

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 190**

51 Int. Cl.:

C08J 5/18 (2006.01)

B29C 47/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2011** **E 11191907 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014** **EP 2602281**

54 Título: **Aumento del rendimiento de un proceso de extrusión de películas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ACKERMANS, NINA y
BROEDERS, BERT

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 524 190 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

Aumento del rendimiento de un proceso de extrusión de películas

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un proceso para preparar películas de polipropileno, a una película de polipropileno obtenida mediante un proceso del tipo mencionado, al uso de dicha película de polipropileno como material de envasado, a un artículo que comprende dicha película de polipropileno así como al uso de una composición de polipropileno para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas.
- 10 **[0002]** En la actualidad, el polipropileno es el material elegido para muchas aplicaciones. Por ejemplo, el polipropileno se usa ampliamente en sectores en los que las propiedades de sellado juegan un papel importante, como en el sector del envasado de alimentos. Con independencia del tipo de polímero, un polímero debe cumplir, en el mejor de los casos, todas las propiedades finales deseadas y, adicionalmente, debe ser procesable de manera sencilla. En relación con esto, el principal desafío consiste en aumentar el rendimiento mientras se mantienen las buenas propiedades de sellado de una línea de producción de películas. Aunque los valores bajos de MFR₂ son beneficiosos para obtener unas resistencias de sellado altas, unas buenas propiedades mecánicas y un amplio intervalo de temperaturas de uso, los mismos limitan el rendimiento de la línea de producción de películas.
- 15 **[0003]** El documento EP 1 923 407 A1 se refiere a una película de polipropileno orientada biaxialmente (BOPP) adecuada para numerosas aplicaciones entre las que se incluyen envasado, películas para condensadores y aplicaciones industriales. En particular, la presente invención se refiere a una película de BOPP que presenta una procesabilidad mejorada.
- 20 **[0004]** El documento US 2006/0008666 A1 se refiere a métodos y composiciones útiles para mejorar la fabricación de láminas o películas termorretráctiles que contienen polipropileno, más particularmente a métodos para elaborar mezclas de copolímeros de impacto con otros polímeros o copolímeros con el fin de mejorar sus características, así como a los propios materiales resultantes para películas y láminas.
- 25 **[0005]** Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso para preparar películas de polipropileno aportando un buen equilibrio de procesabilidad y propiedades mecánicas. En particular, es un objetivo de la presente invención proporcionar un proceso para preparar películas de polipropileno el cual permita la preparación de películas con procesabilidad mejorada, es decir, debería mejorarse el rendimiento de la línea de producción de películas. Es otro objetivo de la presente invención que el proceso de producción de películas proporcione propiedades de sellado que sean comparables o incluso mejores con respecto a los correspondientes de procesos comparables de producción de películas.
- 30 **[0006]** Los anteriores y otros objetivos se logran con la materia objeto de la presente invención. En las reivindicaciones secundarias correspondientes se definen realizaciones ventajosas de la presente invención.
- 35 **[0007]** El hallazgo de la presente invención consiste en que el rendimiento de un proceso de producción de películas se mejora significativamente mientras que se mantienen las propiedades de sellado, en caso de que, en el proceso, se utilice una composición de polipropileno que comprende una baja cantidad de un polipropileno de alto MFR₂. Otro hallazgo de la presente invención es que la composición de polipropileno usada en el proceso de producción de películas debe comprender un polipropileno con un índice de fluidez MFR₂ (230 °C) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min y, adicionalmente, una pequeña cantidad de otro polipropileno que tenga un índice de fluidez MFR₂ (230 °C) bastante alto, es decir, de por lo menos 250 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 250 g/10 min y 2.200 g/10 min.
- 40 **[0008]** Por consiguiente, la presente invención apunta a un proceso para preparar películas de polipropileno, que comprende las siguientes etapas:
- 45 a) proporcionar una composición de polipropileno (PP-C) que comprende:
- 50 i) por lo menos un 90% en peso de un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min y un contenido de comonomero de hasta el 20% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno heterofásico (HECO), seleccionándose los comonomeros de entre etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂, y
- 55 ii) entre un 1% en peso y un 10% en peso de un polipropileno (H-PP) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) de por lo menos 250 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 250 g/10 min y 2.200 g/10 min, y un contenido de comonomero de hasta el 5% en peso, sobre la base de peso total del polipropileno (H-PP), seleccionándose los comonomeros de entre etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂; y
- 60 b) extruir la composición de polipropileno (PP-C) de la etapa a) para formar una película de polipropileno,

en donde los porcentajes en peso del punto a) se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), aún más preferentemente se basan en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos.

5

[0009] Los inventores observaron sorprendentemente que la adición de una pequeña cantidad de polipropileno de alto MFR (H-PP) mejora significativamente el rendimiento de un proceso de producción de películas mientras que se mantienen las propiedades de sellado, es decir, el proceso según la presente invención permite especialmente la preparación de películas de polipropileno con un rendimiento mayor en comparación con procesos de producción de películas que utilizan polipropilenos que no contienen un polipropileno de alto MFR (H-PP).

10

[0010] Otro aspecto de la presente invención apunta a una película de polipropileno obtenida mediante un proceso del tipo mencionado. Un aspecto adicional de la presente invención apunta al uso de una película de polipropileno del tipo mencionado, como material de envasado. Todavía otro aspecto apunta a un artículo que comprende una película de polipropileno del tipo mencionado.

15

[0011] Otro aspecto de la presente invención apunta al uso de una composición de polipropileno (PP-C) definida, para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas, expresada por medio de la presión de la extrusora durante la extrusión, en donde la mejora viene definida por la Fórmula (I)

20

$$(PP) / (PP-C) \geq 1,1 \quad (I)$$

en donde

25

(PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP), (PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

[0012] Aún otro aspecto de la presente invención apunta al uso de un polipropileno (H-PP) definido que forma parte de una composición de polipropileno (PP-C) para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas expresada por la presión de la extrusora durante la extrusión, en donde la mejora viene definida por la Fórmula (I)

30

$$(PP) / (PP-C) \geq 1,1 \quad (I)$$

35

en donde

(PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP), (PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

40

[0013] Cuando, en lo sucesivo, se hace referencia a realizaciones preferidas o detalles técnicos del proceso para preparar películas de polipropileno, debe entenderse que estas realizaciones preferidas o detalles técnicos se refieren también a la película de polipropileno de la invención, al uso inventivo de la película de polipropileno, al artículo de la invención así como al uso inventivo de una composición de polipropileno o el polipropileno (H-PP) de la invención para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas. Si, por ejemplo, se expone que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) de la composición de polipropileno (PP-C) utilizada es preferentemente un copolímero de propileno heterofásico (HECO) y/o un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), también el copolímero de propileno heterofásico (HECO) de la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en la película de polipropileno de la invención, el uso inventivo de la película de polipropileno, el artículo inventivo así como el uso inventivo de la composición de polipropileno (PP-C) para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas es preferentemente un copolímero de propileno heterofásico (HECO) y/o un copolímero de propileno aleatorio (R-PP).

45

50

[0014] Según una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene a) un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 10 g/10 min, y/o b) una temperatura de fusión Tm medida de acuerdo con la ISO 11357-3 de por lo menos 150 °C, y/o c) un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) medido de acuerdo con la ISO 6427 (23°C) mayor que el 2,5% en peso, y/o d) una densidad medida de acuerdo con la ISO 1183-187 en el intervalo de entre 860 kg/cm³ y 940 kg/cm³.

55

[0015] Según todavía otra realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende a) entre un 50% en peso y un 94% en peso de una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) o un homopolímero de propileno (H-PP), y b) entre un 6% en peso y un 50% en peso de un copolímero de etileno-propileno elastomérico (EPC) que tiene un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 2,5% en peso y el 45% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno elastomérico (EPC).

60

[0016] Según una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 1% en peso y el 12% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y los comonomeros son etileno.

5 **[0017]** Según otra realización preferida de la presente invención, el polipropileno (H-PP) tiene a) un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 250 g/10 min y 2.200 g/10 min, por ejemplo entre 500 g/10 min y 1.700 g/10 min, y/o b) una temperatura de fusión T_m medida de acuerdo con la ISO 11357-3 de por lo menos 148 °C, y/o c) un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) medido de acuerdo con la ISO 6427 (23 °C) no mayor que el 6,5% en peso.

10 **[0018]** Según todavía otra realización preferida de la presente invención, el polipropileno (H-PP) es un homopolímero de propileno (HH-PP) y/o un copolímero de propileno aleatorio (RH-PP), preferentemente un homopolímero de propileno (HH-PP).

15 **[0019]** Según una realización preferida de la presente invención, la composición de polipropileno (PP-C) comprende a) por lo menos un 95% en peso de un copolímero de propileno heterofásico (HECO), y b) entre un 1% en peso y un 5% en peso de homopolímero de propileno (HH-PP), en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), aún más preferentemente se basan en el cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el homopolímero de propileno (HH-PP) juntos. Según otra realización preferida de la presente invención, la relación del índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) entre el polipropileno (H-PP) y el copolímero de propileno heterofásico (HECO) [MFR_2 (H-PP) / MFR_2 (PP)] en la composición de polipropileno (PP-C) es por lo menos 8 y más preferentemente por lo menos 50, en donde " MFR_2 (H-PP)" es el MFR_2 (230°C) del polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) y " MFR_2 (PP)" es el MFR_2 (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) en la composición de polipropileno (PP-C).

20 **[0020]** Según todavía otra realización preferida de la presente invención, la relación en peso entre el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) [$(HECO) / (H-PP)$] es por lo menos 9/1 y, de la forma más preferente, por lo menos 20/1, en donde "(HECO)" es la cantidad del copolímero de propileno heterofásico (HECO) en la composición de polipropileno (PP-C) y "(H-PP)" es la cantidad de polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C).

30 **[0021]** Según otra realización preferida de la presente invención, la película de polipropileno es una película de polipropileno colada o una película de polipropileno por extrusión-soplado o una película de polipropileno orientado biaxialmente (BOPP).

35 **[0022]** En lo sucesivo se describe más detalladamente la invención.

40 **[0023]** El proceso según esta invención comprende por lo menos dos etapas de proceso a) y b). En la etapa a) del proceso se proporciona la composición de polipropileno (PP-C). Preferentemente, esta etapa incluye mezclar el copolímero de propileno heterofásico (HECO) con el polipropileno (H-PP). El mezclado se puede lograr mediante métodos conocidos, por ejemplo mezclado en seco o extrusión (en fusión). En el caso de la extrusión (en fusión), preferentemente la composición de polipropileno (PP-C) se peletiza posteriormente. Para el mezclado, se puede usar un aparato convencional de composición o mezclador, por ejemplo, un mezclador Banbury, un molino de caucho de 2 rodillos, una co-amasadora Buss o una extrusora de doble husillo. Los materiales poliméricos recuperados de la extrusora están habitualmente en forma de pellets. Después de la etapa a) de mezclado la (pre)mezcla del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el propileno (H-PP), es decir, la composición de polipropileno (PP-C), se usa en la etapa b), es decir, se alimenta a una extrusora de la línea de fabricación de películas. Por consiguiente, un aspecto esencial de la presente invención es que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) no se alimentan por separado a la extrusora sino en forma de una mezcla (íntima) de los dos componentes, es decir, en forma de la composición de polipropileno (PP-C). La etapa b) se define de forma más detallada posteriormente.

50 **[0024]** Se pueden lograr resultados especialmente buenos en caso de que la composición de polipropileno (PP-C) comprenda una cantidad elevada de un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tenga un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min, por ejemplo entre 0,1 g/10 min y 20 g/10 min, y una pequeña cantidad de un polipropileno (H-PP) que tenga un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) de por lo menos 250 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 500 g/10 min y 2.000 g/10 min.

60 **[0025]** En particular, se valora que la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el presente proceso comprende

i) por lo menos un 90% en peso de un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min y un contenido de

comonómero de hasta el 20% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno heterofásico (HECO), seleccionándose los comonómeros de entre etileno y/o α -olefina C_4 a C_{12} , y

ii) entre un 1% en peso y un 10% en peso de un polipropileno (H-PP) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) de por lo menos 250 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 500 g/10 min y 2.000 g/10 min, y un contenido de comonómero de hasta el 5% en peso, sobre la base del peso total del polipropileno (H-PP), seleccionándose los comonómeros de entre etileno y/o α -olefina C_4 a C_{12} ; y

en donde los porcentajes en peso de (HECO) y (H-PP) se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), todavía más preferentemente se basan en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos.

[0026] En una realización preferida de la presente invención, la relación en peso del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) está entre 9/1 y 60/1, más preferentemente entre 12/1 y 50/1, todavía más preferentemente entre 15/1 y 45/1, aún más preferentemente entre 20/1 y 45/1.

[0027] Por consiguiente, en otra realización preferida de la presente invención, la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el presente proceso comprende

- i) por lo menos un 93% en peso de copolímero de propileno heterofásico (HECO), y
- ii) entre un 1% en peso y un 7% en peso de polipropileno (H-PP),

en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), aún más preferentemente se basan en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos.

[0028] Por consiguiente, la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el presente proceso comprende

- i) entre un 95% en peso y un 99% en peso de copolímero de propileno heterofásico (HECO), y
- ii) entre un 1% en peso y un 5% en peso de polipropileno (H-PP),

en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), aún más preferentemente se basan en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos.

[0029] La composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el proceso de la presente invención puede comprender otros componentes. Por consiguiente, la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos en la composición de polipropileno (PP-C) es por lo menos el 60% en peso, más preferentemente por lo menos el 80% en peso, por ejemplo entre el 80 y el 99% en peso, aún más preferentemente entre el 90 y el 100% en peso, sobre la base de la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C). En una realización específica, la composición de polipropileno (PP-C) comprende como componentes poliméricos únicamente los polipropilenos (PP) y (H-PP) según se define en la presente invención. Por consiguiente, las cantidades de polipropilenos, preferentemente la cantidad de (PP) y (H-PP) juntos, puede no dar como resultado el 100% en peso sobre la base de la composición de polipropileno (PP-C) total. De este modo, la parte restante hasta el 100% en peso se puede alcanzar por medio de aditivos adicionales conocidos en la técnica. No obstante, esta parte restante no será mayor que el 3% en peso, por ejemplo no mayor que el 1,0% en peso dentro de la composición de polipropileno total (PP-C). Por ejemplo, la composición de polipropileno (PP-C) de la presente invención puede comprender adicionalmente cantidades pequeñas de aditivos seleccionados del grupo compuesto por antioxidantes, estabilizadores, sustancias de carga, colorantes, agentes nucleantes y agentes antiestáticos. Por consiguiente, los polímeros, más preferentemente los polipropilenos (PP) y (H-PP) juntos, constituyen por lo menos hasta el 97% en peso, más preferentemente por lo menos el 99% en peso con respecto a la composición de polipropileno total (PP-C). Los antioxidantes primarios y secundarios incluyen, por ejemplo, fenoles impedidos, aminas impedidas, y fosfatos. Los agentes nucleantes incluyen, por ejemplo, benzoato sódico, derivados de sorbitol como bis-(3,4-dimetilbenciliden)sorbitol y derivados de nonitol como 1,2,3-tridesoxi-4,6:5,7-bis-O[(4-propilfenil)metilen]-nonitol. También se pueden incluir otros aditivos, tales como agentes dispersantes y antiestáticos, por ejemplo monoestearato de glicerol. Los agentes de deslizamiento incluyen, por ejemplo, oleamida y erucamida. También se usan comúnmente desactivadores de catalizadores, por ejemplo, estearato de calcio, hidrotalcita, y óxido de calcio, y/u otros neutralizantes de ácidos conocidos en la técnica.

[0030] La composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en la etapa a) del proceso de la presente invención tiene un índice de fluidez bastante bajo. El índice de fluidez depende principalmente del peso molecular medio. Esto es

debido al hecho de que las moléculas largas confieren al material una menor tendencia a fluir que las moléculas cortas. Un aumento del peso molecular significa una reducción del valor de MFR₂. El índice de fluidez (MFR₂) se mide en g/10 min del polímero descargado a través de una matriz definida, bajo condiciones especificadas de temperatura y presión y con la medición de la viscosidad del polímero en la que, a su vez, para cada tipo de polímero, influye principalmente su peso molecular aunque también su grado de ramificación. El índice de fluidez medido bajo una carga de 2,16 kg a 230°C (ISO 1133) se indica como MFR₂ (230°C).

[0031] Por consiguiente, se prefiere que, en la presente invención, la composición de polipropileno (PP-C) tenga un índice de fluidez MFR₂ (230 °C/2,16 kg) no mayor que 50 g/10 min, más preferentemente no mayor que 20 g/10 min. En una realización preferida de la presente invención, la composición de polipropileno (PP-C) tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 50 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 20 g/10 min y todavía más preferentemente en el intervalo de entre 0,7 g/10 min y 15 g/10 min.

[0032] Además, la composición de polipropileno (PP-C) comprende preferentemente un componente polimérico elastomérico, tal como un caucho de etileno propileno. En otras palabras, la composición de polipropileno (PP-C) comprende preferentemente una composición de polipropileno heterofásico, es decir, un sistema compuesto por una matriz de polipropileno en la cual se dispersa una fase elastomérica. Dichos sistemas se caracterizan por un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) bastante alto. Por consiguiente, la presente composición de polipropileno (PP-C) difiere con respecto a una composición de polipropileno (PP-C) que esté exenta de dicho sistema heterofásico por un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) bastante alto. Por lo tanto, la composición de polipropileno (PP-C) tiene preferentemente una fracción de solubles en xileno en frío (XCS) no mayor que el 5% en peso, más preferentemente no mayor que el 10% en peso y con la mayor preferencia no mayor que el 12% en peso.

[0033] En relación con el límite superior de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), se valora que la composición de polipropileno (PP-C) tenga una fracción de solubles en xileno en frío (XCS) por debajo del 50% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 8% en peso y el 50% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 8% en peso y el 35% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 10% en peso y el 25% en peso.

[0034] La composición de polipropileno (PP-C) de la invención se define adicionalmente en particular por sus componentes individuales.

[0035] Un requisito obligatorio es la presencia de un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tenga un índice de fluidez MFR₂ (230 °C) bastante bajo. Por consiguiente, la composición de polipropileno (PP-C) comprenderá un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min. Además, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) queda definido adicionalmente por un contenido de comonomero de hasta el 20% en peso, seleccionándose los comonomeros de etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂.

[0036] En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se caracteriza por un índice de fluidez MFR₂ (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 30,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 20 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 10,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 5,0 g/10 min. Por ejemplo, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 3,5 g/10 min.

[0037] En este contexto, debería indicarse que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se caracteriza preferentemente por una distribución de pesos moleculares (MWD) media. Por consiguiente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene una distribución de pesos moleculares (MWD) medida por cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) de acuerdo con la ISO 16014, de por lo menos 2,0, más preferentemente por lo menos 2,2, aún más preferentemente en el intervalo de entre 2,0 y 6,0.

[0038] De manera adicional o alternativa, se valora que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) sea térmicamente estable, es decir, tenga una temperatura de fusión T_m según se determina por calorimetría diferencial de barrido (DSC) de por lo menos 150 °C, más preferentemente de por lo menos 155 °C, por ejemplo de por lo menos 160 °C. En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene una temperatura de fusión T_m según se determina por calorimetría diferencial de barrido (DSC) entre 150 °C y 170 °C, más preferentemente entre 155 °C y 168 °C y, con la mayor preferencia, entre 158 °C y 165 °C.

[0039] Adicionalmente, se prefiere que la temperatura de cristalización del copolímero de propileno heterofásico (HECO) sea por lo menos 100 °C, todavía más preferentemente que esté en el intervalo de entre 108 °C y 125 °C.

[0040] El copolímero de propileno heterofásico (HECO) puede ser un copolímero de propileno heterofásico (HECO) y/o un copolímero de propileno aleatorio (R-PP). Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) es un copolímero de propileno heterofásico (HECO).

5 [0041] Por consiguiente, las propiedades definidas para el copolímero de propileno heterofásico (HECO) anterior son también aplicables para sus realizaciones específicas, a saber el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), si no se indica lo contrario más adelante.

10 [0042] Un copolímero de propileno heterofásico (HECO) según esta invención comprende un polipropileno (PP-M) como matriz (M) y, dispersado en la misma, un copolímero de propileno elastomérico (EPC). De este modo, la matriz de polipropileno (M) contiene inclusiones dispersadas (finamente) que no forman parte de la matriz (M) y dichas inclusiones contienen el copolímero de propileno elastomérico (EPC). El término "inclusión" según esta invención indicará preferentemente que la matriz y la inclusión forman fases diferentes dentro del sistema heterofásico, dichas inclusiones son por ejemplo visibles mediante microscopía de alta resolución, por ejemplo microscopía electrónica o microscopía de fuerza atómica, o mediante análisis dinámico mecánico térmico (DMTA). Específicamente en el DMTA, se puede identificar la presencia de una estructura multifásica por la presencia de por lo menos dos temperaturas de transición vítrea diferenciadas.

15 [0043] Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) según esta invención comprende, como componentes poliméricos, únicamente el polipropileno (PP-M) y el copolímero de propileno elastomérico (EPC). En otras palabras, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) puede contener otros aditivos aunque no otro polímero en una cantidad que supere el 2% en peso, más preferentemente que supere el 1% en peso, por ejemplo que supere el 0,5% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO) total. Un polímero adicional que puede estar presente en cantidades tan bajas es un polietileno el cual es un producto de reacción intermedia obtenido mediante la preparación del copolímero de propileno heterofásico (HECO). Por consiguiente, se valora en particular que el presente copolímero de propileno heterofásico (HECO) contenga solamente la matriz de polipropileno (M), el copolímero de propileno elastomérico (EPC) y opcionalmente polietileno en cantidades que se mencionan en este párrafo.

20 [0044] El copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende, además de propileno, también comonómeros. Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende, además de propileno, etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} . Por consiguiente, la expresión "copolímero de propileno" se entiende como un polipropileno que comprende, preferentemente que está compuesto por, unidades obtenibles a partir de

(a) propileno

y

(b) etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} .

35 [0045] Así, el copolímero de propileno heterofásico (HECO), es decir, la matriz (M) y/o el copolímero de propileno elastomérico (EPC), comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo, comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas C_4 a C_8 , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende, especialmente está compuesto por, monómeros copolimerizables con propileno del grupo compuesto por etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente. Todavía más preferentemente, la matriz (M) así como el copolímero de propileno elastomérico (EPC) contienen los mismos comonómeros, por ejemplo etileno.

45 [0046] Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) es preferentemente un caucho de etileno propileno (EPR), mientras que la matriz (M) es o bien un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) o bien un homopolímero de propileno (H-MPP), prefiriéndose este último.

50 [0047] Adicionalmente, se valora que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tenga preferentemente un contenido de comonómero por debajo del 20% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 2,5% en peso y el 20% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 3% en peso y el 18% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 4% en peso y el 15% en peso.

55 [0048] Así, se valora que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprenda

a) entre un 50% en peso y un 94% en peso, por ejemplo entre un 75% en peso y un 92% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO), de una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) o un homopolímero de propileno (H-MPP), y

60 b) entre un 6% en peso y un 50% en peso, por ejemplo entre un 8% en peso y un 25% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO), de un copolímero de etileno-propileno elastomérico (EPC),

en donde el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 2,5% en peso y el 20,0% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno heterofásico (HECO).

5 **[0049]** En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende

10 a) entre un 50% en peso y un 94% en peso, por ejemplo entre un 75% en peso y un 92% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO), de una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) o un homopolímero de propileno (H-MPP), y

b) entre un 6% en peso y un 50% en peso, por ejemplo entre un 8% en peso y un 25% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO), de un copolímero de etileno-propileno elastomérico (EPC),

15 en donde el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 3,0% en peso y el 12,0% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno heterofásico (HECO).

[0050] Por ejemplo, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende

20 a) entre un 50% en peso y un 94% en peso, por ejemplo entre un 75% en peso y un 92% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO), de una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) o un homopolímero de propileno (H-MPP), y

b) entre un 6% en peso y un 50% en peso, por ejemplo entre un 8% en peso y un 25% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO), de un copolímero de etileno-propileno elastomérico (EPC),

25 en donde el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 3,5% en peso y el 10,0% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno heterofásico (HECO).

30 **[0051]** El copolímero de propileno heterofásico (HECO) queda definido en particular por la matriz (M) y el copolímero de propileno elastomérico (EPC) dispersado en la misma. Por consiguiente, a continuación se definen los dos componentes de manera más detallada.

[0052] La matriz (M) es un polipropileno (PP-M), más preferentemente un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) o un homopolímero de propileno (H-MPP), prefiriéndose especialmente este último.

35 **[0053]** La expresión homopolímero de propileno tal como se usa en la totalidad de la presente invención se refiere a un polipropileno que está compuesto sustancialmente por, es decir, igual o por debajo del 99,9% en peso, unidades de propileno. En una realización preferida, en el homopolímero de propileno son detectables solamente unidades de propileno.

40 **[0054]** Así, en caso de que la matriz (M) sea un homopolímero de propileno (H-MPP), la misma tiene preferentemente una fracción de solubles en xileno en frío inferior al 6,5% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 6,5% en peso.

45 **[0055]** En caso de que el polipropileno (PP-M) sea un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP), se valora que el copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) comprenda monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonomeros tales como etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas C_4 a C_8 , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente el copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) según esta invención comprende, especialmente está compuesto por, monómeros copolimerizables con propileno del grupo compuesto por etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) de esta invención comprende – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente.

50 **[0056]** Adicionalmente, se valora que el copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) tenga preferentemente un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 12,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre más del 1,0% en peso y el 9% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 1,0% en peso y el 5,0% en peso.

60 **[0057]** Así, se valora que la matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-MPP) tenga una fracción de solubles en xileno en frío inferior al 12% en peso, más preferentemente inferior al 9% en peso, incluso más preferentemente inferior al 8% en peso, por ejemplo en el intervalo de entre el 1% en peso y el 9% en peso.

[0058] El término “aleatorio” indica que los comonomeros del copolímero de propileno (R-MPP) están distribuidos aleatoriamente dentro de los copolímeros de propileno. El término aleatorio se entiende de acuerdo con el IUPAC (Glosario de términos básicos en la ciencia de polímeros; recomendaciones IUPAC 1996).

- 5 **[0059]** Tal como se ha mencionado anteriormente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un índice de fluidez bastante bajo. Por consiguiente, se cumple lo mismo para la matriz (M) del copolímero de propileno heterofásico (HECO), es decir, el polipropileno (PP-M). Así, se prefiere que el polipropileno (PP-M) de la matriz (M) tenga un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la ISO 1133 en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30,0 g/10 min, más preferentemente de entre 0,5 g/10 min y 20,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 0,1 g/10,0 min y 10 g/10 min.
- 10 **[0060]** Otro componente esencial del copolímero de propileno heterofásico (HECO) es el copolímero de propileno elastomérico (EPC) dispersado en la matriz (M), es decir, en el polipropileno (PP-M). En relación con los comonómeros usados en el copolímero de propileno elastomérico (EPC), se remite a la información proporcionada para la matriz (M) del copolímero de propileno heterofásico (HECO). Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas C_4 a C_8 , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) comprende, especialmente está compuesto por, monómeros copolimerizables con propileno del grupo compuesto por etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) comprende – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. Así, en una realización especialmente preferida, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente.
- 15 **[0061]** Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) es preferentemente un copolímero de etileno-propileno elastomérico.
- 20 **[0062]** Tal como se usa en la presente invención, el término “elastomérico” se corresponde con el significado aceptado comúnmente y se refiere a un material polimérico de tipo caucho de naturaleza más o menos amorfa.
- 25 **[0063]** Las propiedades del copolímero de propileno elastomérico (EPC) influyen principalmente en el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (HECO). Así, según la presente invención, la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) se considera como el copolímero de propileno elastomérico (EPC) del copolímero de propileno heterofásico (HECO). En el contexto de la presente invención, a la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) se le hace referencia también como “fracción amorfa”.
- 30 **[0064]** Por consiguiente, la cantidad del copolímero de propileno elastomérico (EPC), es decir, de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), del copolímero de propileno heterofásico (HECO) es preferentemente por lo menos el 8% en peso, más preferentemente está en el intervalo de entre el 8% y el 50% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre el 9 y el 35% en peso, por ejemplo entre el 10 y el 25% en peso.
- 35 **[0065]** El contenido de comonómero, preferentemente el contenido de etileno, dentro del copolímero de propileno elastomérico (EPC) estará preferentemente también en un intervalo específico. Por consiguiente, en una realización preferida, el contenido de comonómero, más preferentemente el contenido de etileno, del copolímero de propileno elastomérico (EPC), es decir, de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), del copolímero de propileno heterofásico (HECO), es igual o inferior al 50,0% en peso, más preferentemente está en el intervalo de entre el 25,0 y el 50,0% en peso. Por consiguiente, se valora que el contenido de propileno del copolímero de propileno elastomérico (EPC), es decir, de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), del copolímero de propileno heterofásico (HECO), sea mayor que el 50,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre más del 50,0 y el 75,0% en peso.
- 40 **[0066]** Así, se valora que la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) tenga una viscosidad intrínseca (IV) medida de acuerdo con la ISO 1628-1 (a 135 °C en decalina) igual o superior a 0,8 dl/g, más preferentemente igual o superior a 1,0 dl/g, es decir, 1,2 dl/g, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 5,0 dl/g, es decir, entre 1,2 y 5,0 dl/g.
- 45 **[0067]** Hay disponibles, en una amplia variedad de fuentes comerciales, polipropilenos (PP) adecuados en la composición de polipropileno (PP-C) de la invención. Los polipropilenos útiles (PP) incluyen el copolímero de propileno heterofásico (HECO) disponible en Borealis AG, Viena, Austria como BA110CF.
- 50 **[0068]** El copolímero de propileno elastomérico (EPC) se puede producir mediante procesos de polimerización conocidos, tales como polimerización en solución, en suspensión y en fase gaseosa usando catalizadores convencionales. Son catalizadores adecuados los catalizadores Ziegler-Natta así como catalizadores metalocenos.
- 55 **[0069]** Por ejemplo, en los documentos US 3.300.459, US 5.919.877, EP 0 060 090 A1 y en la publicación empresarial de EniCHem “DUTRAL, Ethylene-Propylene Elastomers”, páginas 1 a 4 (1991), se proporciona también otra información sobre la producción de copolímero de propileno elastomérico (EPC).
- 60

- [0070]** Si el copolímero de propileno elastomérico (EPC) se prepara por separado con respecto al polipropileno (PP-M) que constituye la matriz (M), el mismo se puede mezclar posteriormente con el polímero matricial mediante cualesquiera medios de mezclado convencionales, por ejemplo, mezclado en fusión en una extrusora.
- 5 **[0071]** Alternativamente, el copolímero de propileno elastomérico (EPC) se puede preparar como una mezcla de reactor junto con el polipropileno (PP-M) que constituye la matriz (M), por ejemplo, comenzando con la producción del polímero matricial en un reactor de bucle y transfiriendo el producto a un reactor de fase gaseosa, donde se polimeriza el copolímero elastomérico.
- 10 **[0072]** Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se prepara mediante mezclado en reactor en un proceso de múltiples etapas que comprende por lo menos un reactor de bucle y por lo menos un reactor de fase gaseosa.
- 15 **[0073]** Preferentemente, se produce una dispersión de la fase elastomérica dentro del polipropileno matricial (PP-M) llevando a cabo una segunda fase de polimerización en presencia de partículas de polímero matricial, por ejemplo, como una segunda fase de polimerización de una polimerización de múltiples fases. Preferentemente, la combinación de la matriz y copolímero elastomérico se produce en una polimerización de dos fases usando dos o más reactores de polimerización, más preferentemente usando reactores en masa y de fase gaseosa (especialmente reactores de fase gaseosa en lecho fluidificado), de manera especial preferentemente usando un reactor de bucle seguido por dos
- 20 reactores de fase gaseosa o por un reactor de bucle y un reactor de fase gaseosa. En un procedimiento de este tipo, el sistema catalizador usado puede variar entre las fases aunque preferentemente es el mismo para todas ellas. De forma especialmente preferente, se usa un catalizador heterogéneo prepolymerizado.
- 25 **[0074]** El copolímero de propileno heterofásico (HECO) según esta invención se produce preferentemente en un proceso de polimerización secuencial, es decir, en un proceso de múltiples fases, conocido en la técnica, en donde el polipropileno (PP-M) se produce por lo menos en un reactor de suspensión (*slurry*), preferentemente en un reactor de suspensión y opcionalmente en un reactor posterior de fase gaseosa, y posteriormente el copolímero de propileno elastomérico (EPC) se produce por lo menos en uno, es decir, uno o dos, reactor(es) de fase gaseosa.
- 30 **[0075]** La expresión “proceso de polimerización secuencial” indica que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se produce en por lo menos dos, por ejemplo tres o cuatro, reactores conectados en serie. Por consiguiente, el presente proceso comprende por lo menos un primer reactor (R1) y un segundo reactor (R2), o un primer reactor (R1), un segundo reactor (R2), un tercer reactor (R3) y opcionalmente un cuarto reactor (R4). La expresión “reactor de polimerización” indicará que tiene lugar la polimerización principal. Así, en caso de que el proceso esté compuesto por
- 35 cuatro reactores de polimerización, esta definición no excluye la opción de que el proceso total comprenda, por ejemplo, una etapa de pre-polimerización en un reactor de pre-polimerización. La expresión “está compuesto por” es únicamente una formulación cerrada teniendo en cuenta los reactores de polimerización principal.
- 40 **[0076]** El primer reactor (R1) es preferentemente un reactor de suspensión (*slurry*) (SR) y puede ser cualquier reactor de tanque agitado por lotes, sencillo o continuo o un reactor de bucle que funcione en masa o en suspensión. En masa significa una polimerización en un medio de reacción que está compuesto por al menos un 60% (peso/peso) de monómero. Según la presente invención, el reactor de suspensión (SR) es preferentemente un reactor de bucle (en masa) (LR).
- 45 **[0077]** El segundo reactor (R2), el tercer reactor (R3) y el cuarto reactor (R4) son preferentemente reactores de fase gaseosa (GPR). Dichos reactores de fase gaseosa (GPR) pueden ser cualesquiera reactores mezclados mecánicamente o de lecho fluido. Preferentemente, los reactores de fase gaseosa (GPR) comprenden un reactor de lecho fluido agitado mecánicamente con velocidades del gas de por lo menos 0,2 m/s. De este modo, se valora que el reactor de fase gaseosa sea un reactor del tipo de lecho fluidificado, preferentemente con un agitador mecánico.
- 50 **[0078]** De este modo, en una realización preferida, el primer reactor (R1) es un reactor de suspensión (SR), por ejemplo un reactor de bucle (LR), mientras que el segundo reactor (R2), el tercer reactor (R3) y el cuarto reactor (R4) son reactores de fase gaseosa (GPR). Por consiguiente, para el presente proceso se usan por lo menos dos, preferentemente dos o tres, reactores de polimerización, a saber, un reactor de suspensión (SR), por ejemplo un reactor de bucle (LR), un primer reactor de fase gaseosa (GPR-1) y opcionalmente un segundo reactor de fase gaseosa (GPR-2) conectados en serie. Si fuera necesario, antes del reactor de suspensión (SR), se coloca un reactor de pre-polimerización.
- 55 **[0079]** Un proceso preferido de múltiples etapas 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 las patentes, tal como en los documentos EP 0 887 379, WO 92/12182, WO 2004/000899, WO 2004/111095, WO 99/24478, WO 99/24479 ó en el documento WO 00/68315.
- 60 **[0080]** Otro proceso adecuado de suspensión–fase gaseosa es el proceso Spheripol® de Basell.

5 [0081] Preferentemente, en el presente proceso para producir el copolímero de propileno heterofásico (HECO) según se ha definido anteriormente, las condiciones para el primer reactor (R1), es decir, el reactor de suspensión (SR), por ejemplo un reactor de bucle (LR), de la etapa (a) pueden ser las siguientes:

- la temperatura está dentro del intervalo de 50 °C a 110 °C, preferentemente entre 60 °C y 100 °C, más preferentemente entre 68 y 95 °C,
- la presión está dentro del intervalo de 20 bares a 80 bares, preferentemente entre 40 bares y 70 bares,
- se puede adicionar hidrógeno para controlar la masa molar según una manera conocida de por sí.

10 [0082] Posteriormente, la mezcla de reacción de la etapa (a) se transfiere al segundo reactor (R2), es decir, reactor de fase gaseosa (GPR-1), es decir a la etapa (c), por lo cual las condiciones de la etapa (c) son preferentemente las siguientes:

- la temperatura está dentro del intervalo de 50 °C a 130 °C, preferentemente entre 60 °C y 100 °C,
- la presión está dentro del intervalo de 5 bares a 50 bares, preferentemente entre 15 bares y 35 bares,
- se puede adicionar hidrógeno para controlar la masa molar según una manera conocida de por sí.

15 [0083] La condición en el tercer reactor (R3) y el cuarto reactor (R4), preferentemente en el segundo reactor de fase gaseosa (GPR-2) y el tercer reactor de fase gaseosa (GPR-3), es similar al segundo reactor (R2).

20 [0084] El tiempo de residencia puede variar en las zonas de los tres reactores.

25 [0085] En una realización del proceso para producir el polipropileno, el tiempo de residencia en el reactor de masa, por ejemplo, de bucle, está en el intervalo de entre 0,1 y 2,5 horas, por ejemplo, entre 0,15 y 1,5 horas, y el tiempo de residencia en el reactor de fase gaseosa estará generalmente entre 0,2 y 6,0 horas, por ejemplo entre 0,5 y 4,0 horas.

30 [0086] Si se desea, la polimerización se puede efectuar de una manera conocida, en condiciones supercríticas, en el primer reactor (R1), es decir, en el reactor de suspensión (SR), por ejemplo en el reactor de bucle (LR), y/o en modo condensado en los reactores de fase gaseosa (GPR).

35 [0087] Preferentemente, el proceso comprende también una prepolimerización con el sistema de catalizador, según se describe de forma detallada posteriormente, que comprende un procatalizador Ziegler-Natta, un dador externo y opcionalmente un cocatalizador.

[0088] En una realización preferida, la prepolimerización se lleva a cabo como una polimerización de suspensión, en masa, en propileno líquido, es decir, la fase líquida comprende principalmente propileno, con una cantidad menor de otros reactivos y, opcionalmente, componentes inertes disueltos en la misma.

40 [0089] La reacción de prepolimerización se efectúa típicamente a una temperatura de entre 10 y 60°C, preferentemente de 15 a 50°C, y más preferentemente de 20 a 45°C.

45 [0090] La presión en el reactor de prepolimerización no es crítica pero debe ser suficientemente alta para mantener la mezcla de reacción en fase líquida. Así, la presión puede estar entre 20 y 100 bares, por ejemplo entre 30 y 70 bares.

50 [0091] Los componentes del catalizador se introducen todos ellos preferentemente en la etapa de prepolimerización. No obstante, cuando el componente del catalizador sólido (i) y el cocatalizador (ii) se pueden alimentar por separado, es posible que solamente una parte del cocatalizador se introduzca en la fase de prepolimerización y la parte restante en fases posteriores de la polimerización. Además, en tales casos, es necesario introducir una cantidad tan alta de cocatalizador en la fase de prepolimerización de manera que en la misma se obtenga una reacción de polimerización suficiente.

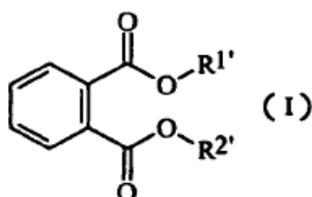
55 [0092] En la fase de prepolimerización también es posible adicionar otros componentes. Así, se puede adicionar hidrógeno en la fase de prepolimerización para controlar el peso molecular del prepolímero tal como es sabido en la técnica. Además, se puede usar un aditivo antiestático para evitar que las partículas se adhieran entre sí o a las paredes del reactor.

60 [0093] El control preciso de las condiciones de prepolimerización y de los parámetros de reacción se sitúa dentro de los conocimientos de la técnica.

[0094] Según la invención, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se obtiene mediante un proceso de polimerización de múltiples etapas, según se ha descrito anteriormente, en presencia de un sistema de catalizador que comprende, como componente (i), un procatalizador Ziegler-Natta el cual contiene un producto de trans-esterificación de un alcohol inferior y un éster ftálico.

[0095] El procatalizador usado según la invención se prepara

- a) haciendo reaccionar un aducto, cristalizado por pulverización o solidificado en emulsión, de $MgCl_2$ y un alcohol C_1 - C_2 con $TiCl_4$
 b) haciendo reaccionar el producto de la etapa a) con un dialquilftalato de fórmula (I)



- en donde R^1 y R^2 son independientemente por lo menos un alquilo C_5
 en condiciones en las que tiene lugar una transesterificación entre dicho alcohol C_1 a C_2 y dicho dialquilftalato de fórmula (I) para formar el dador interno
 c) lavando el producto de la etapa b) o
 d) opcionalmente haciendo reaccionar el producto de la etapa c) con $TiCl_4$ adicional.

[0096] El procatalizador se produce según se define, por ejemplo, en las solicitudes de patente WO 87/07620, WO 92/19653, WO 92/19658 y EP 0 491 566. El contenido de estos documentos se incluye en la presente a título de referencia.

[0097] En primer lugar, se forma un aducto de $MgCl_2$ y un alcohol C_1 - C_2 de la fórmula $MgCl_2 \cdot nROH$, en donde R es metilo o etilo y n es 1 a 6. Como alcohol se usa preferentemente etanol.

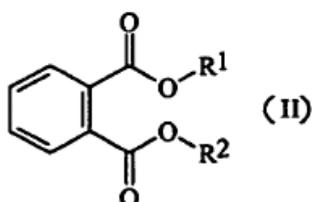
[0098] El aducto, que en primer lugar se funde y a continuación se cristaliza por pulverización o se solidifica en emulsión, se usa como portador del catalizador.

[0099] En la siguiente etapa, el aducto cristalizado por pulverización o solidificado en emulsión, de la fórmula $MgCl_2 \cdot nROH$, en donde R es metilo o etilo, preferentemente etilo y n es de 1 a 6, se hace entrar en contacto con $TiCl_4$ para formar un portador titanizado, seguido por las etapas de

- adicionar a dicho portador titanizado
 - (i) un dialquilftalato de fórmula (I), siendo R^1 y R^2 independientemente por lo menos un C_5 -alquilo, por ejemplo por lo menos un C_8 -alquilo, o preferentemente
 - (ii) un dialquilftalato de fórmula (I), siendo R^1 y R^2 iguales y siendo por lo menos un C_5 -alquilo, por ejemplo, por lo menos un C_8 -alquilo, o más preferentemente
 - (iii) un dialquilftalato de fórmula (I) seleccionado del grupo compuesto por propilhexilftalato (PrHP), dioctilftalato (DOP), di-iso-decilftalato (DIDP), y ditridecilftalato (DTDP), aún más preferentemente el dialquilftalato de fórmula (I) es un dioctilftalato (DOP), por ejemplo di-iso-octilftalato o dietilhexilftalato, en particular dietilhexilftalato,

para formar un primer producto,

- someter dicho primer producto a condiciones de transesterificación adecuadas, es decir, a una temperatura por encima de 100 °C, preferentemente entre 100 y 150 °C, más preferentemente entre 130 y 150 °C, de tal manera que dicho metanol o etanol se transesterifique con dichos grupos éster de dicho dialquilftalato de fórmula (I) para formar preferentemente por lo menos un 80 % molar, más preferentemente un 90 % molar, de la forma más preferente un 95 % molar, de un dialquilftalato de fórmula (II)



siendo R¹ y R² metilo o etilo, preferentemente etilo,
siendo el dialquiltalato de fórmula (II) el dador interno y

- recuperar dicho producto de transesterificación como la composición de procatalizador (componente (i)).

[0100] El aducto de la fórmula MgCl₂*nROH, en donde R es metilo o etilo y n es de 1 a 6, en una realización preferida se funde y a continuación la masa fundida se inyecta preferentemente por medio de un gas en un disolvente enfriado o un gas enfriado, con lo cual el aducto se cristaliza en una forma morfológicamente ventajosa, según se describe por ejemplo en el documento WO 87/07620.

[0101] Este aducto cristalizado se usa preferentemente como portador del catalizador y se hace reaccionar en el procatalizador útil en la presente invención según se describe en los documentos WO 92/19658 y WO 92/19653.

[0102] Cuando el residuo de catalizador se elimina mediante extracción, se obtiene un aducto del portador titanizado y el dador interno, en el cual ha cambiado el grupo que deriva del alcohol de éster.

[0103] En caso de que en el portador quede suficiente titanio, el mismo actuará como elemento activo del procatalizador.

[0104] Si no, la titanización se repite después del tratamiento anterior con el fin de garantizar una suficiente concentración, y por lo tanto actividad, de titanio.

[0105] Preferentemente, el procatalizador usado según la invención contiene un 2,5 % en peso de titanio como mucho, preferentemente un 2,2 % en peso como mucho y más preferentemente un 2,0 % en peso como mucho. El contenido de su dador está preferentemente entre un 4 y un 12 % en peso, y, más preferentemente entre un 6 y un 10 % en peso.

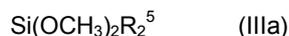
[0106] Más preferentemente, el procatalizador usado según la invención se ha producido usando etanol en calidad de alcohol, y dioctiltalato (DOP) en calidad de dialquiltalato de fórmula (I), produciendo ftalato de dietilo (DEP) como compuesto dador interno.

[0107] Todavía más preferentemente, el catalizador usado según la invención es el catalizador BCF20P de Borealis (preparado de acuerdo con el documento WO 92/19653 según se da a conocer en el documento WO 99/24479; especialmente con el uso de dioctiltalato en calidad del dialquiltalato de fórmula (I) según el documento WO 92/19658) o el catalizador Polytrack 8502, disponible comercialmente en Grace.

[0108] Para la producción del copolímero de propileno heterofásico (HECO) según la invención, el sistema de catalizador usado comprende preferentemente, además del procatalizador Ziegler-Natta especial, un cocatalizador organometálico en calidad de componente (ii).

[0109] Por consiguiente, se prefiere seleccionar el cocatalizador de entre el grupo compuesto por trialkilaluminio, por ejemplo trietilaluminio (TEA), cloruro de dialquil aluminio y sesquicloruro de alquil aluminio.

[0110] El componente (iii) del sistema de catalizador usado es un dador externo representado por la fórmula (IIIa) o (IIIb). La fórmula (IIIa) se define por



en donde R⁵ representa un grupo alquilo ramificado que tiene entre 3 y 12 átomos de carbono, preferentemente un grupo alquilo ramificado que tiene entre 3 y 6 átomos de carbono, o un ciclo-alquilo que tiene entre 4 y 12 átomos de carbono, preferentemente un ciclo-alquilo que tiene entre 5 y 8 átomos de carbono.

[0111] En particular se prefiere que R⁵ se seleccione del grupo compuesto por iso-propilo, isobutilo, iso-pentilo, tert.-butilo, tert.-amilo, neopentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloheptilo.

[0112] La fórmula (IIIb) se define con



en donde R^x y R^y pueden ser iguales o diferentes y representan un grupo hidrocarburo que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono.

[0113] R^x y R^y se seleccionan independientemente del grupo compuesto por grupo hidrocarburo alifático lineal que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono, grupo hidrocarburo alifático ramificado que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono y grupo hidrocarburo alifático cíclico que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono. Se prefiere en particular que R^x y R^y se

seleccionen independientemente del grupo compuesto por metilo, etilo, n-propilo, n-butilo, octilo, decanilo, iso-propilo, iso-butilo, iso-pentilo, tert.-butilo, tert.-amilo, neo-pentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloetilo.

[0114] Más preferentemente, R^x y R^y son iguales, aún más preferentemente tanto R^x como R^y son un grupo etilo.

[0115] Más preferentemente, el dador externo de fórmula (IIIb) es dietilaminotrietoxisilano.

[0116] Con la mayor preferencia, el dador externo es de fórmula (IIIa), por ejemplo diciclopentil dimetoxi silano [Si(OCH₃)₂(ciclopentil)₂] o diisopropil dimetoxi silano [Si(OCH₃)₂(CH(CH₃)₂)₂].

[0117] En otra realización, el procatalizador Ziegler-Natta se puede modificar polimerizando un compuesto de vinilo en presencia del sistema de catalizador, que comprende el procatalizador Ziegler-Natta especial (componente (i)), un dador externo (componente (iii)) y opcionalmente un cocatalizador (componente (iii)), presentando dicho compuesto de vinilo la fórmula:



en donde R³ y R⁴ forman conjuntamente un anillo saturado, insaturado o aromático de 5 ó 6 miembros, o representan independientemente un grupo alquilo que comprende de 1 a 4 átomos de carbono, y el catalizador modificado se usa para la preparación del copolímero de polipropileno heterofásico según esta invención. El compuesto de vinilo polimerizado puede actuar como agente α-nucleante.

[0118] En relación con la modificación del catalizador, se hace referencia a las solicitudes internacionales WO 99/24478, WO 99/24479 y particularmente WO 00/68315, incorporadas a la presente a título de referencia, con respecto a las condiciones de reacción referentes a la modificación del catalizador así como con respecto a la reacción de polimerización.

[0119] En caso de que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) que forma parte de la composición de polipropileno (PP-C) sea un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende preferentemente, está compuesto preferentemente por, unidades obtenidas a partir de

- (i) propileno y
- (ii) etileno y/o α-olefina C₄ a C₁₂.

[0120] Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) puede comprender unidades obtenidas a partir de propileno, etileno y/o α-olefina seleccionada del grupo compuesto por α-olefina C₄, α-olefina C₅, α-olefina C₆, α-olefina C₇, α-olefina C₈, α-olefina C₉, α-olefina C₁₀, α-olefina C₁₁ y α-olefina C₁₂. Más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno, etileno y/o α-olefina seleccionadas del grupo compuesto por 1-buteno y 1-hexeno. En particular se prefiere que el copolímero de propileno aleatorio (RL-PP) esté compuesto por unidades obtenidas solamente a partir de propileno y etileno.

[0121] Preferentemente, las unidades obtenibles a partir de propileno constituyen la parte principal del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), es decir, por lo menos el 88% en peso, preferentemente por lo menos el 91% en peso, más preferentemente por lo menos el 92% en peso, todavía más preferentemente entre el 88% en peso y el 99% en peso, aún más preferentemente entre el 91% en peso y el 99% en peso y con la mayor preferencia entre el 92% en peso y 98,5% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (R-PP).

[0122] La cantidad de unidades obtenidas a partir de etileno y/o α-olefinas C₄ a C₁₂ que no sean propileno en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), está por debajo del 12% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 1% en peso y el 12% en peso, más preferentemente entre el 1% en peso y el 9% en peso y con la mayor preferencia entre el 1,5% en peso y el 8% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (R-PP). En particular se valora que la cantidad de etileno en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), en particular en caso de que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprenda solamente unidades obtenibles a partir de propileno y etileno, esté en el intervalo de entre el 1% en peso y el 12% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 1% en peso y el 9% en peso, y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre el 1,5% en peso y el 8% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (R-PP).

[0123] Además, las unidades obtenidas a partir de etileno y/o α-olefina C₄ a C₁₂ dentro del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) están distribuidas aleatoriamente. La aleatoriedad indica la cantidad de unidades comonoméricas aisladas, es decir, aquellas que no tienen otras unidades comonoméricas en las proximidades, en comparación con la cantidad total de comonomeros de la cadena polimérica. En una realización preferida de la presente invención, la aleatoriedad del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) es por lo menos del 30%, más preferentemente por lo menos del 50%, incluso más preferentemente por lo menos el 60% y todavía más preferentemente por lo menos del 65%.

[0124] Con respecto a la producción del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), se remite a los comentarios ofrecidos anteriormente con respecto a la preparación del polipropileno (PP-M) que constituye la matriz (M).

5 **[0125]** Como componente necesario adicional dentro de la composición de polipropileno (PP-C), debe estar presente el polipropileno (H-PP). Por contraposición al copolímero de propileno heterofásico (HECO), el polipropileno (H-PP) debe tener un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) bastante alto. Por consiguiente, se valora que el polipropileno (H-PP) tenga un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido según la ISO 1133 de por lo menos 250 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 250 g/10 min y 2.200 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 500 g/10 min y 2.000 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 800 g/10 min y 1.800 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1.000 g/10 min y 1.400 g/10 min.

15 **[0126]** Se obtienen resultados especialmente buenos si la relación del índice de fluidez entre el polipropileno (H-PP) y el copolímero de propileno heterofásico (HECO) [MFR_2 (H-PP) / MFR_2 (PP)] en la composición de polipropileno (PP-C) es por lo menos 8 y, con la mayor preferencia, por lo menos 50, en donde " MFR_2 (H-PP)" es el MFR_2 (230°C) del polipropileno (H-PP) y " MFR_2 (PP)" es el MFR_2 (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (HECO). Además, los índices de fluidez MFR_2 (230 °C) se miden de acuerdo con la ISO 1133. En una realización preferida de la presente invención, la relación del índice de fluidez entre el polipropileno (H-PP) y el copolímero de propileno heterofásico (HECO) [MFR_2 (H-PP) / MFR_2 (PP)] está en el intervalo de entre 8 y 2.000, más preferentemente en el intervalo de entre 50 y 1.750, con la mayor preferencia en el intervalo de entre 200 y 1.750, en donde los índices de fluidez MFR_2 (230 °C) se miden de acuerdo con la ISO 1133. Por ejemplo, la relación del índice de fluidez entre el polipropileno (H-PP) y el copolímero de propileno heterofásico (HECO) [MFR_2 (H-PP) / MFR_2 (PP)] está en el intervalo de entre 300 y 1.750.

25 **[0127]** El polipropileno (H-PP) tiene preferentemente un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) medido de acuerdo con la ISO 6427 (23 °C) no mayor que el 6,5% en peso, más preferentemente no mayor que el 6,0% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 0,5 y el 6,0% en peso.

30 **[0128]** De manera adicional o alternativa, el polipropileno (H-PP) tiene una temperatura de fusión T_m medida de acuerdo con la ISO 11357-3 entre 148 °C y 170 °C, más preferentemente entre 150 °C y 165 °C y con la mayor preferencia entre 152 °C y 164 °C.

35 **[0129]** La distribución de pesos moleculares (MWD) del polipropileno (H-PP) puede variar en un intervalo amplio. Preferentemente, la distribución de pesos moleculares (MWD) del polipropileno (H-PP), medida mediante cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) de acuerdo con la ISO 16014 es no mayor que 6,0, más preferentemente en el intervalo de entre 1,5 y 6,0.

[0130] El polipropileno (H-PP) es un homopolímero de propileno (HH-PP) y/o un copolímero de propileno aleatorio (RH-PP).

40 **[0131]** En una realización preferida, el polipropileno (H-PP) es un homopolímero de propileno (HH-PP).

45 **[0132]** Preferentemente, el homopolímero de propileno (HH-PP) tiene una temperatura de fusión T_m medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de por lo menos 148 °C, más preferentemente de por lo menos 150 °C. En una realización preferida, el homopolímero de propileno (HH-PP) tiene una temperatura de fusión T_m , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), entre 148 °C y 165 °C, más preferentemente entre 150 °C y 163 °C.

[0133] Si el polipropileno (H-PP) es un copolímero de propileno aleatorio (RH-PP), el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) preferentemente comprende, preferentemente está compuesto por, unidades obtenidas a partir de

- 50 (i) propileno y
(ii) etileno y/o α -olefina C_4 a C_{10} .

55 **[0134]** Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) puede comprender unidades obtenidas a partir de propileno, etileno y/o α -olefina seleccionada del grupo compuesto por α -olefina C_4 , α -olefina C_5 , α -olefina C_6 , α -olefina C_7 , α -olefina C_8 , α -olefina C_9 , y α -olefina C_{10} . Más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno, etileno y/o α -olefina seleccionadas del grupo compuesto por 1-buteno y 1-hexeno. En particular se prefiere que el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) esté compuesto por unidades obtenidas solamente a partir de propileno y etileno.

60 **[0135]** Preferentemente, las unidades obtenibles a partir de propileno constituyen la parte principal del copolímero de propileno aleatorio (RH-PP), es decir, por lo menos el 95% en peso, preferentemente por lo menos el 97% en peso, más preferentemente por lo menos el 98% en peso, todavía más preferentemente entre el 95 y el 99,5% en peso, aún más preferentemente entre el 97 y el 99,5% en peso y con la mayor preferencia entre el 98 y el 99,2% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (RH-PP).

5 **[0136]** La cantidad de unidades obtenidas a partir de etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{10} que no sean propileno en el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP), está por debajo del 5% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 0,5 y el 5% en peso, más preferentemente entre el 0,5 y el 3% en peso y con la mayor preferencia entre el 0,8 y el 2% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (RH-PP). En particular se valora que la cantidad de etileno en el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP), en particular en caso de que el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) comprenda solamente unidades obtenibles a partir de propileno y etileno, esté en el intervalo de entre el 0,5 y el 5% en peso, y preferentemente en el intervalo de entre el 0,8 y el 2% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno aleatorio (RH-PP).

10 **[0137]** Además, las unidades obtenidas a partir de etileno y/o α -olefina C_4 a C_{10} dentro del copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) están distribuidas aleatoriamente. La aleatoriedad indica la cantidad de unidades comonoméricas aisladas, es decir, aquellas que no tienen otras unidades comonoméricas en las proximidades, en comparación con la cantidad total de comonomeros de la cadena polimérica. En una realización preferida, la aleatoriedad del copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) es por lo menos del 30%, más preferentemente por lo menos del 50%, incluso más preferentemente por lo menos el 60% y todavía más preferentemente por lo menos del 65%.

15 **[0138]** Adicionalmente, se valora que el copolímero de propileno aleatorio (RH-PP) tenga una temperatura de fusión T_m medida de acuerdo con la ISO 11357-3 de por lo menos 135 °C, más preferentemente en el intervalo de preferentemente entre 135 °C y 162 °C.

20 **[0139]** Se valora que una composición de polipropileno (PP-C) preferida de la presente invención comprenda preferentemente un copolímero de propileno heterofásico (HECO) y un homopolímero de propileno (HH-PP).

25 **[0140]** De este modo se valora que la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el presente proceso comprenda

- 30 a) por lo menos un 95% en peso de un copolímero de propileno heterofásico (HECO), y
b) entre un 1% en peso y un 10% en peso, por ejemplo de un 1% en peso a un 10% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de homopolímero de propileno (HH-PP),

35 en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), aún más preferentemente se basan en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos.

40 **[0141]** Por ejemplo, la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el presente proceso comprende

- 45 a) por lo menos un 96% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de un copolímero de propileno heterofásico (HECO), y
b) entre un 2% en peso y un 5% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de homopolímero de propileno (HH-PP),

50 en donde los porcentajes en peso se basan en el peso total de la composición de polipropileno (PP-C), más preferentemente se basan en la cantidad total de polímeros presente en la composición de polipropileno (PP-C), aún más preferentemente se basan en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) juntos.

55 **[0142]** En una realización preferida de la presente invención, la composición de polipropileno (PP-C) proporcionada en el presente proceso comprende

- 60 a) un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min, por ejemplo entre 0,1 g/10 min y 20 g/10 min, y
b) un homopolímero de polipropileno (HH-PP) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) de por lo menos 250 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 300 g/10 min y 1.600 g/10 min.

65 **[0143]** En este contexto, se valora además que la relación de pesos entre el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) [(PP) / (H-PP)] sea por lo menos 9/1, es decir entre 9/1 y 60/1, más preferentemente por lo menos 12/1, por ejemplo entre 12/1 y 50/1, aún más preferentemente por lo menos 15/1, por ejemplo entre 15/1 y 50/1, en donde "(PP)" es la cantidad del copolímero de propileno heterofásico (HECO) en la composición de polipropileno (PP-C) y "H-PP" es la cantidad del polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C).

[0144] En caso de que la composición de polipropileno (PP-C) comprenda un copolímero de propileno heterofásico (HECO) y un homopolímero de propileno (HH-PP), la relación de pesos entre el copolímero de propileno heterofásico

(HECO) y el homopolímero de propileno (HH-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) [(HECO) / (HH-PP)] es por lo menos 10/1, por ejemplo entre 10/1 y 60/1, más preferentemente por lo menos 12/1, por ejemplo entre 12/1 y 50/1, y aún más preferentemente de por lo menos 20/1, por ejemplo entre 20/1 y 45/1, en donde "HECO" es la cantidad de copolímero de propileno heterofásico (HECO) en la composición de polipropileno (PP-C) y "HH-PP" es la cantidad del homopolímero de propileno (HH-PP) en la composición de polipropileno (PP-C).

[0145] El polipropileno que se produce de acuerdo con la invención se puede convertir en películas de polipropileno, como una película de polipropileno colada o una película de polipropileno por extrusión-soplado o una película de polipropileno orientado biaxialmente (BOPP), usando métodos convencionales. Típicamente, dichos métodos comprende el uso de por lo menos un proceso de extrusión a través de una matriz adecuada tal como es conocido en la técnica.

[0146] Por ejemplo, en la tecnología de películas coladas para producir películas poliméricas, el polímero fundido se extruye a través de una matriz de ranura alimentada por una extrusora (normalmente de un solo husillo) sobre un primer rodillo refrigerado, el denominado rodillo de enfriamiento. Desde este rodillo, la película ya solidificada es recogida por un segundo rodillo (rodillo de presión o rodillo de recogida) y transportada a un dispositivo de bobinado después de recortar los bordes.

[0147] La tecnología de películas sopladas para producir películas poliméricas requiere que el polímero fundido se extruya a través de una matriz tubular alimentada por una extrusora (habitualmente de un solo husillo) y que se sople hasta obtener un tubo. El tubo pelicular se refrigera con agua o con aire soplado, siendo este último el preferido. El tubo pelicular ya solidificado se aplana a continuación mediante rodillos de recogida y es llevado a una bobinadora.

[0148] Para la preparación de películas de PP orientado biaxialmente (BOPP), se usan dos tecnologías principales para este proceso, las cuales se describen detalladamente en *Biaxially oriented polypropylene (BOPP) process*, de A. Aji y M. M. Dumoulin, en: *Polypropylene: An A-Z Reference*, J. Karger-Kocsis (Ed.), Kluwer, Dordrecht 1999, 60-67. La orientación y las propiedades se determinan por la relación de estiramiento y detalles del proceso; las películas tienen en general la cristalinidad y rigidez más altas que se pueden obtener.

[0149] Los dispositivos de extrusión adecuados para el presente proceso son amasadoras discontinuas y continuas, extrusoras de doble husillo y extrusoras de un solo husillo con secciones especiales de mezclado y co-amasadoras. El tiempo de residencia se debe seleccionar de tal manera que se alcance un grado de homogeneización suficientemente alto. El mezclado se logra preferentemente por cuanto el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se mezcla con el polipropileno (H-PP) los cuales se obtienen a partir de un producto pulverulento obtenido en un proceso de polimerización.

[0150] Además, la presente invención se refiere a la fabricación de sustratos recubiertos por extrusión mediante recubrimiento convencional por extrusión de la composición de polipropileno (PP-C) según se define en la presente.

[0151] El proceso de recubrimiento por extrusión se puede llevar a cabo usando técnicas convencionales de recubrimiento por extrusión. Por tanto, la composición de polipropileno (PP-C) que se define en la presente se alimenta, típicamente en forma de pellets, que contienen opcionalmente aditivos, a un dispositivo de extrusión. Desde la extrusora, la masa fundida polimérica se hace pasar preferentemente a través de una matriz plana hacia el sustrato a recubrir. Debido a la distancia entre la boquilla de la matriz y el estrechamiento, el plástico fundido se oxida al aire durante un periodo breve de tiempo, lo cual conduce habitualmente a una adherencia mejorada entre el recubrimiento y el sustrato. El sustrato recubierto se refrigera en un rodillo de enfriamiento, tras lo cual se hace pasar a recortadores de bordes y es bobinado. La anchura de la línea puede variar entre, por ejemplo, 500 y 1.500 mm, por ejemplo, entre 800 y 1.100 mm, con una velocidad de línea de hasta 1.000 m/min, por ejemplo entre 300 y 800 m/min. La temperatura de la masa fundida polimérica está típicamente entre 275 y 330 °C. La composición de polipropileno (PP-C) de la invención según se define en la presente se puede extruir sobre el sustrato en forma de un recubrimiento monocapa o como una capa en coextrusión. En cualquiera de estos casos, es posible usar la composición de polipropileno (PP-C) que se define en la presente como tal o mezclar la composición de polipropileno (PP-C) con otros polímeros. El mezclado se puede producir en un tratamiento post-reactor o justo antes de la extrusión en el proceso de recubrimiento. No obstante, se prefiere que se recubra por extrusión solamente la composición de polipropileno (PP-C) según se define en la presente invención. En un recubrimiento por extrusión multicapa, las otras capas pueden comprender cualquier resina polimérica que tenga las propiedades y procesabilidad deseadas. Los ejemplos de dichos polímeros incluyen: capa barrera PA (poliamida) y etileno-acetato de vinilo (EVA); copolímeros polares de etileno, tales como copolímeros de etileno y alcohol vinílico (EVOH) o copolímeros de etileno y un monómero de acrilato; capas adhesivas, por ejemplo, ionómeros, copolímeros de etileno y acrilato de etilo, etcétera; HDPE para la rigidez; resinas de LDPE producidas en un proceso de alta presión; resinas de LLDPE producidas mediante la polimerización de comonómeros de etileno y alfa-olefina en presencia de un catalizador Ziegler, de cromo o metalloceno; y resinas de MDPE.

[0152] Por consiguiente, otro requisito en relación con esto es que, según la etapa b) del presente proceso, la composición de polipropileno (PP-C) según se ha definido anteriormente se extruye para formar una película de polipropileno.

5 **[0153]** El proceso de la presente invención proporciona un buen equilibrio entre procesabilidad y propiedades mecánicas. En particular, el proceso de la presente invención permite la preparación de películas de polipropileno con un rendimiento significativamente mejorado, mientras se mantienen las propiedades de sellado de los procesos (véanse los ejemplos).

10 **[0154]** Así, la presente invención apunta preferentemente al uso de la presente composición de polipropileno (PP-C) para la preparación de una película de polipropileno, por ejemplo una película colada, una película por extrusión-soplado o una película de polipropileno orientado biaxialmente (BOPP). La composición de polipropileno (PP-C) que se ha definido anteriormente también se puede usar para la preparación de un recubrimiento de un sustrato recubierto por extrusión.

15 **[0155]** Preferentemente, dicha película de polipropileno comprende por lo menos un 70% en peso, más preferentemente por lo menos un 90% en peso, por ejemplo por lo menos un 95% en peso, de la composición de polipropileno (PP-C) que se ha definido anteriormente. En una realización especialmente preferida, la película de polipropileno está compuesta por la composición de polipropileno (PP-C) que se ha definido en la presente.

20 **[0156]** Por consiguiente, otro aspecto de la presente invención apunta a películas de polipropileno obtenidas mediante un proceso del tipo mencionado. Además, la presente invención apunta también al uso de la película de polipropileno de la invención como material de envasado, en particular como material de envasado para productos alimenticios y/o médicos. Además de esto, la presente invención apunta adicionalmente a artículos que comprenden dicha película de polipropileno.

25 **[0157]** A la vista de los buenos resultados que se obtienen en el proceso de producción de películas con respecto a la procesabilidad y las propiedades mecánicas utilizando la composición de polipropileno (PP-C) de la invención, otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de la composición de polipropileno (PP-C), que se ha definido anteriormente, para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas, expresada por la presión de la extrusora durante la extrusión, en donde la mejora queda definida por la Fórmula (I)

$$(PP) / (PP-C) \geq 1,1 \quad (I)$$

35 en donde

(PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP),
(PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

40 **[0158]** En una realización preferida de la presente invención, la procesabilidad del proceso de producción de películas expresada por la presión de la extrusora durante la extrusión se mejora, en donde la mejora viene definida por la Fórmula (I)

$$(PP) / (PP-C) \geq 1,2 \quad (I)$$

45 en donde

(PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP),
(PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

50 **[0159]** En otra realización preferida de la presente invención, la procesabilidad del proceso de producción de películas expresada por la presión de la extrusora durante la extrusión se mejora, en donde la mejora viene definida por la Fórmula (I)

$$(PP) / (PP-C) \approx 1,3 \quad (I)$$

55 en donde

(PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP),
(PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

[0160] A continuación se describirá más detalladamente la presente invención por medio de los ejemplos que se proporcionan seguidamente.

Ejemplos

1. Definiciones/Métodos de Medición

[0161] Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la anterior descripción general de la invención así como en los ejemplos posteriores a no ser que se defina lo contrario.

Aleatoriedad

[0162] En las mediciones de FTIR, se moldearon por compresión, a 225°C, películas de un grosor de 250 μm y las mismas se analizaron en un instrumento de FTIR Perkin-Elmer System 2000. El área del pico de etileno (760 a 700 cm^{-1}) se usó como una medida del contenido de etileno total. La banda de absorción para la estructura -P-E-P- (una unidad de etileno entre unidades de propileno) se produce a 733 cm^{-1} . Esta banda caracteriza el contenido de etileno aleatorio. Para secuencias de etileno más largas (más de dos unidades), se produce una banda de absorción a 720 cm^{-1} . En general, para los copolímeros aleatorios se observa un hombro correspondiente a series de etileno más largas. La calibración para el contenido total de etileno basado en el área y el contenido de etileno aleatorio (PEP) basado en la altura de los picos a 733 cm^{-1} se realizó por ^{13}C NMR. (*Thermochemica Acta*, 66 (1990) 53-68).

$$\text{Aleatoriedad} = \frac{\text{contenido de etileno aleatorio (-P-E-P-)}}{\text{contenido de etileno total}} \times 100\%$$

[0163] El **peso molecular medio en número (M_n)**, el **peso molecular medio en peso (M_w)** y la **distribución de pesos moleculares (MWD)** se determinan mediante cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) usando un instrumento Waters Alliance GPCV 2000 con viscosímetro en línea. La temperatura del horno es 140°C. Como disolvente se usa triclorobenceno (ISO 16014).

[0164] La **densidad** se mide de acuerdo con la ISO 1183-187. La preparación de muestras se realiza mediante moldeo por compresión de acuerdo con la ISO 1872-2:2007.

[0165] El **MFR₂ (230 °C)** se mide de acuerdo con la ISO 1133 (230 °C, carga de 2,16 kg).

Cuantificación del contenido de comonomeros mediante espectroscopia FTIR

[0166] El contenido de comonomeros se determina mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) cuantitativa después de una asignación básica calibrada a través de espectroscopia de resonancia magnética nuclear (NMR) ^{13}C cuantitativa según una manera bien conocida en la técnica. Se prensan películas delgadas hasta un grosor de 250 μm y se registran espectros en modo de transmisión.

[0167] Específicamente, el contenido de etileno de un copolímero de polipropileno-co-etileno se determina usando el área de pico corregida, en cuanto a línea basal, de las bandas cuantitativas que se encuentran a 720-722 y 730-733 cm^{-1} . Se evaluaron copolímeros de propileno-1-buteno a 767 cm^{-1} . Se obtienen resultados cuantitativos basándose en una referencia al grosor de la película.

[0168] Se miden la **temperatura de fusión T_m** , la **temperatura de cristalización T_c** , con calorimetría diferencial de barrido (DSC) Mettler TA820 sobre muestras de entre 5 y 10 mg. Se obtuvieron curvas tanto de cristalización como de fusión durante barridos de refrigeración y calentamiento de 10 °C/minuto entre 30 °C y 225 °C. Las temperaturas de fusión y cristalización se tomaron como los picos endotérmicos y exotérmicos.

[0169] Se midieron también la entalpía de fusión y de cristalización (**H_m** y **H_c**) mediante el método DSC según la ISO 11357-3.

[0170] El contenido de solubles en xileno en frío (XCS, % en peso) se determinó a 25 °C de acuerdo con la ISO 16152; primera versión; 01-07-2005.

[0171] La **viscosidad intrínseca** se midió de acuerdo con la DIN ISO 1628/1, octubre de 1999 (en Decalina a 135 °C).

[0172] La **resistencia de sellado** se midió por medio de un Universal Sealer J&B 3000 sobre tiras de película de 25,4 mm. Condiciones de sellado: presión de sellado: 0,1 N/mm², tiempo de sellado: 0,1 s, tiempo de refrigeración: 99 s. Las muestras se sellan a una temperatura de sellado creciente y, después de la refrigeración, se pelan a 10 mm/s. Se ha registrado la resistencia de sellado correspondiente.

2. Preparación de Ejemplos

A) Compuestos

5 [0173] Todos los polímeros usados están disponibles comercialmente en Borealis AG:

Polímero 1:

10 [0174] El BA110CF es un copolímero de impacto de etileno-propileno heterofásico para extrusión de películas coladas y sopladas con un MFR₂ (230 °C/2,16 kg) de 0,85 g/10 min, una temperatura de fusión T_m de 166 °C, un contenido de etileno del 8% en peso, un XCS del 16,7% en peso, y una densidad de 910 kg/cm³. El contenido de etileno del XCS es del 40% en peso.

Polímero 2:

15 [0175] El HL512FB es un homopolímero de polipropileno con un MFR₂ (230 °C/2,16 kg) de 1.200 g/10 min y una temperatura de fusión T_m de 166 °C.

B) Ejemplos

20 Ejemplo de la invención (IE)

[0176] Se usó una mezcla seca de 97% en peso de polímero 1 y 3% en peso de polímero 2. Las cantidades se basan en el peso total de la composición. La mezcla tiene un MFR₂ de 1,8 g/10 min Ejemplo Comparativo (CE).

25 [0177] El polímero 1 se usó como ejemplo comparativo.

C) Producción de películas

30 [0178] El ejemplo de la invención (IE) y el ejemplo comparativo (CE), se alimentaron, de manera respectiva, directamente a la línea piloto de películas coladas Reifenhäuser a 270 °C para producir películas de polipropileno monocapa de 70 µm.

35 [0179] Se determinó la presión de la extrusora a 270 °C y a diferentes velocidades de recogida. La presión de trabajo máxima de las extrusoras es 300 bares. En la Figura 1 se muestran los datos de la presión de trabajo con respecto a la velocidad de recogida del ejemplo de la invención así como para el ejemplo comparativo.

40 [0180] A partir de la Figura 1, se puede deducir que el ejemplo comparativo se podría producir a 20 m/min. A una velocidad de recogida de 25 m/min, la presión de trabajo en las dos extrusoras se incrementó por encima del límite superior de las extrusoras, es decir, 300 bares. Por contraposición a esto, la adición de una cantidad baja de un polipropileno de alto MFR₂ dio como resultado una procesabilidad significativamente mejorada. El ejemplo de la invención se pudo reproducir a una velocidad de recogida de 30 m/min sin superar los 300 bares (la presión de la extrusora A es 280 bares y la presión de la extrusora B es 285 bares).

45 [0181] Además de esto, se determinaron las propiedades de sellado, respectivamente, del ejemplo de la invención y del ejemplo comparativo. Se representó la resistencia de sellado con respecto a las temperaturas de sellado para los ejemplos de la invención y los ejemplos comparativos respectivos preparados a diferentes velocidades de recogida tal como se muestra en la Figura 2.

50 [0182] A partir de la Figura 2, se puede deducir que las resistencias de sellado obtenidas para los ejemplos de la invención son comparables a las correspondientes obtenidas para los ejemplos comparativos. Por consiguiente, se puede concluir que la adición de una cantidad pequeña de un polipropileno de alto MFR₂ apenas tiene influencia en las propiedades de sellado.

55

REIVINDICACIONES

1. Proceso para preparar películas de polipropileno, que comprende las siguientes etapas:
 - 5 a) proporcionar una composición de polipropileno (PP-C) que comprende
 - i) por lo menos un 90% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de un copolímero de propileno heterofásico (HECO) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,1 g/10 min y 30 g/10 min y un contenido de comonomero de hasta el 20% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno heterofásico (HECO), seleccionándose los comonomeros de entre etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂, y
 - 10 ii) entre un 1% en peso y un 10% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de un polipropileno (H-PP) que tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) de por lo menos 250 g/10 min, y un contenido de comonomero de hasta el 5% en peso, sobre la base del peso total del polipropileno (H-PP), seleccionándose los comonomeros de entre etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂; y
 - b) extruir la composición de polipropileno (PP-C) de la etapa a) para formar una película de polipropileno,
2. Proceso según la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene
 - 20 a) un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 0,5 g/10 min y 10 g/10 min, y/o
 - b) una temperatura de fusión T_m medida de acuerdo con la ISO 11357-3 de por lo menos 150 °C, y/o
 - 25 c) un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) medido de acuerdo con la ISO 6427 (23 °C) mayor que el 2,5% en peso, y/o
 - d) una densidad medida de acuerdo con la ISO 1183-187 en el intervalo de entre 860 kg/cm³ y 940 kg/cm³.
3. Proceso según la reivindicación 1 ó 2, en el que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende
 - 30 a) entre un 50% en peso y un 94% en peso de una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) o un homopolímero de propileno (H-PP), y
 - 35 b) entre un 6% en peso y un 50% en peso de un copolímero de etileno-propileno elastomérico (EPC) que tiene preferentemente un contenido de comonomero en el intervalo de entre el 25% en peso y el 50% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno elastomérico (EPC).
4. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el polipropileno (H-PP) tiene
 - 40 a) un índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) en el intervalo de entre 500 g/10 min y 1.700 g/10 min, y/o
 - b) una temperatura de fusión T_m medida de acuerdo con la ISO 11357-3 de por lo menos 148 °C, y/o
 - 45 c) un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) medido de acuerdo con la ISO 6427 (23 °C) no mayor que el 6,5% en peso.
5. Proceso según la reivindicación 4, en el que el polipropileno (H-PP) es un homopolímero de propileno (HH-PP) y/o un copolímero de propileno aleatorio (RH-PP), preferentemente un homopolímero de propileno (HH-PP).
- 50 6. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la composición de polipropileno (PP-C) comprende
 - 55 a) por lo menos un 95% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de un copolímero de propileno heterofásico (HECO), y
 - b) entre un 1% en peso y un 5% en peso, sobre la base del peso total de la composición de polipropileno (PP-C), de un homopolímero de propileno (HH-PP).
- 60 7. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la relación del índice de fluidez según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg) entre el polipropileno (H-PP) y el copolímero de propileno heterofásico (HECO) [MFR₂ (H-PP) / MFR₂ (PP)] en la composición de polipropileno (PP-C) es por lo menos 8 y con la mayor preferencia por lo menos 50, en donde "MFR₂ (H-PP)" es el MFR₂ (230°C) del polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) y "MFR₂ (PP)" es el MFR₂ (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) en la composición de polipropileno (PP-C).

- 5 8. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la relación en peso entre el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y el polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C) [(HECO) / (H-PP)] es por lo menos 9/1, en donde "(HECO)" es la cantidad del copolímero de propileno heterofásico (HECO) en la composición de polipropileno (PP-C) y "(H-PP)" es la cantidad del polipropileno (H-PP) en la composición de polipropileno (PP-C).
- 10 9. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la película de polipropileno es una película de polipropileno colada o una película de polipropileno por extrusión-soplado o una película de polipropileno orientado biaxialmente (BOPP).
- 15 10. Película de polipropileno obtenida mediante un proceso según se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Uso de la película de polipropileno según la reivindicación 10, como material de envasado.
12. Artículo que comprende la película de polipropileno según la reivindicación 10.
- 20 13. Uso de la composición de polipropileno (PP-C) según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas, expresada por medio de la presión de la extrusora durante la extrusión, en donde la mejora viene definida por la Fórmula (I)

$$(PP) / (PP-C) \geq 1,1 \quad (I)$$

25 en donde

(PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP), (PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

- 30 14. Uso del polipropileno (H-PP) según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1, 4 y 5, que forma parte de la composición de polipropileno (PP-C) según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para mejorar la procesabilidad de un proceso de producción de películas expresada por la presión de la extrusora durante la extrusión, en donde la mejora viene definida por la Fórmula (I)

$$(PP) / (PP-C) \geq 1,1 \quad (I)$$

35 en donde

40 (PP) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) sin el polipropileno (H-PP), (PP-C) es la presión [bares] de la extrusora de la composición de polipropileno (PP-C) que comprende el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y polipropileno (H-PP).

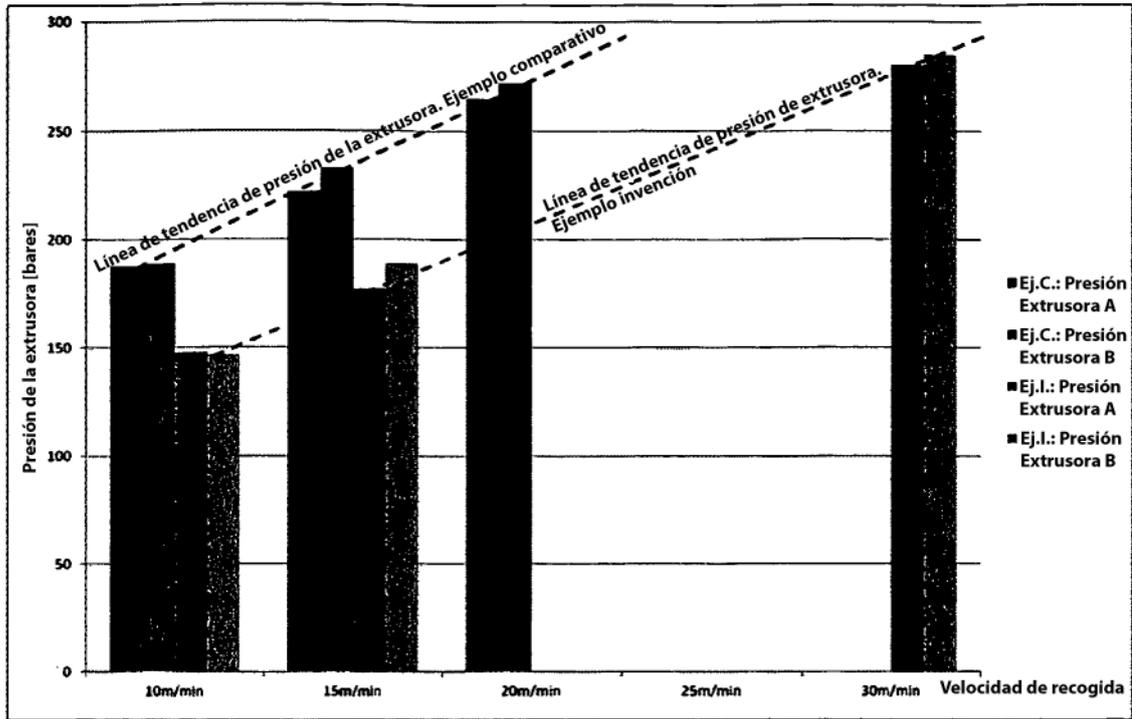


Figura 1: Presión de la extrusora en función de la velocidad de recogida

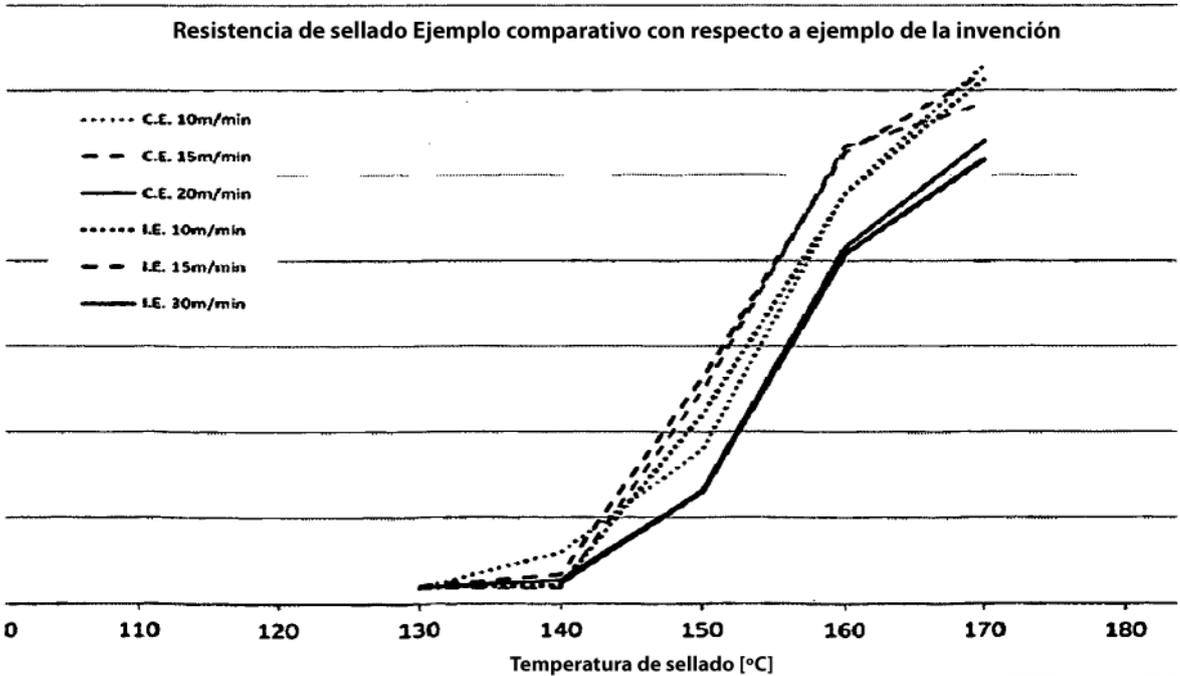


Figura 2: Resistencia de sellado en función de la temperatura de sellado