

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 456**

51 Int. Cl.:

C08L 23/10 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2012** E 12174070 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2016** EP 2679630

54 Título: **Polipropileno de resistencia elevada a la fusión de calidad mejorada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2017

73 Titular/es:
BOREALIS AG (100.0%)
IZD Tower Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT

72 Inventor/es:
KLIMKE, KATJA y
BRAUN, HERMANN

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 599 456 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

Polipropileno de resistencia elevada a la fusión de calidad mejorada

5 La presente invención se refiere a un método para proporcionar una composición de polipropileno que tiene una resistencia elevada a la fusión y un índice de gel OCS bajo. Adicionalmente, la presente invención también se refiere a una correspondiente composición de polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS), así como al uso de un polipropileno lineal específico para reducir el índice de gel OCS de una composición de polipropileno.

10 Las composiciones polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) generalmente se conocen en la materia. Sin embargo, uno de los retos existentes dentro del HMS-PP es su calidad de la película variable. La calidad de la película se expresa a través del índice de gel que se mide con la herramienta de inspección de gel OCS como se describe en el documento WO 2008/022802.

15 Como se conoce en la materia, normalmente se añaden aditivos a los materiales de plástico con el fin de mejorar el rendimiento de los mismos. Los ejemplos de aditivos típicos son, por ejemplo, antioxidantes o pigmentos. Estos aditivos se añaden a menudo al material base de plástico en forma de una mezcla de aditivos que tiene incorporados los aditivos en una pequeña cantidad de polvo de polímero. En ocasiones, la mezcla de aditivos también se conoce como mezcla madre. La pequeña cantidad de polvo de polímero utilizada para la mezcla de aditivos normalmente se dosifica al final del proceso de HMS. Sin embargo, la contribución al índice de gel final de esta mezcla de aditivos a menudo se pasa por alto. Y, hasta ahora, se pensaba que el índice de gel y, por lo tanto, la calidad de la película del material resultante solo depende de la fabricación del polipropileno de alta resistencia a la fusión en lugar de las propiedades de la mezcla madre.

20 El documento EP 0 879 830, presentado por Borealis en 1997, describe los fundamentos del proceso posterior al reactor de la alta resistencia a la fusión (HMS) de boreales cuando se utilizan butadieno para hacer materiales de polipropileno ramificado de cadena larga (LCB-PP). Esta patente cubre una amplia gama de índices de fluidez en polvo (NIF) y de tamaños de partículas. Sin embargo, no especifica el impacto del polvo de PP usado para la preparación de la mezcla de aditivos sobre la calidad de HMS, en particular, sobre la calidad de la película de OCS expresada mediante el índice de gel.

Sigue habiendo una necesidad en la materia de un método para producir HMS-PP de calidad fiable y/o mejorada.

En consecuencia, el objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento que permita a un experto en la materia producir una composición de polipropileno y una película hecha de dicha composición de polipropileno con un contenido en gel bajo.

30 Ahora, sorprendentemente, los presentes inventores han descubierto que el índice de gel final es realmente independiente del tamaño de la partícula de polvo usada y el PSD utilizado para la mezcla de aditivos. En su lugar, se encontró que el índice de gel final se puede reducir de manera significativa simplemente aumentando el MFR del polvo utilizado para la mezcla de aditivos.

35 Así, la presente invención se refiere a un proceso para proporcionar una composición de polipropileno que tiene resistencia elevada a la fusión, el proceso comprende las etapas de:

(a) proporcionar de 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP) que tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005;

40 (b) añadir al polipropileno ramificado (b-PP) un polipropileno (PP'), preferentemente un polipropileno lineal (1-PP) en de 1 a 5 partes en peso, que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de 1 a 18 g/10 min-

Las realizaciones preferentes de la invención se refieren a un proceso, en el que de 1 a 3 partes en peso del polipropileno lineal (1-PP) se añaden a de 97 a 99 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente en el que 2 partes en peso del polipropileno lineal (1-PP) se añaden a 98 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP).

45 La presente invención proporciona adicionalmente una composición farmacéutica, que comprende

(a) de 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

(b) de 1 a 5 partes en peso de un polipropileno lineal (1-PP) que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 minutos, preferentemente de 3 a 15 g/10 minutos;

en el que la composición de polipropileno tiene

- un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133, de 8 a 13 g/10 min, y
- un índice de gel de menos de 1.500;

5 y en el que, además, la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN, preferentemente de 5,8 a 13,0 cN, y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferentemente de 230 a 290 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden de acuerdo con la norma ISO 16790: 2005.

La presente invención proporciona adicionalmente una composición farmacéutica, que comprende

(a) de 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

10 (b) de 1 a 5 partes en peso de un polipropileno lineal (1-PP) que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 minutos, preferentemente de 3 a 15 g/10 minutos;

en el que la composición de polipropileno tiene

- un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133, de 8 a 8 g/10 min, preferentemente de 5 a inferior a 7 g/10 min, y

15 - un índice de gel de menos de 1.300, preferentemente menos de 1.000;

y en el que, además, la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN, preferentemente de más de 6,0 a 13,0 cN, y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferentemente de 230 a 290 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden de acuerdo con la norma ISO 16790: 2005.

20 La presente invención también incluye una película que comprende una composición de polipropileno correspondiente como se ha descrito anteriormente.

Adicionalmente, la presente invención se refiere al uso de una mezcla de aditivos (AM) que contiene un polipropileno lineal (1-PP) y al menos un aditivo (A) en una composición de polipropileno que comprende dicha mezcla de aditivos (AM) y un polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el índice de gel de dicha composición de polipropileno o de películas hechas a partir de dicha composición de polipropileno, en el que

25

(a) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005;

30 (b) el polipropileno lineal (1-PP) tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 min;

(c) el al menos un aditivo (A) se selecciona del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizantes UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, sequestrantes de ácidos, agentes de soplado, agentes adhesivantes, lubricantes, agentes nucleantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos, y

35 (d) la composición de polipropileno comprende de 95 a 99 partes del polipropileno ramificado (b-PP) y de 1 a 5 partes del polipropileno lineal (1-PP).

A continuación se describirá con mayor detalle la presente invención.

40 En primer lugar, se describen los componentes individuales utilizados, es decir, el polipropileno ramificado (b-PP), el polipropileno (PP), como el polipropileno lineal (1-PP), y los aditivos (A), que se utilizan en la presente invención, así como la composición de polipropileno. Posteriormente, se describen con más detalle el proceso, así como el uso de la invención. Sin embargo, cualquier información o cualquier realización preferente proporcionada para los componentes individuales o la composición de polipropileno también es aplicable para el proceso y el uso de la invención, si se hace referencia a los componentes individuales y a la composición de polipropileno, respectivamente.

5 El componente principal de la composición de polipropileno que se proporciona de acuerdo con la invención es un polipropileno ramificado (b-PP). Un polipropileno ramificado difiere de un polipropileno lineal en que la cadena principal del polipropileno cubre cadenas laterales mientras que un polipropileno no ramificado, es decir, un polipropileno lineal, no cubre las cadenas laterales. Las cadenas laterales tienen un impacto significativo sobre la reología del polipropileno. En consecuencia, los polipropilenos lineales y los polipropilenos ramificados pueden distinguirse claramente por su comportamiento de flujo bajo tensión.

10 La ramificación se puede lograr mediante el uso de catalizadores específicos, es decir, catalizadores específicos de un solo sitio, o por modificación química. En cuanto a la preparación de un polipropileno ramificado obtenido mediante el uso de un catalizador específico se hace referencia en el documento EP 1 892 264. Con respecto a un polipropileno ramificado obtenido mediante modificación química se hace referencia al mismo en el documento EP 0 879 830 A1. En tal caso, el polipropileno ramificado también se denomina polipropileno de resistencia elevada a la fusión. Preferentemente, el polipropileno ramificado (b-PP) de la presente invención se obtiene mediante modificación química como se describe con más detalle más adelante y, por lo tanto, es un polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP).

15 Por tanto, el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferentemente tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 a 300 mm/s, a fin de proporcionar una composición de polipropileno resultante con buenas propiedades de fluidización por cizalladura. La resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005.

Típicamente, la presente composición de polipropileno también tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferentemente tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN a 20,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 a 300 mm/s.

25 En una realización preferente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), tiene

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN, como de más de 5,6 a 20,0 cN, más preferentemente de más de 5,7 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 18,0 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 15,0 cN, todavía aún más preferentemente de 5,8 a 13,0 cN,

30 y

(b) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente de más de 225 mm/s, aún más preferentemente de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente de 230 a 290 mm/s.

35 En una realización especialmente preferente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN a 20,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,7 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 225 mm/s, aún más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} del 5,7 cN a la 18,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} del 5,7 cN a la 15,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, aún todavía más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} de 5.8 a 12.0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s.

45 Adicionalmente o como alternativa al índice de ramificación del polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente, el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), se puede definir además por el factor de endurecimiento por deformación (SHF). De acuerdo con lo anterior, es preferente que el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), tiene un factor de endurecimiento por deformación (SHF) de al menos 1,7, más preferentemente de al menos 1,9, aún más preferentemente en el intervalo de 1,9 a 7,0, todavía más preferentemente en el intervalo de 1,9 a 6,5 medido a una velocidad de deformación de $3,0 \text{ s}^{-1}$ y una deformación de Hencky de 2,5.

50 Adicionalmente, es preferente que dicho polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de, al menos, 2,0 g/10 min, más preferentemente en un intervalo de 2,0 a 40,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 4,0 a 30,0 g/10 min, aún más preferentemente en una intervalo de 5,0 a 20,0 g/10 min, como en el intervalo de 7,0 a 13,0 g/10 min, como de 8,0 a 12,0 g/10 min.

Por tanto, en una realización preferente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), tiene

(a) un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de, al menos, 2,0 g/10 min, preferentemente en un intervalo de 2,0 a 40,0 g/10 min, más preferentemente en un intervalo de 4,0 a 30,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 5,0 a 20,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 7,0 a 13,0 g/10 min, como de 8,0 a 12,0 g/10 min;

(b) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN, como de más de 5,6 a 20,0 cN, más preferentemente de más de 5,7 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 18,0 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 15,0 cN, todavía aún más preferentemente de 5,8 a 13,0 cN, y

(c) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente de más de 225 mm/s, aún más preferentemente de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente de 230 a 290 mm/s.

Preferentemente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), tiene un punto de fusión de al menos 130 °C, más preferentemente de al menos 135 °C y, lo más preferentemente, de al menos 140 °C. La temperatura de cristalización es, preferentemente, de al menos 120 °C.

Además, el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), puede ser un copolímero ramificado aleatorio de propileno (BR-PP), preferentemente un copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), o un homopolímero de propileno ramificado (bH-PP), preferentemente un homopolímero de propileno ramificado de resistencia elevada a la fusión (H-HMS-PP), siendo este último preferente.

Para el propósito de la presente invención, la expresión "homopolímero de propileno" se refiere a un polipropileno que consiste sustancialmente, es decir, en al menos 97 % en moles, preferentemente en al menos 98 % en moles, más preferentemente en al menos 99 % en moles, más preferentemente en al menos 99,8 % en moles de unidades de propileno. En una realización preferente solo son detectables las unidades de propileno en el homopolímero de propileno.

En caso de que el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), sea un copolímero aleatorio de propileno ramificado (BR-PP), preferentemente un copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas de C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas de C_4 a C_{10} , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero aleatorio de propileno ramificado (BR-PP), preferentemente el copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), comprende, sobre todo consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1 hexeno. Más específicamente, el copolímero aleatorio de propileno ramificado (b-R-PP), preferentemente el copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferente, el copolímero aleatorio de propileno ramificado (b-R-PP), preferentemente el copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), comprende, aparte de propileno, unidades derivables únicamente de etileno y propileno. El contenido de comonómero en el copolímero aleatorio de propileno ramificado (BR-PP), preferentemente en el copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), está, preferentemente, en el intervalo de más de 0,2 a 10,0 % en moles, aún más preferentemente en el intervalo de más de 0,5 a 7,0 % en moles.

En este sentido, cabe mencionar que el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), sea un homopolímero de propileno de resistencia elevada a la fusión (H-HMS-PP) o un copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP), puede comprender monómeros insaturados adicionalmente diferentes a los comonómeros definidos para el copolímero aleatorio de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP).

En otras palabras, el homopolímero de propileno de resistencia elevada a la fusión (H-HMS-PP) o el copolímero de propileno aleatorio de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP) pueden comprender monómeros insaturados, como monómero o monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímero o polímeros insaturados multifuncionalmente, como se define con detalle a continuación, siendo diferentes de propileno, etileno y otras α -olefinas de C_4 a C_{12} . De acuerdo con la definición de homopolímero y copolímero, en vista del polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) se refiere en realidad a la de polipropileno no modificado utilizado para obtener el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) mediante modificación química como se ha definido con detalle a continuación.

Como se ha mencionado, el polipropileno ramificado (b-PP), cuando se utiliza en forma de un polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) es un polipropileno modificado. En consecuencia, el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) se puede definir aún más del modo obtenido. El polipropileno de

- resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) es, preferentemente, el resultado del tratamiento de un polipropileno sin modificar con los agentes formadores de radicales de descomposición térmica y/o con radiación ionizante. Sin embargo, en tal caso, existe un alto riesgo de que el polipropileno no modificado se degrade, lo que es perjudicial. Por tanto, es preferente que la modificación se lleve a cabo mediante el uso de monómero o monómeros insaturados
- 5 bifuncionalmente y/o polímero o polímeros de bajo peso molecular insaturados multifuncionalmente como unidad o unidades formadoras de puentes unidas químicamente. Un método adecuado para obtener el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) se divulga en, por ejemplo, los documentos EP 0 787 750, EP 0 879 830 A1 y EP 0 890 612 A2. De este modo, la cantidad de peróxido está, preferentemente, en el intervalo de 0,05 a 3,00 % en peso en base al polipropileno sin modificar.
- 10 De acuerdo con lo anterior, en una realización preferente, el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) comprende
- (a) si es un homopolímero de propileno de resistencia elevada a la fusión (H-HMS-PP), las unidades derivan de
- (i) propileno y
- (ii) monómero o monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímero o polímeros de bajo peso molecular
- 15 insaturados multifuncionalmente,
- o
- (b) si es un copolímero de propileno de resistencia elevada a la fusión (R-HMS-PP) las unidades derivan de
- (i) propileno
- (ii) etileno y/o α -olefinas de C₄ a C₁₀, por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno, preferentemente etileno, y
- 20 (iii) monómero o monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímero o polímeros de bajo peso molecular insaturados multifuncionalmente,
- "Bifuncionalmente insaturado o insaturado multifuncionalmente" tal como se ha utilizado anteriormente significa, preferentemente, la presencia de dos o más dobles enlaces no aromáticos, como en, por ejemplo, divinilbenceno o ciclopentadieno o polibutadieno. Solo se usan tales compuestos bifuncionalmente o insaturados multifuncionalmente
- 25 que pueden polimerizarse, preferentemente, con la ayuda de radicales libres. Los sitios insaturados en los compuestos bifuncionalmente o insaturados multifuncionalmente están en su estado no unido químicamente no realmente "insaturados", debido a que los dobles enlaces se utilizan cada uno para un enlace covalente a las cadenas poliméricas del polipropileno sin modificar.
- 30 La reacción del monómero o monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímero o polímeros de bajo peso molecular insaturados multifuncionalmente, que tienen, preferentemente, un peso molecular promedio en número (M_n) ≤ 10.000 g/mol, sintetizados a partir de uno y/o más monómeros insaturados con el polipropileno no modificado se puede realizar en presencia de un agente formador de radicales libres de descomposición térmica, por ejemplo un agente formador de radicales libres de descomposición, como un peróxido que se puede descomponer térmicamente y/o radiación ionizante o radiación con microondas.
- 35 Los monómeros insaturados bifuncionalmente pueden ser
- compuestos de divinilo, tales como divinilanilina, m-divinilbenceno, p-divinilbenceno, divinilpentano y divinilpropano;
 - compuestos de aliilo, tales como acrilato de aliilo, metacrilato de aliilo, maleato de aliilo de metilo y éter de alilvinilo;
 - dienos, tales como 1,3-butadieno, cloropreno, ciclohexadieno, ciclopentadieno, 2,3-dimetilbutadieno, heptadieno,
 - 40 hexadieno, isopreno y 1,4-pentadieno;
 - bis (maleimida) bis (citraconimida) aromáticas y/o alifáticas y mezclas de estos monómeros insaturados.
- Los monómeros insaturados bifuncionalmente especialmente preferentes son 1,3-butadieno, isopreno, butadieno de dimetilo y divinilbenceno.
- 45 El polímero insaturado multifuncionalmente de bajo peso molecular, que tiene preferentemente un peso molecular promedio en número (M_n) ≤ 10.000 g/mol se puede sintetizar a partir de uno o más monómeros insaturados.

Ejemplos de tales polímeros de bajo peso molecular son

- polibutadienos, especialmente en los que las diferentes microestructuras en la cadena polimérica, es decir, 1,4-cis, 1,4-trans y 1,2-(vinilo) están, predominantemente, en la configuración 1,2-(vinilo)
- copolímeros de butadieno y estireno que tienen 1,2-(vinilo) en la cadena polimérica.

- 5 Un polímero de bajo peso molecular preferente es polibutadieno, en particular un polibutadieno que tiene más de 50,0 % en peso del butadieno en la configuración 1,2-(vinilo).

- 10 El polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) puede contener más de un monómero bifuncionalmente insaturado y/o polímero de bajo peso molecular insaturado multifuncionalmente. Aún más preferente, la cantidad de monómero o monómeros insaturados bifuncionalmente y de polímero o polímeros de bajo peso molecular insaturados multifuncionalmente juntos en el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) de 0,01 a 10,0 % en peso en base a dicho polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP).

Como se indicó anteriormente, se prefiere que el monómero o monómeros insaturados bifuncionalmente y/o el polímero o polímeros de bajo peso molecular insaturados multifuncionalmente se utilicen en presencia de un agente formador de radicales libres de descomposición térmica.

- 15 Los peróxidos son agentes formadores de radicales libres de descomposición térmica preferentes. Más preferentemente, los agentes formadores de radicales libres de descomposición térmica se seleccionan del grupo que consiste en peróxido de acilo, peróxido de alquilo, hidroperóxido, peréster y peroxicarbonato.

Los siguientes peróxidos mencionados son especialmente preferentes:

- 20 peróxidos de acilo: peróxido de benzoílo, peróxido de 4-clorobenzoílo, peróxido de 3-metoxibenzoílo y/o peróxido de metilbenzoílo.

- 25 Peróxidos de alquilo: peróxido de t-butilalilo, 2,2-bis (t-butilperoxibutano), 1,1-bis(t-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, n-butil-4,4-bis-(t butilperoxi)valerato, peróxido de diisopropilaminometil-t-amilo, peróxido de dimetilaminometil-t-amilo, peróxido de dietilaminometil-t-butilo, peróxido de dimetilaminometil-t-butilo, 1,1-di-(t-amilperoxi)ciclohexano, peróxido de t-amilo, peróxido de t-butilcumilo, peróxido de t-butilo y/o peróxido de n-butil-1-hidroxibutilo.

- 30 Perésteres y peroxicarbonatos: Peracetato de butilo, peracetato de cumilo, perpropionato de cumilo, peracetato de ciclohexilo, peradipato de di-t-butilo, perazelato de di-t-butilo, perglutarato de di-t-butilo, pertalato de di-t-butilo, persebacato de di-t-butilo, perpropionato de 4-nitrocumilo, perbenzoato de 1-feniletilo, nitro-perbenzoato de feniletilo, percarboxilato de t-butilbicyclo-(2,2,1)heptano, perbutirato de t-butil-4-carbometoxi, percarboxilato de t-butilciclobutano, peroxycarboxilato de t-butilciclohexilo, percarboxilato de t-butilciclopentilo, percarboxilato de, t-butilciclopropano, percinnamato de, t-butildimetilo, perbenzoato de t-butil-2-(2,2-difenilvinilo), perbenzoato de t-butil-4-metoxi, perbenzoato de t-butilo, t-butilcarboxiciclohexano, pernaftoato de t-butilo, peroxiisopropilcarbonato de t-butilo, pertoluato de t-butilo, percarboxilato de t-butil-1-fenilciclopropilo, t-butil-2-propilperpenteno-2-oato, percarboxilato de t-butil-1-metilcicloproilo, peracetato de t-butil-4-nitrofenilo, peroxycarbamato de t-butilnitrofenilo, t-butil-N-succiimido percarboxilato, percrotonato de t-butilo, ácido de t-butilpermaleico, permetacrilato de t-butilo, peroctoato de t-butilo, peroxiisopropilcarbonato de de t-butilo, perisobutirato de t-butilo, peracrilato de t-butilo y/o perpropionato de t-butilo.

También se contemplan las mezclas de estos agentes formadores de radicales libres indicados anteriormente.

- 40 El polipropileno sin modificar para preparar dicho polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) tiene, preferentemente, un índice de fluidez MFR₂ (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 en un intervalo de 0,05 a 45,0 g/10 min, más preferentemente en un intervalo de 0,01 a 10,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 0,01 a 1,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 0,01 a 0,5 g/10 min.

Preferentemente, el polipropileno sin modificar es un homopolímero de propileno.

- 45 Después de la preparación del polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) se puede someter a etapas de modificación para modificar aún más el polímero. Tales etapas de modificación incluyen, por ejemplo, injerto, en el que uno o más comonómeros funcionales son injertados en la cadena de polipropileno; y reducción de la viscosidad, en la que el peso molecular del polipropileno se reduce mediante la combinación del polímero en estado fundido en la extrusora con un generador de radicales libres, tal como un peróxido. Dichas etapas son bien conocidas para el experto en la técnica y se pueden encontrar referencias a las mismas en la literatura.

El polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), está libre de aditivos (A) como se define con más detalle a continuación.

5 El otro componente importante de la presente invención es el polipropileno (PP'), preferentemente un polipropileno lineal (1-PP), que debe tener un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 min, preferentemente de 3 a 15 g/10 min, más preferentemente de 4 a 15 g/10 min, aún más preferentemente de 5 a 13 g/10 min.

10 Como se ha mencionado anteriormente, el término "lineal" indica que el polipropileno lineal (1-PP) muestra una estructura no ramificada o casi no ramificada. Debido a la ausencia de ramas, el polipropileno lineal (1-PP) se caracteriza, preferentemente, por una capacidad de extensión en fusión v_{30} baja y/o una resistencia a la fusión F_{30} baja. Por tanto, es preferente que el polipropileno lineal (1-PP) tenga

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1,0 cN, preferentemente de más de 2,0 cN, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 65 cN, aún más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 50 cN, como en el intervalo de 2,5 a 30 cN;

y

15 (b) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de menos de 200 mm/s, preferentemente de menos de 190 mm/s, más preferentemente en el intervalo de 100 a menos de 200 mm/s, aún más preferentemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, aún más preferentemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s.

20 En otras palabras, se prefiere que el polipropileno lineal (1-PP) tenga una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de menos de 200 mm/s, preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 2,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de menos de 190 mm/s, más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 1,0 a 65 cN y un capacidad de extensión en fusión v_{30} en el intervalo de 100 a menos de 200 mm/s, aún más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2,0 a 50 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2,5 a 30 de cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} en el intervalo de 120 a 175 mm/s.

25 De acuerdo con lo anterior, en una realización específica, el polipropileno lineal (1-PP) tiene

(a) un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de 1 a 18 g/10 min, preferentemente de 3 a 15 g/10 min, más preferentemente de 4 a 15 g/10 min, aún más preferentemente de 5 a 13 g/10 min;

30 (b) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1,0 cN, preferentemente de más de 2,0 cN, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 65 cN, aún más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 50 cN, como en el intervalo de 2,5 a 30 cN; y

(c) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de menos de 200 mm/s, preferentemente de menos de 190 mm/s, más preferentemente en el intervalo de 100 a menos de 200 mm/s, aún más preferentemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, aún más preferentemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s.

35 El polipropileno lineal (1-PP) se puede producir de una manera conocida mediante el empleo de un catalizador Ziegler Natta o de un solo sitio. El polipropileno lineal (1-PP) puede ser un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP) o un copolímero de propileno lineal (1-R-PP). En cuanto al contenido de comonomero y el tipo de comonomero se hace referencia a la información proporcionada anteriormente para el polipropileno ramificado (b-PP). Preferentemente, el polipropileno lineal (1-PP) es un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP).

40 Como se ha mencionado anteriormente, el componente principal de la composición de polipropileno es el polipropileno ramificado (b-PP), mientras que el polipropileno lineal está presente en cantidades más bajas. De acuerdo con ello, se prefiere que la composición de polipropileno comprenda

(a) de 80 a 99 partes en peso, preferentemente de 90 a 99 partes en peso, más preferentemente de 95 a 99 partes en peso, del polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente del polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP); y

45 (b) de 1 a 20 partes en peso, preferentemente de 1 a 10 partes en peso, más preferentemente de 1 a 5 partes en peso, de polipropileno (PP'), preferentemente del polipropileno lineal (1-PP).

En una realización preferente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir, la polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP) y el polipropileno (PP'), es decir, el polipropileno lineal (1-PP), son los únicos componentes de

polímero en la composición de polipropileno. En otras palabras, la composición de polipropileno puede comprender, además, al menos un aditivo (A) como se define con más detalle a continuación, pero no otros polímeros en una cantidad superior a 5 en % en peso, más preferentemente superior a 2 % en peso, aún más preferentemente superior a 1 % en peso, basado en el peso total de la composición de polipropileno. En una realización específica, la composición de polipropileno consiste en el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), el polipropileno (PP'), preferentemente el polipropileno lineal (1-PP), y al menos un aditivo (A).

Entre los aditivos ilustrativos (A) que se van a utilizar en la composición de polipropileno de la invención se incluyen, pero no se limitan a los mismos, estabilizantes tales como antioxidantes (por ejemplo, fenoles estéricamente impedidos, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, secuestrantes de radicales alquilo, aminas aromáticas, estabilizantes de aminas impedidas, o mezclas de los mismos), desactivadores de metales (por ejemplo, Irganox MD 1024), o estabilizantes de UV (por ejemplo, estabilizantes ligeros de aminas impedidas). Otros aditivos típicos son modificadores tales como agentes antiestáticos o antiempañamiento (por ejemplo, aminas y amidas etoxiladas, o ésteres de glicerol), secuestrantes de ácidos (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de soplado, agentes adhesivantes (por ejemplo, poliisobuteno), lubricantes y resinas (ceras de ionómero, ceras de copolímero de PE y etileno, ceras de Fischer-Tropsch, ceras a base de Montan, compuestos a base de flúor, o ceras de parafina), agentes nucleantes (por ejemplo, talco, benzoatos, compuestos basados en fósforo, sorbitoles, compuestos a base de nonitol, o compuestos basados en amidas), así como agentes de deslizamiento y antibloqueo (por ejemplo erucamida, oleamida, sílice natural de talco y sílice sintética, o zeolitas). Preferentemente, los aditivos (A) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes (por ejemplo, fenoles impedidos estéricamente, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, secuestrantes de radicales alquilo, aminas aromáticas, estabilizantes de aminas impedidas, o mezclas de los mismos), desactivadores de metales (por ejemplo, Irganox MD 1024), o estabilizantes UV (por ejemplo, estabilizantes de luz de aminas impedidas), agentes antiestáticos o antiempañamiento (por ejemplo, aminas y amidas etoxiladas o ésteres de glicerol), secuestrantes de ácidos (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de soplado, agentes adhesivantes (por ejemplo poliisobuteno), lubricantes y resinas (ceras de ionómero, ceras de copolímero de PE y etileno, ceras de Fischer-Tropsch, ceras a base de Montan, compuestos a base de flúor o ceras de parafina), agentes nucleantes (por ejemplo, talco, benzoatos, compuestos basados en fósforo, sorbitoles, compuestos a base de nonitol, o compuestos basados en amidas), agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo (por ejemplo erucamida, oleamida, talco de sílice natural y sílice sintética, o zeolitas) y mezclas de los mismos.

Preferentemente, la cantidad total de aditivos (A) en la composición de polipropileno no es más 5 % en peso, más preferentemente no más de 1 % en peso, como en el intervalo de 0,005 a 0,5 % en peso, basado en el total peso de la composición de polipropileno. Preferentemente se introducen los aditivos (A) en la composición de polipropileno presente en forma de una mezcla de aditivos (AM). La mezcla de aditivos (AM) comprende, preferentemente consiste en, el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP), y los aditivos (A). Normalmente, la cantidad total de aditivos en la mezcla de aditivos (MA) no es más 25 % en peso, más preferentemente no más de 20 % en peso, como en el intervalo de 5 a 20 % en peso, basado en el total peso de la mezcla de aditivos (MA).

Como se ha mencionado anteriormente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir, preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), es la parte dominante en la presente composición de polipropileno. De acuerdo con lo anterior, se prefiere que la composición de polipropileno final muestre un comportamiento reológico similar al del polipropileno ramificado (b-PP), es decir, preferentemente, el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP).

Así, la presente composición de polipropileno tiene

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN, como de más de 5,6 a 20,0 cN, más preferentemente de más de 5,7 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 18,0 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 15,0 cN, todavía aún más preferentemente de 5,8 a 13,0 cN,

y

(b) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente de más de 225 mm/s, aún más preferentemente de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente de 230 a 290 mm/s.

En una realización preferente, la presente composición de polipropileno tiene una resistencia elevada a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN a 20,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,7 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 225 mm/s, aún más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} del 5,7 cN a la 18,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente una resistencia a la fusión F_{30} del 5,7 cN a la 15,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, aún todavía más preferentemente una

resistencia a la fusión F_{30} de 5.8 a 12.0 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s.

Adicionalmente o como alternativa al índice de ramificación, la presente composición de polipropileno se puede definir además por el factor de endurecimiento por deformación (SHF). De acuerdo con lo anterior, es preferente que la presente composición de polipropileno tenga un factor de endurecimiento por deformación (SHF) de al menos 1,7, más preferentemente de al menos 1,9, aún más preferentemente en el intervalo de 1,9 a 7,0, todavía más preferentemente en el intervalo de 1,9 a 6,5 medido a una velocidad de deformación de $3,0 \text{ s}^{-1}$ y una deformación de Hencky de 2,5.

El hallazgo esencial de la presente invención es que la presente composición de polipropileno y, por lo tanto, las películas hechas a partir de dicha composición de polipropileno (especialmente tal como se define a continuación) muestran un índice de gel OCS reducido. De acuerdo con lo anterior, se prefiere que la presente composición de polipropileno tenga un índice de gel OCS de menos de 1.500, preferentemente de menos de 1.000, más preferentemente en el intervalo de 100 a 1.500, aún más preferentemente en el intervalo de 150 a 1000, todavía más preferentemente en el gama de 200 a 800.

Preferentemente, la presente composición de polipropileno tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma de ISO 1133, de al menos, 2,0 g/10 min, preferentemente en un intervalo de 2,0 a 40,0 g/10 min, más preferentemente en un intervalo de 4,0 a 30,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 5,0 a 20,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 7,0 a 13,0 g/10 min, como de 8,0 a 12,0 g/10 min.

De acuerdo con lo anterior, en una realización específica, la presente composición de polipropileno tiene

(a) un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de, al menos, 2,0 g/10 min, preferentemente en un intervalo de 2,0 a 40,0 g/10 min, más preferentemente en un intervalo de 4,0 a 30,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 5,0 a 20,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 7,0 a 13,0 g/10 min, como de 8,0 a 12,0 g/10 min;

(b) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN, como de más de 5,6 a 20,0 cN, más preferentemente de más de 5,7 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 18,0 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 15,0 cN, todavía aún más preferentemente de 5,8 a 13,0 cN; y

(c) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente de más de 225 mm/s, aún más preferentemente de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente de 230 a 290 mm/s.

Teniendo en cuenta la información proporcionada anteriormente, la presente invención, por ejemplo, cubre una composición de polipropileno que comprende

(a) de 80 a 99 partes en peso, preferentemente de 90 a 99 partes en peso, más preferentemente de 95 a 99 partes en peso, del polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente del polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP);

(b) de 1 a 20 partes en peso, preferentemente de 1 a 10 partes en peso, más preferentemente de 1 a 5 partes en peso, de polipropileno (PP'), preferentemente del polipropileno lineal (1-PP), que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 min, preferentemente de 3 a 15 g/10 min, más preferentemente de 4 a 15 g/10 min, aún más preferentemente de 5 a 13 g/10 min; y

(c) opcionalmente de 0,005 a 5, preferentemente de 0,005 a 2, más preferentemente de 0,05 a 1, como de 0,05 a 0,5, partes en peso de aditivos (A), en el que los aditivos (A) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores de metales, estabilizantes de UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, secuestrantes de ácidos, agentes de soplado, agentes adhesivantes, lubricantes, agentes nucleantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos;

en el que la composición de polipropileno tiene

- un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de, al menos, 2,0 g/10 min, preferentemente en un intervalo de 2,0 a 40,0 g/10 min, más preferentemente en un intervalo de 4,0 a 30,0 g/10 min, aún más preferentemente en un intervalo de 5,0 a 20,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 7,0 a 13,0 g/10 min, como de 8,0 a 12,0 g/10 min; y

- un índice de gel OCS de menos de 1.500, preferentemente de menos de 1.000, más preferentemente en el intervalo de 100 a 1.500, aún más preferentemente en el intervalo de 150 a 1000, todavía más preferentemente en la gama de 200 a 800;

y en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen

- una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN, como de más de 5,6 a 20,0 cN, más preferentemente de más de 5,7 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 18,0 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 15,0 cN, todavía aún más preferentemente de 5,8 a 13,0 cN, y

5 - una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente de más de 225 mm/s, aún más preferentemente de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente de 230 a 290 mm/s.

10 Como se ha mencionado anteriormente, la presente invención también presenta una película que comprende la presente composición de polipropileno descrita en el presente documento. Preferentemente, la película es una película colada o una película soplada. La película también puede ser una película soplada orientada biaxialmente. Las diferencias entre dichas películas son conocidas por el experto en la materia. Se hace referencia a este respecto en el "Polypropylene Handbook", 2ª edición, Nello Pasquini (Ed.), Hanser. Preferentemente, la película comprende al menos 70 % en peso, más preferentemente al menos 80 % en peso, más preferentemente al menos 90 % en peso, aún más preferentemente al menos 95 % en peso de la presente invención. En una realización preferente, la película consiste en la presente composición de polipropileno.

Preferentemente, la presente película tiene un índice de gel OCS de menos de 1.500, preferentemente de menos de 1.000, más preferentemente en el intervalo de 100 a 1.500, aún más preferentemente en el intervalo de 150 a 1000, todavía más preferentemente en la gama de 200 a 800.

20 El presente proceso para la fabricación de la composición de polipropileno comprende la prestación del polipropileno ramificado (b-PP) (etapa (a)), seguido de la adición del polipropileno (PP'), preferentemente del polipropileno lineal (1-PP), opcionalmente junto con el al menos un aditivo (A) al polipropileno ramificado (b-PP) (etapa (b)). Preferentemente, el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP) y el al menos un aditivo se añaden al polipropileno ramificado (b-PP) en forma de la mezcla de aditivos (AM).

25 Preferentemente, la etapa (b) se inicia el paso cuando al menos 70 %, preferentemente al menos 80 %, aún más preferentemente al menos 90 %, como al menos de 95 o 99 %, de la reacción entre el polipropileno (PP) y el agente formador de radicales libres de descomposición térmica y, opcionalmente, el monómero bifuncionalmente insaturado ha tenido lugar para obtener el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP).

30 En una realización preferente, una extrusora, tal como una extrusora de doble tornillo, se utiliza para añadir el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP), al polipropileno ramificado (b-PP).

35 El uso de una extrusora es particularmente ventajoso, ya que se puede utilizar de forma simultánea para la preparación del propileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP). En una realización preferente, se añade polipropileno (no modificado) a una extrusora junto con, como se ha descrito con detalle anteriormente, un agente formador de radicales libres de descomposición térmica, preferentemente un peróxido, y, opcionalmente, un monómero bifuncionalmente insaturado, preferentemente seleccionado de compuestos de divinilo, compuestos de alilo o dienos, para proporcionar el polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), en una etapa (a). También es posible utilizar una combinación de una extrusora aguas debajo de un dispositivo de premezclado, en el que el monómero bifuncionalmente insaturado y el agente formador de radicales libres de descomposición térmica se añade al polipropileno en el dispositivo de premezcla. Posteriormente, en una etapa (b), el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP), o la mezcla de aditivos (AM) basado en dicho polipropileno (PP'), preferentemente en dicho polipropileno lineal (1-PP), que comprende el al menos un aditivo (a) se añade preferentemente en el extremo aguas abajo del tornillo de la extrusora con el fin de no interferir con la reacción de modificación para proporcionar polipropileno ramificado (b-PP), preferentemente el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (HMS-PP), como se ha descrito anteriormente. A este respecto, se entiende que la expresión "extremo aguas abajo del tornillo de la extrusora" indica dentro del último 60 % de la longitud del tornillo de la extrusora, preferentemente en el último 60 % de la longitud del tornillo de la extrusora, más preferentemente al menos 70 % de la longitud del tornillo de la extrusora, como al menos 75 % del tornillo de la extrusora.

50 De acuerdo con lo anterior, la extrusora (E) usada para el presente procedimiento comprende, preferentemente, en la dirección de funcionamiento de una boca de alimentación (FT), una primera zona de mezcla (MZ1), una segunda zona de mezcla (MZ2) y una matriz (D), en el que entre la primera zona de mezcla (MZ1) y la segunda zona de mezcla (MZ2) se ubica una boca de alimentación lateral (SFT). Preferentemente, el extrusor es una extrusora de tornillo, como una extrusora de doble tornillo. En consecuencia, el polipropileno no modificado, el agente formador de radicales libres de descomposición térmica, preferentemente un peróxido, y opcionalmente el monómero bifuncionalmente insaturado y/o el monómero de polímero de bajo peso molecular insaturado multifuncionalmente,

preferentemente seleccionado a partir de compuestos de divinilo, compuestos alílicos o dienos, pero no el polipropileno (P'), es decir, no el polipropileno lineal (1-PP), y no los aditivos (a), se alimentan a través de la boca de alimentación (FT), con lo que preferentemente usando un alimentador, en la extrusora se pasan después aguas abajo a través de la primera zona de mezcla (MZ1). Preferentemente, la tensión por cizalladura en dicha primera zona de mezcla (MZ1) es de tal magnitud que el polipropileno no modificado se funde y se inicia la reacción química con el agente formador de radicales y con el monómero bifuncionalmente insaturado y/o el polímero de peso molecular bajo insaturado multifuncionalmente opcionales. Después de la primera zona de mezcla (MZ1), es decir, entre la primera zona de mezcla (MZ1) y la segunda zona de mezcla (MZ2), se añade el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP), o la mezcla de aditivos (AM), es decir, se alimenta en la extrusora-
 5 Preferentemente se añade el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP), o la mezcla de aditivos (AM) a través del lado de alimentación lateral (SFT), con lo que preferentemente se usa un alimentador lateral. Posteriormente, todos los componentes de la composición de polipropileno, como el polipropileno (PP'), de preferencia el polipropileno lineal (1-PP) o la mezcla de aditivos (AM) se pasan aguas abajo a través de la segunda zona de mezcla (MZ2). Por último, la composición de polipropileno se descarga a través de la matriz (D).
 10

15 Preferentemente, la primera zona de mezcla (MZ1) es más larga que la segunda zona de mezcla (MZ2). Preferentemente, la relación de longitud entre la primera zona de mezcla (MZ1) a la zona de segunda mezcla (MZ2) [mm (MZ1)/mm (MZ2)] es al menos 2/1, más preferentemente 3/1, aún más preferentemente en el intervalo de 2/1 a 15/1, aún más preferentemente de 3/1 a 10/1.

20 La preparación de las películas se lleva a cabo de un modo conocido en la técnica. Por ejemplo, la película puede producirse mediante tecnología de colado o soplado de película. En la tecnología de colada de película, la composición de polipropileno fundido se extruye a través de un troquel de extrusión por ranura sobre un rodillo de enfriamiento para enfriar el polímero hasta una película sólida. Típicamente, la composición de polipropileno se comprime en primer lugar y se licua en un extrusor, siendo posible añadir o introducir fácilmente cualquier aditivo al polímero en esta etapa a través de una mezcla madre. A continuación, se fuerza la mezcla a través de un troquel de película plana (troquel de ranura) y la película extruida se retira en uno o más rodillos de devanado, durante lo cual se enfría y solidifica. Se ha mostrado que es especialmente favorable mantener el rodillo o rodillos de devanado, por medio de los cuales la película extruida se enfría y solidifica, a una temperatura de 10 a 50 °C, preferentemente de 10 a 40 °C, más preferentemente de 12 a 35 °C. El producto obtenido es una película no estirada que puede, si se desea, estirarse biaxialmente.
 25

30 En el proceso de película soplada, la composición de polipropileno se extruye a través de un troquel anular y se sopla en una película tubular mediante la formación de una burbuja que se aplasta entre rodillos de presión después de la solidificación. La extrusión por soplado puede llevarse a cabo, preferentemente, a una temperatura en el intervalo de 160 a 240 °C, y se enfría con agua o, preferentemente, por soplado de gas (generalmente aire) a una temperatura de 10 a 50 °C para proporcionar una altura de línea helada de 0,5 a 8 veces el diámetro del troquel. La relación de soplado debería estar, generalmente, en el intervalo de 1,5 a 4, tal como de 2 a 4, preferentemente de 2,5 a 3,5.
 35

Por último, la presente invención también se refiere al uso de la mezcla de aditivos (AM) que contiene un polipropileno (PP'), preferentemente un polipropileno lineal (1-PP) y al menos un aditivo (A) en una composición de polipropileno que comprende dicha mezcla de aditivos (AM) y un polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el índice de gel de dicha composición de polipropileno o de películas hechas a partir de dicha composición de polipropileno, en el que
 40

(a) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) (como el polipropileno de resistencia elevada a la fusión (PP)) tiene/tienen

45 (a1) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,6 cN, como de más de 5,6 a 20,0 cN, más preferentemente de más de 5,7 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 18,0 cN, aún más preferentemente de 5,7 a 15,0 cN, todavía aún más preferentemente de 5,8 a 13,0 cN,

y

50 (a2) una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferentemente de más de 225 mm/s, aún más preferentemente de 225 a 300 mm/s, aún más preferentemente de 230 a 290 mm/s;

(b) el polipropileno (PP'), preferentemente el polipropileno lineal (1-PP) tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de 1 a 18 g/10 min, preferentemente de 3 a 15 g/10 min, más preferentemente de 4 a 15 g/10 min, aún más preferentemente de 5 a 13 g/10 min; y

(c) el al menos un aditivo (A) se selecciona del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos,

estabilizantes UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, secuestrantes de ácidos, agentes de soplado, agentes adhesivantes, lubricantes, agentes nucleantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

- 5 Preferentemente, la reducción del índice de gel se consigue en caso de que la composición de polipropileno de la película hecha de la composición de polipropileno tenga un índice de gel OCS de menos de 1.500, preferentemente de menos de 1.000, más preferentemente en el intervalo de 100 a 1.500, aún más preferentemente en el intervalo de 150 a 1000, todavía más preferentemente en el gama de 200 a 800.

Con respecto a los componentes individuales y a la composición de polipropileno final, se hace referencia a la información proporcionada anteriormente.

- 10 A continuación, la presente invención se describe con más detalle por medio de ejemplos.

Ejemplos

A. Métodos de medición

Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican a la descripción general anterior de la invención, así como a los ejemplos a continuación a menos que se defina lo contrario.

- 15 Contenido de comonomeros en polipropileno

El contenido de comonomero se determina mediante espectroscopia de infrarrojos por transformada cuantitativa de Fourier (FTIR) después de la asignación básica calibrada a través de resonancia magnética nuclear (RMN) de ¹³C cuantitativa de una manera bien conocida en la materia. Las películas finas se prensan a un espesor de 250 μm y los espectros se registran en modo de transmisión.

- 20 En concreto, el contenido de etileno de un copolímero de polipropileno-co-etileno se determina usando el área del pico corregido basal de las bandas cuantitativas que se encuentran en 720 - 722 y 730 - 733 cm⁻¹. Los copolímeros de propileno-1-buteno se evaluaron a 767 cm⁻¹. Los resultados cuantitativos se obtienen sobre la base de la referencia al espesor de la película.

- 25 Temperatura de fusión (T_m) y calor de fusión (H_f), temperatura de cristalización (T_c) y calor de cristalización (H_c): medido con calorimetría diferencial de barrido Mettler TA820 (DSC) en muestras de 5 a 10 mg. La DSC se ejecuta de acuerdo con la norma ISO 3146/parte 3/método C2 en un ciclo de calor/frío/calor con una velocidad de barrido de 10 °C/min en el intervalo de temperaturas de +23 a + 210 °C. La temperatura de cristalización y el calor de cristalización (H_c) se determinan a partir de la etapa de enfriamiento, mientras que la temperatura de fusión y calor de fusión (H_f) se determina a partir de la segunda etapa de calentamiento.

- 30 El MFR₂ (230 °C) se mide de acuerdo con la norma ISO 1133 (230 °C, carga de 2,16 kg).

Factor de endurecimiento por deformación (SHF)

El factor de endurecimiento por deformación se define como

$$SHF = \frac{\eta_E^+(t, \dot{\epsilon})}{\eta_{LVE}^+(t)} = \frac{\eta_E^+(t, \dot{\epsilon})}{3\eta^+(t)}$$

- 35 En la que $\eta_E^+(t, \dot{\epsilon})$ es la viscosidad de extensión uniaxial; y $\eta_{LVE}^+(t)$ es tres veces la viscosidad de cizalladura dependiente del tiempo $\eta^+(t)$ en el intervalo de deformación lineal.

- 40 La determinación de la cubierta viscoelástica lineal en extensión $\eta_{LVE}^+(t)$, usando IRIS Rheo Hub 2008, requirió el cálculo del espectro del tiempo de relajación discreto desde los datos de almacenamiento y el módulo de pérdida (G', G''(ω)). Los datos viscoelásticos lineales (G', G''(ω)) se obtienen mediante las mediciones de barrido de frecuencia realizadas a 180 °C para el polipropileno o a 140 °C para polietileno, en un Anton Paar MCR 300 acoplado con placas paralelas de 25 mm. Los principios de cálculo subyacentes utilizados para la determinación del espectro de relajación discreta se describen en Baumgärtel M, Winter HH, "Determination of the discrete relaxation and retardation time spectra from dynamic mechanical data", Rheol. Acta 28:511519(11989).

IRIS RheoHub 2008 expresa el espectro del tiempo de relajación como una suma de los modos N Maxwell

$$\overset{\circ}{G}(t) = G_e \sum_1^N g_i \cdot e^{-\frac{t}{\lambda_i}}$$

en el que g_i y λ_i son parámetros materiales y G_e es el módulo de equilibrio.

La elección para el número máximo de modos, N usada para la determinación del espectro de relajación discreta, se realiza mediante el uso de la opción "óptima" de IRIS RheoHub de 2008. El módulo de equilibrio G_e se fijó en cero.

- 5 El ajuste no lineal usado para obtener $\eta_{\text{uvk}}^+(t)$ se realiza en IRIS Rheo Hub 2008, usando el modelo de Doi-Edwards.

- 10 La viscosidad de extensión uniaxial, $\eta_E^+(t, \dot{\epsilon})$ se obtiene de las mediciones de flujo de extensión uniaxial, se realizó en un Anton Paar MCR 501 acoplado con la fijación de extensión Sentmanat (SER-1). La temperatura para las mediciones de flujo de extensión uniaxial se fijó en 180 °C, aplicando tasas de extensión (deformación) $\partial\epsilon/\partial t$ que varían de 0,3 s⁻¹ a 10 s⁻¹ y cubren un intervalo de deformación de Hencky

$$\epsilon = \ln [(1 - l_0) / l_0],$$

- 15 siendo l_0 el original y 1 la longitud de fijación de la muestra real, de 0,3 a 3,0. Se tuvo especial cuidado para la preparación de las muestras para el flujo de extensión. Las muestras se prepararon mediante moldeo por compresión a 230 °C seguido de un enfriamiento lento a temperatura ambiente (no se usó enfriamiento con agua o aire forzados). Este procedimiento permitió la obtención muestras bien conformadas libres de tensiones residuales. La muestra se dejó durante algunos minutos a la temperatura de ensayo para garantizar la estabilidad térmica (temperatura fijada $\pm 0,1$ °C), antes de llevar a cabo las mediciones de flujo de extensión uniaxial.

Resistencia a la fusión F_{30} y capacidad de extensión en fusión v_{30}

- 20 La prueba que se describe en el presente documento sigue la norma ISO 16790: 2005.

- 25 El comportamiento de endurecimiento por deformación se determina mediante el método como se describe en el artículo "Rheotens–Mastercurves and Drawability of Polymer Melts", M. H. Wagner, Polymer Engineering and Science, Vol. 36, páginas 925 a 935. El contenido del documento se incluye por referencia. El comportamiento de endurecimiento por deformación de los polímeros se analiza con el aparato de Rheotens (producto de Göttfert, Siemensstr.2, 74711 Buchen, Alemania) en el que una hebra de masa fundida se alarga estirando con una aceleración definida.

- 30 El experimento de Rheotens simula los procesos de hilado y extrusión industriales. En principio se prensa o extruye una masa fundida a través de una matriz redonda y la cadena resultante se arrastró. La tensión en el material extruido se registra, en función de las propiedades de fusión y los parámetros de medición (especialmente la relación entre la velocidad de producción y de detención, prácticamente una medida de la velocidad de extensión). Para los resultados presentados a continuación, los materiales se extruyeron con un sistema de extrusora de laboratorio HAAKE PolyLab y una bomba de engranajes con troquel cilíndrico (L/D = 6,0/2,0 mm). La bomba de engranajes se preajustó a una velocidad de extrusión hebra de 5 mm/s, y la temperatura de fusión se fijó a 200 °C. La longitud de la línea de hilatura entre el troquel y las ruedas de Rheotens fue de 80 mm. Al principio del experimento, la velocidad de recogida de las ruedas de Rheotens se ajustó a la velocidad de la hebra de polímero extruido (fuerza de tracción cero): Después, el experimento se inició aumentando lentamente la velocidad de recogida de las ruedas Rheotens hasta que el filamento polimérico se rompe. La aceleración de las ruedas era lo suficientemente pequeña como para que la fuerza de tracción se midió en condiciones cuasi-estacionarias. La aceleración de la hebra de masa fundida estirada es de 120 mm/s². El Rheotens se hizo funcionar en combinación con el programa para PC EXTENS. Este es un programa de adquisición de datos en tiempo real, que muestra y almacena los datos medidos de la fuerza de tracción y la velocidad de arrastre. Los puntos finales de la curva de Rheotens (fuerza en función de la velocidad de rotación de la polea) se toma como los valores resistencia a la fusión F_{30} y capacidad de estirado.

Índice de gel OCS

- 45 1. Aparato

El aparato consiste en una extrusora de laboratorio ME 25/5200 V1 con tres zonas de calentamiento, un adaptador y un troquel de 150 mm de ancho. La unidad de seguimiento abarca una CR chillroll - 8, diámetro 140 mm, incluyendo

ES 2 599 456 T3

un dispositivo de calentamiento y enfriamiento Haake C40P (15 a 90 °C), una cámara de línea de exploración FS-5/4096 Pixel (digital dinámica conversión de imágenes en escala de grises) y una unidad de enrollado con control de tensión automático de hasta 10 N.

2. Parámetros específicos del material para la fabricación de películas

- 5 El ajuste de temperatura de las zonas de calentamiento en el cilindro y el troquel se clasifica para el polipropileno de acuerdo con los intervalos de MFR en tres grupos:

<u>Grupo 1:</u>	Intervalo de MFR 0,3–2,0 g/10 min (230 °C/2,16 kg), temperaturas 220/260/270/280/290 °C
<u>Grupo 2:</u>	Intervalo de MFR 2,0-10 g/10 min (230 °C/2,16 kg), temperaturas 220/230/240/250/260 °C
<u>Grupo 3:</u>	Intervalo de MFR 10-33 g/10 min (230 °C/2,16 kg), temperaturas 200/220/230/240/240 °C

Parámetros preestablecidos:

Velocidad de rotación (tornillo)	30 rpm
Velocidad de arrastre	3 m/min;

- 10 El espesor de la película es de 50 µm.

3. Medición

Después de cumplimiento de los siguientes parámetros: En caso de materiales similares, un periodo de preinclusión de aproximadamente 60 minutos, en caso de materiales muy divergentes, aproximadamente 120 min.

- 15 **Objetivo:** Ajuste de una película homogénea a la presión de fusión constante y temperatura de fusión. El área de medición estándar a 5 m². medición en sí se termina automáticamente cuando se logra la zona. El informe se imprimirá de forma simultánea.

4. Análisis

El número de defectos encontrados, en referencia a 1/m², se divide por clase según el tamaño y se multiplica por el factor de masa, sumando al índice de gel.

Clase de tamaño 1	100–300 µm	Factor de masa x 0,1
Clase de tamaño 2	301-600 µm	Factor de masa x 1,0
Clase de tamaño 3	601-1000 µm	Factor de masa x 5,0
Clase de tamaño 4	> 1000 µm	Factor de masa x 10

20

Ejemplo:

17 defectos	Clase de tamaño 1	x 0,1 = 1,7
5 defectos	Clase de tamaño 2	x 1,0 = 5,0
2 defectos	Clase de tamaño 3	x 5,0 = 10,0
0 defectos	Clase de tamaño 4	x 10,0 = 0

Índice de gel= 16,7

B. Ejemplos

Polipropileno lineal (1-PP)

- 25 1-PP1 es un homopolímero de propileno lineal que tiene una MFR₂ (230 °C) de 0,37 g/10 min, una temperatura de fusión T_m de 164 °C, una resistencia a la fusión F₃₀ de 68 cN y una capacidad de extensión en fusión v₃₀ de 146 mm/s.

1-PP2 es un homopolímero de propileno lineal que tiene una MFR₂ (230 °C) de 3,48 g/10 min, una temperatura de fusión T_m de 160 °C, una resistencia a la fusión F₃₀ de 6,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v₃₀ de 160 mm/s.

5 1-PP3 es un homopolímero de propileno lineal que tiene una MFR₂ (230 °C) de 9,18 g/10 min, una temperatura de fusión T_m de 162 °C, una resistencia a la fusión F₃₀ de 3,0 cN y una capacidad de extensión en fusión v₃₀ de 160 mm/s.

Mezclas de aditivos

10 Los polipropilenos lineales 1-PP1, PP2 y 1-PP3 se utilizaron para proporcionar mezclas de aditivos que contienen otros aditivos como una mezcla madre para la incorporación en un polímero de base de polipropileno ramificado. Las mezclas de aditivos contienen cada una 87,50 % en peso del respectivo polipropileno lineal, 10,00 % en peso.- Irganox B 225 FF (antioxidante), y 2,50 % en peso de hidrotalcita. Un resumen de las propiedades de las mezclas de aditivos resultantes 1 al 3 se da en la tabla 1 siguiente:

Tabla 1: Propiedades de las mezclas de aditivos

	MFR ₂ [g/10min]	Polipropileno lineal
Mezcla de aditivos 1	0,37	1-PP1
Mezcla de aditivos 2	3,48	1-PP2
Mezcla de aditivos 3	9,18	1-PP3

15 **Ejemplos de la invención IE1 a IE 4 y ejemplos comparativos CE1 y CE2**

1-PP1 fue sometido a una extrusión reactiva en presencia de butadieno y de peróxido como se describe a continuación. Tanto el butadieno como el peróxido (las cantidades se indican en la tabla 3) se mezclaron previamente con el polvo de 1-PP1 antes de la etapa de mezcla en estado fundido en un mezclador horizontal con un agitador de paletas a una temperatura de 65 °C, manteniendo un tiempo de residencia promedio de 15 a 20 minutos. La premezcla se transfirió en atmósfera inerte a una extrusora de doble tornillo de corotación del tipo Theyson TSK60 que tiene un diámetro de cilindro de 60 mm y una relación L/D de 48, equipado con un tornillo de mezclado de intensidad alta que tiene 3 zonas de amasado y una configuración de desgasificación de dos etapas. El perfil de la temperatura de fusión se da en la tabla 2. La velocidad del tornillo y el rendimiento se indican en la tabla 3. En los primeros 3/4 de la longitud de la extrusora se produce el polipropileno ramificado (b-PP). Posteriormente, a través de un alimentador lateral, es decir, en el último cuarto de la longitud de la extrusora, una mezcla de aditivos tal como se define en la tabla 1 se introduce en la extrusora para el polipropileno ramificado producido (b-PP). La composición de polipropileno extruido se descargó y se granuló. A partir de gránulos se han producido películas como se ha descrito anteriormente (índice de gel OCS). Las propiedades finales se indican en la tabla 4:

Tabla 2: Perfil de la temperatura fijada en la extrusora

Zona		1 a 6	7	8 y 9	10 y 11	12	13	14
Temperatura	[°C]	240	230	220	230	240	230	220

30

Tabla 3: Condiciones del proceso

		IE 1	IE 2	IE 3	IE 4	CE 1	CE 2
Peróxido*	[% en peso]	0,3	0,3	0,475	0,475	0,3	0,475
butadieno*	[% en peso]	0,33	0,44	0,46	0,55	0,44	0,33
Velocidad del tornillo	[rpm]	450	450	450	450	450	450
Rendimiento]	[kg/h]	225	225	225	225	225	225
Mezcla de aditivos	[Tipo]	2	3	2	3	1	1
Mezcla de aditivos*	[% en peso]	2	2	2	2	2	2

* basados en la cantidad total de polipropileno

Tabla 4: Propiedades de la composición de polipropileno:

	MFR ₂	F ₃₀	v ₃₀	Índice de gel OCS
	[g/10min]	[cN]	[mm/s]	[-]
IE1	7,6	6,0	239	663
IE2	7,3	6,7	237	332
IE3	11,4	5,7	252	1777
IE4	9,5	7,0	250	408
CE1	4,9	9,7	237	1396
CE2	10,4	5,1	246	100674

5 Se puede preparar una composición de polipropileno adecuada que tenga una resistencia elevada a la fusión alta mediante la incorporación de una mezcla de aditivos como mezcla madre en polipropileno ramificado. Cuando se utiliza una mezcla madre (mezcla de aditivos) que tiene un índice de fluidez más alto, la composición de polipropileno resultante tiene un índice de gel OCS bajo y, por lo tanto, un aspecto óptico favorable. En experimentos adicionales se ha demostrado que las mezclas de aditivos no afectan a los valores de MFR₂, F₃₀ y v₃₀, aunque sí mucho al índice de gel OCS de forma negativa. Todos los ejemplos en los que el polipropileno ramificado no se ha mezclado con las mezclas de aditivos 1 a 3 mostraron los mismos valores de MFR₂, F₃₀ y v₃₀.

10

REIVINDICACIONES

1. Proceso para proporcionar una composición de polipropileno que tiene una resistencia a la fusión elevada, el proceso comprende las etapas de:
- 5 (a) proporcionar de 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP) que tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005;
- (b) añadir al polipropileno ramificado (b-PP) de 1 a 5 partes en peso de un polipropileno lineal (1-PP) que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de 1 a 18 g/10 min.
- 10 2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el polipropileno ramificado (b-PP) se proporciona mediante la reacción de un polipropileno (PP) con un agente formador de radicales libres de descomposición térmica, preferentemente con un peróxido y, opcionalmente, con un monómero bifuncionalmente insaturado, preferentemente seleccionado de compuestos de divinilo, compuestos de alilo o dienos, obteniendo de este modo el polipropileno ramificado (b-PP).
- 15 3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en el que ha tenido lugar la etapa (b) se inicia cuando al menos el 80 % de la reacción entre el polipropileno (PP) y el agente formador de radicales libres de descomposición térmica y, opcionalmente, el monómero bifuncionalmente insaturado.
- 20 4. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa (a) y (b) se llevan a cabo en una extrusora, dicha extrusora comprende en la dirección de funcionamiento una primera zona de mezcla (MZ1) y una segunda zona de mezcla (MZ2), en el que, además, la etapa (a) tiene lugar en la primera zona de mezcla (MZ1), mientras que la etapa (b) tiene lugar en la segunda zona de mezcla (MZ2).
- 25 5. El proceso de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la extrusora comprende en la dirección de funcionamiento una boca de alimentación (FT), la primera zona de mezcla (MZ1), la segunda zona de mezcla (MZ2) y un troquel (D), en el que entre la primera zona de mezcla (MZ1) y la segunda zona de mezcla (MZ2) se localiza una boca de alimentación lateral (SFT), en el que además el polipropileno (PP), el agente formador de radicales libres de descomposición térmica y, opcionalmente, el monómero bifuncionalmente insaturado son alimentados a través de la boca de alimentación (FT) y el polipropileno lineal (1-PP) se alimenta a través de la boca de alimentación lateral (SFT).
- 30 6. El proceso de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que
- (a) la reacción entre el polipropileno (PP) y el agente formador de radicales libres de descomposición térmica y, opcionalmente, el monómero bifuncionalmente insaturado se lleva a cabo en la primera zona de mezcla (MZ1).
- y/o
- (b) no más del 10 % en peso de la cantidad total del polipropileno ramificado (b-PP) de la composición de polipropileno se produce en la segunda zona de mezcla (MZ2).
- 35 7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que de 1 a 3 partes en peso del polipropileno lineal (1-PP) se añaden a de 97 a 99 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), más preferentemente en el que 2 partes en peso del polipropileno lineal (1-PP) se añaden a 98 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP).
8. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que
- 40 (a) el polipropileno lineal (1-PP) comprende al menos un aditivo (A) se selecciona del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizantes UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, secuestrantes de ácidos, agentes de soplado, agentes adhesivantes, lubricantes, agentes nucleantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.
- y/o
- (b) el polipropileno ramificado (b-PP) está libre de aditivos (A).
- 45 9. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la composición de polipropileno resultante tiene

ES 2 599 456 T3

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005;

y/o

5 (b) un índice de gel de menos de 1.500.

10. Composición de polipropileno que comprende

(a) de 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

(b) de 1 a 5 partes en peso de un polipropileno lineal (1-PP) que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 minutos, preferentemente de 3 a 15 g/10 minutos;

10 en el que la composición de polipropileno tiene

- un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133, de 8 a 13 g/10 min, y

- un índice de gel de menos de 1.500;

y en el que, adicionalmente, la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen

- una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN, preferentemente de 5,8 a 13,0 cN, y

15 - una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, preferentemente de 230 a 290 mm/s,

en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005.

11. Composición de polipropileno que comprende

(a) de 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

20 (b) de 1 a 5 partes en peso de un polipropileno lineal (1-PP) que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 minutos, preferentemente de 3 a 15 g/10 minutos;

en el que la composición de polipropileno tiene

- un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 4 a menos de 8 g/10 min, y

- un índice de gel de menos de 1.300;

25 y en el que, adicionalmente, la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen

- una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN, preferentemente de 6,0 a 13,0 cN, y

- una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferentemente de 230 a 290 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005.

30 12. La composición de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en la que la composición de polipropileno comprende al menos un aditivo (A) seleccionado del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizantes UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, secuestrantes de ácidos, agentes de soplado, agentes adhesivantes, lubricantes, agentes nucleantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

35 13. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 9 o la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la composición de propileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen un factor de endurecimiento por deformación de los factores (SHF) de al menos 1,9, preferentemente en el intervalo de 1,9 a 7,0, más preferentemente en el intervalo de 1,9 a 6,5, medido a una velocidad de deformación de $3,0 \text{ s}^{-1}$ y una deformación de Hencky de 2,5.

ES 2 599 456 T3

14. Proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 o la composición de propileno de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que el polipropileno lineal (1-PP) tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) de 3 a 15 g/10 min, preferentemente de 4 a 15 g/10 min, más preferentemente 5 a 13 g/10 min.
- 5 15. Película que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10 a 12.
16. Uso de una mezcla de aditivos (AM) que contiene un polipropileno lineal (1-PP) y al menos un aditivo (A) en una composición de polipropileno que comprende dicha mezcla de aditivos (AM) y un polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el índice de gel de dicha composición de polipropileno o de películas hechas a partir de dicha composición de polipropileno, en el que
- 10 (a) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 5,5 cN y una capacidad de extensión en fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la capacidad de extensión en fusión v_{30} se miden según la norma ISO 16790: 2005;
- (b) el polipropileno lineal (1-PP) tiene un índice de fluidez MFR_2 (230 °C) medido de acuerdo con la norma ISO 1133 de 1 a 18 g/10 min,
- 15 (c) el al menos un aditivo (A) se selecciona del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizantes UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, secuestrantes de ácidos, agentes de soplado, agentes adhesivantes, lubricantes, agentes nucleantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos, y
- 20 (d) la composición de polipropileno comprende de 95 a 99 partes del polipropileno ramificado (b-PP) y de 1 a 5 partes del polipropileno lineal (1-PP).
17. Uso de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la reducción del índice de gel se lleva a cabo en caso de que la composición de polipropileno o la película hecha de la composición de polipropileno tengan un índice de gel de menos de 1.500.
18. Uso de acuerdo con la reivindicación 16 o 17, en el que
- 25 (a) la composición de polipropileno,
- y/o
- (b) polipropileno ramificado (b-PP)
- y/o
- (c) el polipropileno lineal (1-PP)
- 30 se definen adicionalmente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 15.