitativa se registraron en el estado fundido usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 500 que operaba a 500,13 y 125,76 MHz en ^1H y ^{13}C , respectivamente. Todos los espectros se registraron usando un cabezal de sonda de giro en ángulo mágico (MAS) de 7 mm optimizado con ^{13}C a 150 °C usando gas nitrógeno para todos los elementos neumáticos. Aproximadamente 200 mg de material se empaquetaron en un rotor de MAS de circonia de 7 mm de diámetro externo y se giraron a 4 kHz. Esta configuración se eligió principalmente por la alta sensibilidad necesaria para una identificación rápida y una cuantificación precisa (Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382., Parkinson, M., Klimke, K., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2007;208:2128., Castignolles, P., Graf, R., Parkinson, M., Wilhelm, M., Gaborieau, M., Polymer 50 (2009) 2373). Standard single-pulse excitation was employed utilising the transient NOE at short recycle delays of 3s (Pollard, M., Klimke, K., Graf, R., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Sperber, O., Piel, C., Kaminsky, W., Macromolecules 2004;37:813., Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382.) y el esquema de desacoplamiento RS-HEPT (Filip, X., Tripon, C., Filip, C., J. Mag. Resn. 2005, 176, 239, Griffin, J.M., Tripon, C., Samoson, A., Filip, C., y Brown, S.P., Mag. Res. en Chem. 2007 45, S1, S198). Se adquirieron un total de 1024 (1k) transitorios por espectro. Esta configuración se eligió debido a su alta sensibilidad hacia contenidos bajos de comonómero.

45 50 Se procesaron los espectros de RMN cuantitativa de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas usando programas de automatización de análisis espectral. Todos los desplazamientos químicos se toman como referencia interna con respecto a la señal de metileno ($\delta+$) sin procesar a 30,00 ppm (J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201).

55 La cantidad de etileno se cuantificó usando la integral de los sitios de metileno ($\delta+$) a 30,00 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por monómero:

$$E = I_{\delta+} / 2$$

55 La presencia de unidades de comonómero aisladas se corrige basándose en el número de unidades de comonómero aisladas presentes:

$$E_{total} = E + (3*B + 2*H) / 2$$

60 65 donde B y H se definen para sus respectivos comonómeros. La corrección de la incorporación de comonómeros consecutiva y no consecutiva, cuando está presente, se lleva a cabo de manera similar. Se observaron señales características que corresponden a la incorporación de 1-buteno (J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.) y todos los contenidos se calcularon con respecto a los otros monómeros presentes en el polímero.

La cantidad de 1-buteno incorporado de manera aislada en las secuencias de EEBEE se cuantificó usando la integral de los sitios *B_2 a 38,3 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$B = I_{{}^*B_2}$$

5 La cantidad de 1-buteno incorporado de manera consecutiva en las secuencias de EEBBEE se cuantificó usando la integral del sitio $\alpha\alpha B_2 B_2$ a 39,4 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$BB = 2 * I_{\alpha\alpha B_2 B_2}$$

10 La cantidad de 1-buteno incorporado de manera no consecutiva en las secuencias de EEBECEE se cuantificó usando la integral del sitio $\beta\beta B_2 B_2$ a 24,7 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$BEB = 2 * I_{\beta\beta B_2 B_2}$$

15 Debido a la superposición de los sitios *B_2 y ${}^*\beta\beta B_2 B_2$ de 1-buteno aislado (EEBEE) e incorporado de manera no consecutiva (EEBECEE), respectivamente, la cantidad total de la incorporación de 1-buteno aislado se corrige basándose en la cantidad de 1-buteno no consecutivo presente:

$$20 B = I_{{}^*B_2} - 2 * I_{\beta\beta B_2 B_2}$$

El contenido total de 1-buteno se calculó basándose en la suma de 1-buteno aislado, incorporado de manera consecutiva y de manera no consecutiva:

$$25 B_{total} = B + BB + BEB$$

La fracción molar total de 1-buteno en el polímero entonces se calculó, a continuación, como:

$$30 f_B = (B_{total}) / (E_{total} + B_{total} + H_{total})$$

Se observaron señales características que corresponden a la incorporación de 1-hexeno (J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.) y todos los contenidos se calcularon con respecto a los otros monómeros presentes en el polímero.

35 La cantidad de 1-hexeno incorporado de manera aislada en las secuencias de EEHEE se cuantificó usando la integral de los sitios *B_4 a 39,9 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$H = I_{{}^*B_4}$$

40 La cantidad de 1-hexeno incorporado de manera consecutiva en las secuencias de EEHHHE se cuantificó usando la integral del sitio $\alpha\alpha B_4 B_4$ a 40,5 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$HH = 2 * I_{\alpha\alpha B_4 B_4}$$

45 La cantidad de 1-hexeno incorporado de manera no consecutiva en las secuencias de EEHEHE se cuantificó usando la integral del sitio $\beta\beta B_4 B_4$ a 24,7 ppm, lo que representa el número de sitios indicadores por comonómero:

$$HEH = 2 * I_{\beta\beta B_4 B_4}$$

50 Debido a la superposición de los sitios $\beta\beta B_2 B_2$ del 1-buteno incorporado de manera no consecutiva (EEBEE) y los sitios $\beta\beta B_4 B_4$ del 1-hexeno incorporado de manera no consecutiva (EEHEHE), se asumió que la cantidad total de la incorporación no consecutiva de 1-buteno (EEBEE) era proporcional a la cantidad de inserción de 1-buteno (B) aislado y se asumió que la cantidad total de incorporación no consecutiva de 1-hexeno (EEHEHE) era proporcional a la cantidad de 1-hexeno (H) aislado.

55 La fracción molar total de 1-hexeno en el polímero se calculó, a continuación, como:

$$f_H = (H_{total}) / (E_{total} + B_{total} + H_{total})$$

60 Se calculó el porcentaje en moles de la incorporación de comonómero a partir de la fracción molar:

$$B [\% \text{ en moles}] = 100 * f_B$$

$$H [\% \text{ en moles}] = 100 * f_H$$

65 Se calculó el porcentaje en peso de la incorporación de comonómero a partir de la fracción molar:

$$B [\% \text{ en peso}] = 100 * (fB * 56,11) / ((fB * 56,11) + (fH * 84,16) + ((1-(fB + fH)) * 28,05))$$

$$H [\% \text{ en peso}] = 100 * (fH * 84,16) / ((fB * 56,11) + (fH * 84,16) + ((1 -(fB + fH)) * 28,05))$$

5 Densidad

La densidad se mide según ISO 1183-187. La preparación de las muestras se realiza mediante moldeo por compresión según ISO 1872-2:2007.

10 Calorimetría de barrido diferencial (DSC)

El análisis de calorimetría de barrido diferencial (DSC), la temperatura de fusión (T_m) y la entalpía de fusión (H_m), la temperatura de cristalización (T_c), y el calor de cristalización (H_c) se miden con un aparato de barrido diferencial (DSC) TA Instrument Q200 en muestras de 5 a 7 mg. La DSC se opera de acuerdo con ISO 11357/parte 3/método C2 en un ciclo de calor/frío/calor con una tasa de barrido de 10 °C/min en el intervalo de temperaturas de -30 a +225 °C. Se determinan la temperatura de cristalización (T_c) y el calor de cristalización (H_c) a partir de la etapa de enfriamiento, mientras que la temperatura de fusión (T_m) y la entalpía de fusión (H_m) se determinan a partir de la segunda etapa de calentamiento.

20 Contenido soluble en xileno frío (XCS)

La fracción soluble en xileno frío a temperatura ambiente (XCS, % en peso) se determina a 25 °C según ISO 16152; 5ª edición; 01/07/2005.

25 Módulo de tracción

El módulo de tracción en la dirección de la máquina y transversal a la dirección de la máquina se determinó según ISO 527-3 a 23 °C en las películas multicapa producidas como se indica a continuación. La prueba se realizó a una velocidad de la cruceta de 1 mm/min.

30 Resistencia a la caída por dardo (DDI)

La resistencia a la caída por dardo se mide usando la norma ASTM D1709, método A (Técnica de ensayo alternativa) de las películas multicapa producidas como se indica a continuación. Se deja caer un dardo con una cabeza semiesférica de 38 mm de diámetro desde una altura de 0,66 m sobre una película multicapa sujetada sobre un agujero. Se ensayan conjuntos sucesivos de veinte muestras. Se usa un peso para cada conjunto y el peso se aumenta (o disminuye) de un conjunto a otro en incrementos uniformes. Se calcula y se da el peso resultante en el fallo del 50 % de las muestras.

40 Turbidez y transparencia

La turbidez y la transparencia se determinaron según ASTM D 1003-00 en películas multicapa producidas como se indica a continuación.

45 Temperatura de inicio del sellado (SIT)

La temperatura de inicio del termosellado (SIT) es la temperatura de sellado a la que se alcanza una fuerza de sellado de > 5 N.

50 El intervalo de sellado se determina en una máquina de sellado universal J&B tipo 3000 de las películas multicapa producidas como se indica a continuación con los siguientes parámetros:

Ancho de la muestra: 25,4 mm

Presión de sellado: 0,1 N/mm²

Tiempo de sellado: 0,1 s

Tiempo de enfriamiento: 99 s

Velocidad de despegado: 10 mm/s

Temperatura de partida 80 °C

Temperatura final: 150 °C

Incrementos: 10 °C

la muestra se sella A con A a cada temperatura de la barra de sellado y la resistencia (fuerza) del sellado se determina en cada etapa.

65 Se determina la temperatura a la que la resistencia del sellado alcanza los 5 N.

2. Ejemplos

Preparación del sistema de catalizador para los ejemplos inventivos

- 5 El catalizador utilizado en los ejemplos inventivos se prepara como se describe en detalle en el documento WO 2015/011135 A1 (complejo de metalloceno MC1 con metilaluminoxano (MAO) y borato que da como resultado el Catalizador 3 descrito en el documento WO 2015/011135 A1) con la condición de que el tensioactivo sea 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,1,2,2,3,3-heptafluoropropoxi)-1-propanol. El complejo de metalloceno (MC1 en el documento WO 2015/011135 A1) se prepara como se describe en el documento WO 2013/007650 A1 (metalloceno E2 en el documento WO 2013/007650 A1).

Polimerización y granulación

- 15 Los polímeros PH1 y PH2 se producen en una planta piloto de Borstar que comprende un reactor de prepolymerización, un reactor de bucle y un reactor de fase gaseosa. Las condiciones de polimerización se indican en la Tabla 1. PH1 es la base del Ejemplo Comparativo CE2, PH2 es la base del Ejemplo Inventivo IE1.

- 20 Ambos polímeros PH1 y PH2 se combinaron en una extrusora co-giratoria de doble tornillo Coperion ZSK 57 a 220 °C con 0,2 % en peso de Irganox B225 (mezcla 1:1 de Irganox 1010 (Pentaeritritol-5 tetrakis(3-(3',5'-di-terc-butil-4-hidroxitolil)-propionato y tris (2,4-dit-butilfenil)fosfato) de BASF AG, Alemania) y 0,1 % en peso de esteárate de calcio seguido de solidificación de las hebras de masa fundida resultantes en un baño de agua y granulación.

Combinación del material (M1) para las capas de sellado (SL1) y (SL2)

- 25 El mezclado de la masa fundida se realizó en una extrusora de doble tornillo Thermo Fisher (PRISM) TSE 24 a 220 °C seguido de la solidificación de las hebras de masa fundida resultantes en un baño de agua y la granulación. Se mezcló 90 % en peso del polietileno lineal de baja densidad "LLDPE" con 10 % en peso del polietileno de baja densidad "FT5230" de Borealis AG.

- 30 30 El polietileno lineal de baja densidad "LLDPE" es el ejemplo IE1 del documento EP 3 257 895 A1 que tiene un contenido de 1-buteno de 0,3 % en moles, un contenido de 1-hexeno de 2,6 % en moles, una densidad de 0,918 g/cm³ y un índice de fluidez MFR₂ (190 °C, 2,16 kg) de 1,5 g/10min;
- 35 El polietileno de baja densidad "FT5230" de Borealis AG tiene una densidad de 923 g/cm³ y un índice de fluidez MFR₂ (190 °C, 2,16 kg) de 0,75 g/10min;

Tabla 1: Detalles de la polimerización de los polímeros PH1 y PH2

		PH1	PH2
Prepolimerización			
Temperatura	[°C]	20	20
Presión	[kPa]	5247	5238
Tiempo de residencia	[h]	0,4	0,4
Reactor de bucle			
Temperatura	[°C]	70	70
Presión	[kPa]	5241	5292
Relación H ₂ /C ₃	[mol/kmol]	0,1	0,08
Relación C ₆ /C ₃	[mol/kmol]	7,2	7,8
Tiempo de residencia	[h]	0,4	0,4
C ₆	[% en peso]	1,3	1,7
MFR	[g/10min]	1,1	1,8
Separación	[% en peso]	41	42
Reactor de fase gaseosa			
Temperatura	[°C]	80	80
Presión	[kPa]	2500	2406
Relación H ₂ /C ₃	[mol/kmol]	1,7	0,8
Relación C ₆ /C ₃	[mol/kmol]	7,0	9,2
C ₆ (GPR)	[% en peso]	4,5	7,9
MFR(GPR)	[g/10min]	1,9	1,2
Tiempo de residencia	[h]	1,8	2,6
Separación	[% en peso]	59	58
Producto			
C ₆ total	[% en peso]	3,2	5,3
XCS	[% en peso]	0,7	25,0
C ₆ de XCS	[% en peso]	4,3	7,2

(continuación)

		PH1	PH2
2,1e	[% en moles]	0,47	0,47
MWD	[‐]	3,7	3,7
MFR	[g/10min]	1,5	1,4
Tc	[°C]	94	93
Tm	[°C]	136	136

- Se produjeron películas de polímero soplado de tres capas en una línea de película soplada de tres capas. La temperatura de fusión de las capas de sellado (SL1) y (SL2) fue de 185 °C a 195 °C. La temperatura de fusión de la capa central (CL) estaba en el intervalo de 205 °C a 215 °C. El rendimiento de las extrusoras fue de 80 kg/h. La estructura de la película fue SL1-CL-SL2 con una capa central (CL) de 25 µm y dos capas de sellado (SL1) y (SL2) de 12,5 µm. El grosor de la capa se ha determinado mediante microscopía electrónica de barrido. El material utilizado para las capas de películas multicapa se indica en la Tabla 2. Las propiedades de las películas multicapa se indican en la Tabla 3.

10

Tabla 2: Estructura de la capa de las películas multicapa

	Grosor	CE1	CE2	IE2
SL1	12,5 µm	M1	M1	M1
CL	25 µm	FX	P1	P2
SL2	12,5 µm	M1	M1	M1

"FX" es el polietileno lineal de baja densidad "FX1001" de Borealis AG que tiene una densidad de 0,933 g/cm³, una temperatura de fusión de 127 °C y un índice de fluidez MFR₅ (190 °C, 5 kg) de 0,85 g/10 min.

Tabla 3: Propiedades de las películas multicapa

		CE1	CE2	IE2
Turbidez*	[%]	6,93	4,11	3,62
Transparencia*	[%]	95,6	99,6	99,6
TM/MD	[MPa]	324	566	441
TM/TD	[MPa]	396	595	462
DDI	[g]	608	430	1020
SIT	[°C]	87	84	86

* antes de la esterilización

REIVINDICACIONES

1. Película multicapa que comprende al menos tres capas, una 1^a capa de sellado (SL1), una capa central (CL) y una capa externa (OL), el orden de apilamiento de las al menos tres capas es (SL1)/(CL)/(OL), en donde
- (a) la 1^a capa de sellado (SL1) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), de una 1^a composición polimérica base (BC1), dicha 1^a composición polimérica base (BC1) comprende al menos el 70 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), de un 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1), teniendo dicho 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) una densidad medida según ISO 1183-187 en el intervalo de 0,890 a 0,925 g/cm³;
- (b) la capa central (CL) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de una 2^a composición polimérica base (BC2), dicha 2^a composición polimérica base (BC2) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la 2^a composición polimérica base (BC2), de un copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); y
- (c) la capa externa (OL) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), de una 3^a composición polimérica base (BC3), dicha 3^a composición polimérica base (BC3) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3), de una poliolefina;
- en donde dicho copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) de la 2^a composición polimérica base (BC2) tiene
- (i) un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 4,5 al 8,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); y
- (ii) una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 de más del 10,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).
2. Película multicapa de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene
- (a) una distribución de peso molecular (Mw/Mn) en el intervalo de 3,0 a 4,3; y/o
- (b) regiodefectos eritro 2,1 en el intervalo del 0,40 al 0,55 % en moles determinado por espectroscopía de RMN de ¹³C y opcionalmente una concentración de triada isotáctica superior al 98 % determinado por espectroscopía de RMN de ¹³C.
3. Película multicapa de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene
- (a) una temperatura de fusión en el intervalo de 133 a 140 °C; y/o
- (b) un índice de fluidez MFR₂ (230 °C / 2,16 kg) medido según ISO 1133 en el intervalo de 0,5 a 8,0 g/10 min.
4. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde
- (a) la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 5,0 al 12,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC); y/o
- (b) el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) tiene una fracción soluble en xileno (XCS) determinada a 25 °C según ISO 16152 en el intervalo del 21,0 al 30,0 % en peso, basado en el peso total de la fracción soluble en xileno (XCS) del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).
5. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) comprende
- (a) un 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) que tiene un contenido de 1-hexeno en el intervalo de 0,8 a 3,0 % en peso basado en el peso total del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1); y
- (b) opcionalmente un 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) que tiene preferentemente un contenido de 1-hexeno en el intervalo del 6,9 al 11,0 % en peso basado en el peso total del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2).
6. Película multicapa de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC)
- (a) cumple la inecuación (I)

$$6,00 \leq \frac{C6(PHC)}{C6(PHC - 1) * \frac{[PHC - 1]}{[PHC]}} \leq 8,50$$

en donde

- 5 "C6 (PHC-1)" es el contenido de 1-hexeno del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) basado en el peso total del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) [en % en peso];
 "C6 (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];
 10 "[PHC-1]/[PHC]" es la relación en peso entre el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g];

y
 (b) opcionalmente cumple la inecuación (II)

$$15 \quad 0,70 \leq \frac{C6(PHC - 2) * \frac{[PHC - 2]}{[PHC]}}{C6(PHC)} \leq 0,95$$

en donde

- 20 "C6 (PHC-2)" es el contenido de 1-hexeno del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) basado en el peso total del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) [en % en peso];
 "C6 (PHC)" es el contenido de 1-hexeno del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en % en peso];
 25 "[PHC-2]/[PHC]" es la relación en peso entre el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) y el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) [en g/g].

25 7. Película multicapa de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, en donde

- 30 (a) la cantidad total del 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y del 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) juntos es de al menos el 95 % en peso basado en el peso total del copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC);
 o
 35 (b) el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC) consiste en los copolímeros de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y (PHC-2).

35 8. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la relación en peso [(PHC-1)/(PHC-2)] entre el 1^{er} copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-1) y el 2^o copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC-2) está en el intervalo de 30/70 a 50/50.

40 9. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde

- 40 (a) la capa central (CL) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), de la 2^a composición polimérica base (BC2), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa central (CL), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos;

45 y
 (b) opcionalmente la 1^a capa de sellado (SL1) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), de la 1^a composición polimérica base (BC1), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la 1^a capa de sellado (SL1), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos;

50 y
 (c) opcionalmente la capa externa (OL) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), de la 3^a composición polimérica base (BC3), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa externa (OL), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos.

60

10. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la 2^a composición polimérica base (BC2) consiste en el copolímero de propileno y 1-hexeno (PHC).
- 5 11. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la capa externa (OL) es
- 10 (a) una capa termoprotectora (HSL) que comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la capa termoprotectora (HSL), de una 3^a composición polimérica base (BC3B), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la capa termoprotectora (HSL), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos;
- 15 dicha 3^a composición polimérica base (BC3B) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3B), de un polipropileno que tiene una temperatura de fusión de al menos 150 °C, preferentemente dicho polipropileno es
- 20 (a1) un homopolímero de propileno (H-PP) que tiene una temperatura de fusión de al menos 158 °C;
o
 (a2) un copolímero de propileno (R-PP) que tiene
- 25 (i) una temperatura de fusión de al menos 150 °C y
 (ii) un contenido de comonómero, preferentemente, un contenido de etileno, de no más del 3,5 % en peso;
- 30 o
 (b) una 2^a capa de sellado (SL2), en donde dicha 2^a capa de sellado (SL2) comprende al menos el 90 % en peso, basado en el peso total de la 2^a capa de sellado (SL2), de una 3^a composición polimérica base (BC3A), y la parte restante hasta el 100 % en peso, basado en el peso total de la 2^a capa de sellado (SL2), son aditivos (AD), preferentemente, los aditivos (AD) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, fotoestabilizadores, secuestrantes de ácidos, adyuvantes de procesamiento, adyuvantes de antibloqueo, agentes de nucleación, agentes deslizantes y mezclas de los mismos;
- 35 dicha 3^a composición polimérica base (BC3A) comprende al menos el 70 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), de un 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2), teniendo dicho 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) una densidad en el intervalo de 0,890 a 0,925 g/cm³.
- 40 12. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) y el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) tienen
- 45 (a) un índice de fluidez MFR₂ (190 °C / 2,16 kg) medido según ISO 1133 en el intervalo de 0,5 a 8,0 g/10 min;
y/o
 (b) un contenido de comonómero en el intervalo de 1,5 a 5,0 % en moles, los comonómeros se seleccionan del grupo que consiste en 1-buteno, 1-hexeno, 1-octeno y mezclas de los mismos, preferentemente los comonómeros son 1-buteno y 1-hexeno.
- 50 13. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde
- 45 (a) la 1^a composición polimérica base (BC1)
- 50 (a1) consiste en el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1),
o
 (a2) comprende del 75 al 95 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1) del 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1);
y
 del 5 al 25 % en peso, basado en el peso total de la 1^a composición polimérica base (BC1), de un 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) que tiene una densidad medida según ISO 1183-187 en el intervalo de 0,915 a 0,935 g/cm³, preferentemente dicho 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE1) tiene un índice de fluidez MFR₂ (190 °C / 2,16 kg) medido según ISO 1133 en el intervalo de 0,05 a 2,0 g/10 min;
- 55 y/o
 (b) la capa externa (OL) es la 2^a capa de sellado (SL2) como se define en las reivindicaciones 11 o 12, en donde además la 3^a composición polimérica base (BC3A)
- 60 (b1) consiste en el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2),
o
 (b2) comprende del 75 al 95 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), del 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2);
y

del 5 al 25 % en peso, basado en el peso total de la 3^a composición polimérica base (BC3A), de un 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LDPE2) que tiene una densidad medida según ISO 1183-187 en el intervalo de 0,915 a 0,935 g/cm³, preferentemente dicho 1^{er} polietileno de baja densidad (LDPE2) tiene un índice de fluidez MFR₂ (190 °C / 2,16 kg) medido según ISO 1133 en el intervalo de 0,05 a 2,0 g/10 min.

- 5 14. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde
- 10 (a) el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LLDPE1) y el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE2) son idénticos
y
15 opcionalmente el 1^{er} polietileno lineal de baja densidad (LDPE1) y el 2^o polietileno lineal de baja densidad (LDPE2) son idénticos;
o
 (c) la 1^a composición polimérica base (BC1) y la 3^a composición polimérica base (BC3A) son idénticas.
- 15 15. Película multicapa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde la película es una película soplada multicapa, en donde preferentemente dicha película soplada multicapa consiste en
- 20 (a) la 1^a capa de sellado (SL1), la capa central (CL) y la 2^a capa de sellado (SL2), el orden apilado de las tres capas es (SL1)/(CL)/(SL2);
o
 (b) la 1^a capa de sellado (SL1), la capa central (CL) y la capa termoprotectora (HSL), el orden de apilamiento de las tres capas es (SL1)/(CL)/(HSL).