

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 218**

51 Int. Cl.:

C08L 23/14 (2006.01)

C08L 23/10 (2006.01)

B29C 49/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09740146 .7**

96 Fecha de presentación: **26.10.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2350187**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.08.2011**

54

Título: **Botellas moldeadas por extrusión-soplado con rigidez y transparencia elevadas**

30

Prioridad:

27.10.2008 EP 08167583

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

05.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

05.12.2012

73

Titular/es:

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

72

Inventor/es:

**BERNREITNER, KLAUS;
KYL MÄLÄ, MARI;
KIRCHBERGER, MANFRED y
PRAMER, HANSJÖRG**

74

Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 392 218 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

Botellas moldeadas por extrusión-soplado con rigidez y transparencia elevadas

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una nueva composición de polipropileno, a su uso y a su fabricación así como a artículos nuevos que comprenden dicha composición de polipropileno.

10 **[0002]** Es bien sabido en el campo de los polímeros que aplicaciones diferentes requieren polímeros personalizados de manera específica para lograr las exigentes propiedades individuales. Por ejemplo, un polímero usado para moldeo por inyección debe tener necesariamente otras propiedades como polímero usado para moldeo por soplado.

15 **[0003]** El proceso de moldeo por extrusión-soplado, por ejemplo, es un proceso muy especial que permite, de una manera flexible y económica, la preparación de diferentes tipos de botellas con respecto al tamaño y la forma. El inconveniente principal en este proceso es que la etapa de solidificación es muy especial en comparación con el moldeo por inyección normal.

20 **[0004]** En el proceso de moldeo por extrusión-soplado, una masa fundida de polímero se extruye en primer lugar a través de una matriz tubular al aire, formando un tubo polimérico, y posteriormente dicho tubo polimérico (denominado típicamente "parisón" en este campo técnico) se sopla hasta que el exterior del tubo alcanza los límites del molde. La cubrición de la pared del molde totalmente con el tubo polimérico soplado resulta bastante difícil en comparación con el moldeo por inyección puesto que el aire entre el tubo polimérico y el molde se debe eliminar totalmente, lo cual es una etapa de proceso exigente. Además, el interior del tubo polimérico no está en contacto con el molde y, por lo tanto, solo hay una pequeña posibilidad de influir en la estructura de superficie interna del tubo. Como consecuencia de ello, los artículos moldeados por extrusión-soplado, como las botellas, normalmente
25 presentan una transparencia menor en comparación con cualesquiera artículos moldeados por inyección. Por ejemplo, la característica superficial en el interior y/o el exterior de las botellas sopladas con extrusión es típicamente no uniforme (líneas de flujo, fractura del fundido) lo cual conduce a una transparencia global menor en comparación con botellas moldeadas por inyección o artículos moldeados por inyección y estirado-soplado (ISBM). Se puede lograr una cierta mejora de la transparencia mediante viscorreducción (*visbreaking*) del material polimérico, aunque
30 este concepto presenta alguna limitación importante y únicamente se puede aplicar para botellas relativamente pequeñas debido a que es esencial un cierto nivel de resistencia en fusión para un procesado correcto. Por consiguiente, las botellas más grandes (volumen de 11 ó mayor) no se pueden producir con polipropileno viscorreducido en un proceso de moldeo por extrusión-soplado.

35 **[0005]** Además de la transparencia, la rigidez también es muy importante para las prestaciones de una botella. Una rigidez mayor permitiría reducir el grosor de la pared de una botella y también es importante para el proceso de llenado (sin deterioro de la botella). Por otra parte, una mejor rigidez conduce también a una apilabilidad mejorada. La rigidez de las botellas se ve reflejada en la denominada carga máxima (la carga máxima es la fuerza máxima aplicada a una botella antes de que comience a chafarse).

40 **[0006]** Además, se sabe bien que la parisón extruida tiende a aumentar en cuanto al grosor de la pared, entre otros puntos. Aún cuando el efecto de aumento es en cierta medida deseado, el mismo no debería divergir demasiado con respecto a calidades de referencia conocidas, en particular con respecto a la calidad de referencia específica "RB307MO" de Borealis.

45 **[0007]** Así, el objetivo de la presente invención es proporcionar una composición de polipropileno que posibilite la preparación de botellas, en particular botellas de gran tamaño, es decir, botellas con un volumen de llenado mayor que 1 litro, por medio de un proceso de moldeo por extrusión-soplado, en donde las botellas estén caracterizadas por una turbidez, un brillo y una rigidez buenos. Además, se desea que, durante la preparación de las botellas, se produzca un aumento del peso, el cual difiera únicamente un poco con respecto a calidades conocidas (es decir, "RB307MO" de Borealis) usadas en procesos de moldeo por extrusión-soplado.
50

55 **[0008]** Por consiguiente, la presente invención se refiere a composiciones de polipropileno útiles en procesos de moldeo por extrusión-soplado para botellas. En este contexto, es importante observar que un proceso de moldeo por extrusión-soplado difiere esencialmente con respecto a procesos de moldeo por inyección y estirado-soplado, y por lo tanto también los polímeros utilizados deben ser de naturaleza diferente, en particular teniendo en cuenta el comportamiento del flujo fundido.

60 **[0009]** Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, el hallazgo de la presente invención consiste en que un polipropileno viscorreducido se debe combinar con un polipropileno ramificado, como un polipropileno en forma de Y/H, es decir un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) obteniendo una composición con un flujo fundido adecuado para procesos de moldeo por extrusión-soplado.

65 **[0010]** Por consiguiente, la presente invención se refiere a una composición de polipropileno que comprende un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) y un clarificador (C), en donde

(a) el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno y por lo menos otra α -olefina C_2 a C_{20} ,

5 (b) opcionalmente el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene un índice de ramificación g' menor que 1,0, preferentemente de 0,9 ó menor,

(c) el clarificador (C) comprende por lo menos un agente α -nucleante (N), y

10 (d) la composición de polipropileno tiene un MFR_2 (230 °C) de por lo menos 2,0 g/10 minutos, preferentemente un MFR_2 (230 °C) en el intervalo de entre 2,0 y 6,0 g/10 minutos, más preferentemente un MFR_2 (230 °C) en el intervalo de entre 2,0 y 4,5 g/10 minutos.

15 **[0011]** Preferentemente, la composición de polipropileno comprende, como componentes poliméricos, únicamente el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) según se ha definido anteriormente y de forma más detallada posteriormente.

20 **[0012]** Se ha averiguado sorprendentemente que una composición de polipropileno de este tipo tiene propiedades superiores en comparación con composiciones de polipropileno conocidas, en particular con aquellas usadas para procesos de moldeo por extrusión-soplado. La composición de polipropileno de la presente invención posibilita en particular la producción de botellas sopladas con extrusión con una turbidez baja, un excepcional buen brillo y rigidez en términos de carga máxima elevada. Además, se ha observado que el aumento del peso no difiere con respecto a productos comerciales (véase la tabla 1).

25 **[0013]** A continuación se describe más detalladamente la presente invención.

30 **[0014]** Un requisito esencial de la composición de polipropileno de la invención es el aumento de su índice de fluidez (*melt flow rate*). 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 al flujo que las moléculas cortas. Un incremento del peso molecular significa una reducción del valor de MFR. El índice de fluidez (MFR) se mide en g/10 minutos del polímero descargado a través de una matriz definida bajo condiciones especificadas de temperatura y presión y la medida 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 MFR_2 (230 °C). Por consiguiente, se prefiere que la composición de polipropileno de la invención tenga un MFR_2 (230 °C) de por lo menos 2,0 g/10 minutos, más preferentemente de por lo menos 2,2 g/10 minutos. Por consiguiente, se valora en particular que la composición de polipropileno de la invención tenga un MFR_2 (230 °C) en el intervalo de entre 2,0 y 6,0 g/10 minutos, más preferentemente de entre 2,0 y 4,5 g/10 minutos, todavía más preferentemente de entre 2,1 y 3,8 g/10 minutos, aun todavía más preferentemente de entre 2,2 y 3,5 g/10 minutos.

40 **[0015]** Además, tal como se ha mencionado anteriormente la nueva composición de polipropileno debe comprender un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Dichos tipos de polímero mejoran la resistencia en fusión de la composición de polipropileno. Por consiguiente, se prefiere que la composición de polipropileno se caracterice además por un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 7,0 cN y una velocidad de estirado V_{max} de por lo menos 180 mm/s, más preferentemente por un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 7,5 cN y una velocidad de estirado V_{max} de por lo menos 185 mm/s.

50 **[0016]** Además, la composición de polipropileno se puede definir adicionalmente por el contenido de gel. El contenido de gel es un buen indicador de la modificación química de la composición de polipropileno o sus componentes. Por consiguiente, la presente invención se caracteriza por un contenido de gel relativamente moderado, es decir, no mayor que el 1,00 % en peso, incluso más preferentemente no mayor que el 0,80 % en peso, todavía más preferentemente no mayor que el 0,50 % en peso, determinado como la cantidad relativa de polímero insoluble en xileno hirviendo (fracción insoluble en xileno en caliente, XHI). Por otro lado, la composición de polipropileno debe comprender una cierta cantidad de polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Por consiguiente, la cantidad de contenido de gel en la composición de polipropileno es preferentemente mayor que el 0,15 % en peso, más preferentemente de por lo menos el 0,27 % en peso. Así, un intervalo preferido para el contenido de gel de la composición de polipropileno es entre el 0,05 y el 0,90 % en peso, como entre el 0,15 y el 0,90 % en peso, más preferentemente entre el 0,26 y el 0,8 % en peso.

60 **[0017]** Se valora además que la composición de polipropileno esté exenta de cualquier componente de polímero elastomérico, como un caucho de etileno propileno. En otras palabras, la composición de polipropileno no será una composición de polipropileno heterofásica, es decir, un sistema que consta de una matriz de polipropileno en la que está dispersada una fase elastomérica. Dichos sistemas se caracterizan por un contenido soluble en xileno en frío bastante alto. Por consiguiente, la presente composición de polipropileno difiere con respecto a dicho sistema heterofásico por un contenido soluble en xileno en frío (XCS) bastante bajo. Por ello, la composición de polipropileno

tiene preferentemente una fracción soluble en xileno en frío (XCS) no mayor que el 15,0 % en peso, más preferentemente no mayor que el 14,0 % en peso, aún más preferentemente no mayor que el 12,0 % en peso, por ejemplo no mayor que el 11,5 % en peso.

5 **[0018]** Además, la composición de polipropileno se puede especificar por la cantidad de unidades comonoméricas que no sean propileno dentro de la composición de polipropileno. Por consiguiente, se valora que la cantidad de unidades obtenidas a partir de α -olefinas C_2 a C_{20} que no sean propileno no sea mayor que el 7,0 % en peso, preferentemente no mayor que el 6,0 % en peso, por ejemplo no mayor que el 5,5 % en peso, en la composición de polipropileno.

10 **[0019]** En lo sucesivo, la presente composición de polipropileno se define además por los componentes poliméricos dentro de la composición.

15 **[0020]** Tal como ya se pone de manifiesto a partir del texto usado en la presente invención, el copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP) es químicamente diferente del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Una diferencia esencial es que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), en comparación con el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP), es no ramificado. En otras palabras, los copolímeros de propileno aleatorios (R-PP) tienen preferentemente un índice de ramificación g' de 1,0. Otra característica diferenciadora entre el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) y el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) es preferentemente el contenido de gel expresado en la cantidad de la fracción insoluble en xileno en caliente (XHI). Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene un contenido de gel por debajo del 0,15 % en peso, más preferentemente no tiene un contenido de gel detectable.

25 **[0021]** El copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno y por lo menos otra α -olefina C_2 a C_{20} , preferentemente por lo menos otra α -olefina C_2 a C_{10} . Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno y por lo menos otra α -olefina seleccionada del grupo consistente en etileno 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 (R-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno y por lo menos otra α -olefina seleccionada del grupo consistente en etileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno y 1-deceno, en donde se prefieren etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Se prefiere en particular que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) conste de unidades obtenidas a partir de propileno y etileno. La cantidad de unidades obtenidas a partir de α -olefinas C_2 a C_{20} que no sean propileno en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) está en el intervalo de entre el 1,0 y el 7,0 % en peso, más preferentemente entre el 1,5 y el 6,0 % en peso, todavía más preferentemente entre el 2,0 y el 5,5 % en peso.

35 **[0022]** Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) es isotáctico. Por consiguiente, se valora que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tenga una concentración de pentadas bastante alta, es decir, mayor que el 90 %, más preferentemente mayor que el 92 %, todavía más preferentemente mayor que el 93 % y aún más preferentemente mayor que el 95 %, por ejemplo mayor que el 99 %.

40 **[0023]** Un requisito de la presente invención es que las unidades obtenidas a partir de α -olefinas C_2 a C_{20} diferentes al propileno dentro del copolímero de propileno (R-PP) estén distribuidas aleatoriamente. La Aleatoriedad indica la cantidad de unidades comonoméricas aisladas, es decir, aquellas que no tienen otras unidades comonoméricas en los vecinos, en comparación con la cantidad total de comonomeros en la cadena polimérica. En una realización preferida, 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 del 60 %, y todavía más preferentemente por lo menos del 65 %.

50 **[0024]** Además, se valora que el contenido soluble en xileno del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) sea bastante bajo. Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene preferentemente una fracción soluble en xileno en frío (XCS), medida de acuerdo con la ISO 6427 (23 °C), no mayor que el 14,0 % en peso, más preferentemente no mayor que el 13,0 % en peso, aún más preferentemente no mayor que el 12,0 % en peso, por ejemplo no mayor que el 11,5 % en peso. Así, un intervalo preferido es entre el 1,0 y el 14,0 % en peso, más preferentemente entre el 1,0 y el 13,0 % en peso, todavía más preferentemente entre el 1,2 y el 11,0 % en peso.

55 **[0025]** El copolímero de propileno aleatorio (R-PP) puede ser unimodal o multimodal, por ejemplo bimodal teniendo en cuenta la distribución del peso molecular y/o la distribución del contenido de comonomeros.

60 **[0026]** Cuando la matriz es unimodal con respecto a la distribución del peso molecular y/o el contenido de comonomeros, la misma se puede preparar en un proceso de una sola etapa, por ejemplo, como proceso de fase en suspensión o gaseosa en un reactor de fase en suspensión o gaseosa. Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) unimodal se polimeriza como una polimerización en suspensión. Alternativamente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) unimodal se puede producir en un proceso de múltiples etapas usando en cada etapa condiciones del proceso que den como resultado propiedades poliméricas similares.

65 **[0027]** La expresión "multimodal" o "bimodal" usada en la presente se refiere a la modalidad del polímero, es decir

- la forma de su curva de distribución del peso molecular, que es la gráfica de la fracción de peso molecular en función de su peso molecular,

5 o más preferentemente

- la forma de su curva de distribución del contenido de comonómeros, que es la gráfica del contenido de comonómeros en función del peso molecular de las fracciones poliméricas.

10 **[0028]** Tal como se explicará posteriormente, los componentes poliméricos del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) se pueden producir en un proceso de etapas secuenciales, usando reactores en configuración en serie y funcionando con diferentes condiciones de reacción. Como consecuencia, cada fracción preparada en un reactor específico tendrá su propia distribución de peso molecular y/o distribución de contenido de comonómeros.

15 **[0029]** Cuando las curvas de distribución (peso molecular o contenido de comonómeros) de estas fracciones se superponen para obtener la curva de distribución del peso molecular o la curva de distribución del contenido de comonómeros del polímero final, estas curvas pueden presentar dos o más máximos o por lo menos se pueden ensanchar de manera clara cuando se comparan con curvas para las fracciones individuales. A un polímero de este tipo, producido en dos o más etapas en serie, se le denomina bimodal o multimodal, dependiendo del número de etapas.

20 **[0030]** Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) puede ser multimodal, por ejemplo, bimodal, teniendo en cuenta el contenido de comonómeros y/o el peso molecular. En particular se valora que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) sea multimodal, por ejemplo, bimodal, teniendo en cuenta contenido de comonómeros.

25 **[0031]** Además, en caso de que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) sea de carácter multimodal, por ejemplo, bimodal, en particular multimodal, por ejemplo, bimodal, teniendo en cuenta el contenido de comonómeros, se valora que las fracciones individuales estén presentes en cantidades que influyen en las propiedades del material. Por consiguiente, se valora que cada una de estas fracciones esté por lo menos presente en la cantidad de un 10 % en peso basándose en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP). Por consiguiente, en caso de un sistema bimodal, en particular teniendo en cuenta el contenido de comonómeros, la división de las dos fracciones es aproximadamente 50:50.

30 **[0032]** Así, en una realización, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende dos fracciones que difieren en su contenido de comonómeros, por ejemplo contenido de etileno (preferentemente como único comonómero en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP)), en donde la primera fracción está presente en entre un 40 y un 60 % en peso y la segunda fracción entre un 60 y un 40 % en peso. En tal caso, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende por lo menos dos fracciones, más preferentemente consta de dos fracciones, que tienen un contenido de comonómeros, por ejemplo contenido de etileno, que difiere en por lo menos un 2,0 % en peso, más preferentemente difiere en por lo menos un 2,5 % en peso. Por otro lado, la diferencia en el contenido de comonómeros en las dos fracciones no debería ser demasiado alta, es decir, no mayor que el 6,0 % en peso, preferentemente no mayor que el 5,0 % en peso, para evitar cualesquiera tendencias de separación. Así, se valora que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprenda por lo menos dos fracciones, más preferentemente que conste de dos fracciones, que tengan contenidos de comonómero que difieran entre un 2,0 y un 6,0 % en peso, más preferentemente entre un 2,5 y un 5,0 % en peso. Por consiguiente, en una realización, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) consta de una primera fracción que es un homopolímero de propileno y una segunda fracción que es un copolímero de propileno con un contenido de comonómeros, preferentemente contenido de etileno, de por lo menos el 2,0 % en peso, más preferentemente de por lo menos el 3,0 % en peso, por ejemplo, por lo menos el 3,5 % en peso.

35 **[0033]** En particular, los copolímeros de propileno aleatorios (R-PP) adecuados son aquellos que se describen, por ejemplo, en los documentos EP 1 580 207 A1 y WO 2003/002639 A1.

40 **[0034]** Tal como se ha mencionado anteriormente, la composición de polipropileno de la invención debe por lo menos comprender – como componentes poliméricos – un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Los dos componentes se deben seleccionar de tal manera que, en particular, se satisfaga el MFR₂ (230 °C) requerido de por lo menos 2,0 g/10 minutos para la composición de polipropileno final. En principio, son posibles tres opciones para lograr el índice de fluidez deseado bastante alto, para la composición final. La primera usa un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) con un MFR₂ (230 °C) similar al producto final y lo mezcla con el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Una vía alternativa consiste en tomar un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) que tenga un MFR₂ (230 °C) significativamente menor en comparación con el producto final, degradar dicho copolímero de propileno aleatorio (R-PP), es decir, viscorreducir, dicho copolímero de propileno aleatorio (R-PP), y posteriormente mezclarlo con el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Otra opción consiste en usar una mezcla de un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) (opcionalmente con el clarificador (C)), en donde dicho copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene un MFR₂ (230 °C) significativamente menor en comparación con el

producto final. Dicha mezcla se viscorreduce usando peróxido al MFR_2 (230 °C) requerido de por lo menos 2,0 g/10 minutos para la composición de polipropileno final. Esta última opción es la más preferida.

[0035] Por consiguiente, considerando las diferentes opciones para crear una composición de polipropileno con un MFR_2 (230 °C) de por lo menos 2,0 g/10 minutos, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) dentro de la composición de polipropileno tiene preferentemente un MFR_2 (230 °C) no mayor que 6,0 g/10 minutos, por ejemplo 4,5 g/10 minutos. Más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) dentro de la composición de polipropileno tiene un MFR_2 (230 °C) no mayor que 3,0 g/10 minutos. Por consiguiente, se valora en particular que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) dentro de la composición de polipropileno tenga un MFR_2 (230 °C) en el intervalo de entre 2,0 y 6,0 g/10 minutos, más preferentemente de entre 2,0 y 4,5 g/10 minutos, aún más preferentemente de entre 2,1 y 3,8 g/10 minutos, todavía más preferentemente de entre 2,2 y 3,5 g/10 minutos.

[0036] En caso de que la composición de polipropileno de la invención se obtenga viscorreduciendo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) o viscorreduciendo la composición de polipropileno, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) usado tiene un MFR_2 (230 °C) de por lo menos 0,5 g/10 minutos, más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 y 3,0 g/10 minutos, aún más preferentemente de entre 1,0 y 2,5 g/10 minutos, por ejemplo, entre 1,3 y 2,0 g/10 minutos. Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) usado inicialmente se selecciona de tal manera que la relación de viscorreducción (MFR_2 (230 °C) final/ MFR_2 (230 °C) inicial) esté entre 1,3 y 3,0, más preferentemente entre 1,4 y 2,5, en donde

“ MFR_2 (230 °C) inicial” es el MFR_2 (230 °C) del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) antes de la viscorreducción y

“ MFR_2 (230 °C) final” es el MFR_2 (230 °C) del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) después de la viscorreducción y/o el MFR_2 (230 °C) de la composición de polipropileno después de la viscorreducción.

[0037] La preparación del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) así como la viscorreducción se definirán de forma más detallada posteriormente.

[0038] Como otro requisito esencial de la presente invención, debe usarse un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Dichos tipos de polímero están caracterizados por un cierto grado de ramificación. Los posibles polipropilenos de alta resistencia en fusión (HMS-PP) son los denominados polipropilenos en Y/H y descritos, por ejemplo, en el documento EP 0 787 750, es decir, tipos de polipropileno ramificados simples (polipropilenos en Y que tienen un esqueleto estructural con una única cadena lateral larga y una arquitectura que se parece a una “Y”) y tipos de polipropileno en los que cadenas poliméricas están acopladas a un grupo puente (una arquitectura que se parece a una “H”). Dichos polipropilenos están caracterizados por una resistencia en fusión bastante alta. Un parámetro del grado de ramificación es el índice de ramificación g' . El índice de ramificación g' está en correlación con la cantidad de ramas de un polímero. El índice de ramificación g' se define como $g' = [IV]_{br}/[IV]_{lin}$ en donde g' es el índice de ramificación, $[IV]_{br}$ es la viscosidad intrínseca del polipropileno ramificado y $[IV]_{lin}$ es la viscosidad intrínseca del polipropileno lineal que tiene el mismo peso molecular promedio en peso (dentro de un intervalo de ± 10 %) que el polipropileno ramificado. Así, un valor bajo de g' es un indicador de un polímero altamente ramificado. En otras palabras, si el valor de g' se reduce, la ramificación del polipropileno se incrementa. En este contexto se hace referencia a B.H. Zimm y W.H. Stockmeyer, J. Chem. Phys. 17, 1301 (1949). De este modo, se prefiere que el índice de ramificación g' del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) sea menor que 1,0, más preferentemente igual a o menor que 0,9, por ejemplo, menor que 0,8. En otra realización preferida, el índice de ramificación g' del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) será preferentemente menor que 0,7.

[0039] El alto grado de ramificación del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) contribuye también a su resistencia en fusión. Por consiguiente, se prefiere que el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) esté caracterizado además por un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 10,0 cN y una velocidad de estirado v_{max} de por lo menos 200 mm/s, más preferentemente por un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 20,0 cN y una velocidad de estirado v_{max} de por lo menos 250 mm/s, aún más preferentemente por un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 25,0 cN y una velocidad de estirado v_{max} de por lo menos 250 mm/s.

[0040] Un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) de este tipo se obtiene preferentemente modificando, es decir, modificando químicamente, un polipropileno. Dicha modificación es necesaria para lograr la estructura de ramificación y/o los fenómenos de endurecimiento por deformación del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Una modificación de este tipo tiene también influencia sobre el contenido de gel del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP). Por consiguiente, se justifica la definición del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) de forma adicional y/o alternativa por su contenido de gel. Así, se valora que el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) se caracterice por un contenido de gel relativamente moderado, es decir, no mayor que el 1,00 % en peso, incluso más preferentemente no mayor que el 0,80 % en peso, todavía más preferentemente no mayor que el 0,50 % en peso, determinado como la cantidad relativa de polímero insoluble en xileno hirviendo (fracción insoluble en xileno en caliente, XHI). Por otro lado, el polipropileno de alta resistencia en

fusión (HMS-PP) puede presentar un cierto grado de ramificación, y por lo tanto una cierta cantidad de contenido de gel, es decir, de por lo menos el 0,15 % en peso, más preferentemente de por lo menos el 0,27 % en peso. Así, un intervalo preferido para el contenido de gel del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) es entre el 0,05 y el 0,90 % en peso, más preferentemente entre el 0,26 y el 0,8 % en peso.

[0041] Adicionalmente, se prefiere que el polipropileno de resistencia en fusión (HMS-PP) tenga un MFR₂ (230 °C) en un intervalo de entre 1,0 y 10,0 g/10 minutos, más preferentemente de entre 4,0 y 8,5 g/10 minutos, todavía más preferentemente de entre 6,0 y 8,0 g/10 minutos.

[0042] Preferentemente, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene una densidad de por lo menos 850 kg/m³, más preferentemente de por lo menos 875 kg/m³, y de la forma más preferente de por lo menos 900 kg/m³.

[0043] Además, preferentemente, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene una densidad no mayor que 950 kg/m³, más preferentemente no mayor que 925 kg/m³, y de la forma más preferente no mayor que 910 kg/m³.

[0044] Preferentemente, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene un punto de fusión de por lo menos 140 °C, más preferentemente de por lo menos 150 °C y de la forma más preferente de por lo menos 160 °C.

[0045] Tal como se ha mencionado anteriormente, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) es preferentemente un polipropileno modificado. Por consiguiente, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) se puede definir además por la manera de obtención. Así, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) es preferentemente el resultado de tratar un polipropileno no modificado (A) con agentes de formación de radicales de descomposición térmica y/o con radiación ionizante. No obstante, en tal caso, existe un riesgo alto de que el polipropileno (A) se degrade, lo cual es perjudicial. Por tanto, se prefiere que la modificación se logre mediante el uso de monómero(s) bifuncionalmente insaturado(s) y/o polímero(s) de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado(s) como unidad(es) puente unida(s) químicamente. Un método adecuado para obtener el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) es por ejemplo el que se da a conocer en los documentos EP 0 787 750, EP 0 879 830 A1 y EP 0 890 612 A2. Así, la cantidad de peróxido está preferentemente en el intervalo de entre el 0,05 y el 3,00 % en peso sobre la base del polipropileno no modificado (A).

[0046] Por consiguiente, en una realización preferida, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) comprende unidades obtenidas a partir de

(i) propileno y

(ii) monómero(s) bifuncionalmente insaturado(s) y/o polímero(s) de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado(s).

[0047] "Bifuncionalmente insaturado o multifuncionalmente insaturado" tal como se ha usado anteriormente significa de forma preferente la presencia de dos o más enlaces dobles no aromáticos, como, por ejemplo, en divinilbenceno o ciclopentadieno o polibutadieno. Únicamente se usan aquellos compuestos bi- o multifuncionalmente insaturados que se pueden polimerizar preferentemente con la ayuda de radicales libres. Los sitios insaturados en los compuestos bi- o multifuncionalmente insaturados están en su estado de unión química no realmente "insaturados", puesto que los enlaces dobles se usan, cada uno de ellos, para un enlace covalente con las cadenas poliméricas del polipropileno (A).

[0048] La reacción del(de los) monómero(s) bifuncionalmente insaturado(s) y/o polímero(s) de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado(s), preferentemente con un peso molecular promedio en número (M_n) \leq 10.000 g/mol, sintetizado(s) a partir de uno y/o más monómeros insaturados con la composición polimérica de propileno, se puede realizar en presencia de un agente de formación de radicales libres térmicamente, por ejemplo, un agente de formación de radicales libres de descomposición, como un peróxido térmicamente descomponible y/o radiación ionizante o radiación de microondas.

[0049] Los monómeros bifuncionalmente insaturados pueden ser

- compuestos de divinilo, tales como divinilnilina, m-divinilbenceno, p-divinilbenceno, divinilpentano y divinilpropano;
- compuestos de alilo, tales como acrilato de alilo, metacrilato de alilo, maleato metílico de alilo y éter vinílico de alilo;
- dienos, tales como 1,3-butadieno, cloropreno, ciclohexadieno, ciclopentadieno, 2,3-dimetilbutadieno, heptadieno, hexadieno, isopreno y 1,4-pentadieno;

- bis (maleimida) bis (citraconimida) aromática y/o alifática y mezclas de estos monómeros insaturados.

[0050] Los monómeros bifuncionalmente insaturados especialmente preferidos son 1,3-butadieno, isopreno, dimetil butadieno y divinilbenceno.

[0051] El polímero de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado, preferentemente con un peso molecular promedio en número (M_n) ≤ 10.000 g/mol se puede sintetizar a partir de uno o más monómeros insaturados.

[0052] Son ejemplos de dichos polímeros de bajo peso molecular

- polibutadienos, especialmente en los que las diferentes microestructuras en la cadena polimérica, es decir, 1,4-cis, 1,4-trans y 1,2-(vinil) están predominantemente en la configuración 1,2-(vinil)

- copolímeros de butadieno y estireno con 1,2-(vinil) en la cadena polimérica.

[0053] Un polímero de bajo peso molecular preferido es el polibutadieno, en particular un polibutadieno que tenga más de un 50,0 % en peso de butadieno en la configuración 1,2-(vinil).

[0054] El polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) puede contener más de un monómero bifuncionalmente insaturado y/o polímero de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado. Aún más preferentemente, la cantidad de monómero(s) bifuncionalmente insaturado(s) y polímero(s) de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado(s) juntos en el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) está entre el 0,01 y el 10,0 % en peso sobre la base de dicho polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP).

[0055] Tal como se ha mencionado anteriormente, se prefiere que el(los) monómero(s) bifuncionalmente insaturado(s) y/o polímero(s) de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado(s) se usen en presencia de un agente de formación de radicales libres de descomposición térmica.

[0056] Los peróxidos son agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica preferidos. Más preferentemente, los agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica se seleccionan del grupo consistente en peróxido de acilo, peróxido de alquilo, hidroperóxido, peréster y peroxicarbonato.

[0057] Se prefieren en particular los siguientes peróxidos enumerados:

[0058] Peróxidos de acilo: peróxido de benzoilo, peróxido de 4-clorobenzoilo, peróxido de 3-metoxibenzoilo y/o peróxido de metil benzoilo.

[0059] Peróxidos de alquilo: peróxido de alil t-butilo, 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 1-hidroxibutil-n-butilo.

[0060] Perésteres y peroxi carbonatos: peracetato de butilo, peracetato de cumilo, perpropionato de cumilo, peracetato de ciclohexilo, peradipato de di-t-butilo, peracelato 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-butilbiciclo-(2,2,1-heptano), t-butil-4-carbometoxi perbutirato, percarboxilato de t-butilciclobutano, peroxicarboxilato de t-butilciclohexilo, percarboxilato de t-butilciclopentilo, percarboxilato de t-butilciclopropano, percinamato de t-butildimetilo, t-butil-2-(2,2-difenilvinil) perbenzoato, t-butil-4-metoxi perbenzoato, t-butilperbenzoato, 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-metilciclopropilo, peracetato de t-butil-4-nitrofenilo, peroxicarbamato de t-butilnitrofenilo, percarboxilato de t-butil-N-succiimido, percrotonato de t-butilo, ácido t-butil permaleico, permetacrilato de t-butilo, peroctoato de t-butilo, peroxiisopropilcarbonato de t-butilo, perisobutirato de t-butilo, peracrilato de t-butilo y/o perpropionato de t-butilo.

[0061] O mezclas de dichos agentes de formación de radicales libres enumerados anteriormente.

[0062] El polipropileno no modificado (A) para preparar dicho polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene preferentemente un MFR_2 (230 °C) en un intervalo de entre 0,05 y 45,00 g/10 minutos. Más preferentemente, el MFR_2 (230 °C) está en un intervalo de entre 0,05 y 35,00 g/10 minutos en caso de que el polipropileno no modificado (A) sea un homopolímero. Por otro lado, el MFR_2 (230 °C) está en un intervalo de entre 0,05 y 45,00 g/10 minutos en caso de que el polipropileno no modificado (A) sea un copolímero.

[0063] Preferentemente, el polipropileno no modificado (A) es un homopolímero. La expresión homopolímero usada en la presente invención se refiere a un polipropileno que consta esencialmente de, por ejemplo, por lo menos un 97 % en peso, preferentemente de por lo menos un 98 % en peso, más preferentemente de por lo menos un 99 % en

peso, todavía más preferentemente de por lo menos un 99,8 % en peso de unidades de propileno. En una realización preferida, únicamente son detectables unidades de propileno en el homopolímero de propileno. El contenido de comonómeros se puede determinar con espectroscopia infrarroja de FT, según se describe posteriormente en los ejemplos.

5 **[0064]** Preferentemente, el propileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) se produce a partir del polipropileno no modificado (A) según se ha definido anteriormente bajo condiciones de proceso de acuerdo con lo que se define de forma detallada posteriormente.

10 **[0065]** Otro requisito esencial de la presente invención es que la composición de polipropileno comprenda un clarificador (C) que comprenda por lo menos un agente α -nucleante (N). Más preferentemente, el clarificador (C) consta de por lo menos un agente α -nucleante (N). Por consiguiente, el clarificador (C) puede comprender, preferentemente consta de, uno, dos o tres agente(s) α -nucleante(s) (N). No obstante, se valora que el clarificador (C) sea agente α -nucleante (N).

15 **[0066]** En principio se puede usar cualquier agente α -nucleante (N).

[0067] Los ejemplos de agentes α -nucleantes adecuados se seleccionan del grupo consistente en

20 (i) sales de ácidos monocarboxílicos y ácidos policarboxílicos, por ejemplo, benzoato de sodio o tert-butilbenzoato de aluminio, y

25 (ii) dibencilidensorbitol (por ejemplo 1,3 : 2,4 dibencilidensorbitol) y derivados de dibencilidensorbitol C_{1-C_8} -alquilsustituídos, tales como metildibencilidensorbitol, etildibencilidensorbitol o dimetildibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 di(metilbenciliden) sorbitol), nonitol, 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol, y

30 (iii) sales de diésteres de ácido fosfórico, por ejemplo, 2,2'-metilenbis (4, 6,-di-tert-butilfenil) fosfato de sodio o hidroxi-bis[2,2'-metilen-bis(4,6-di-t-butilfenil)fosfato] de aluminio, y

(iv) polímero de vinilcicloalcano y polímero de vinilalcano.

[0068] Dichos aditivos están en general disponibles comercialmente y se describen, por ejemplo, en Gachter/Muller, *Plastics Additives Handbook*, 4ª Edición, Hansa Publishers, Munich, 1993.

35 **[0069]** El contenido de agente nucleante de la composición de polipropileno es preferentemente de hasta un 5 % en peso. En una realización preferida, la composición de polipropileno de la presente invención contiene entre un 0,01 y un 1,0 % en peso, preferentemente entre un 0,02 y un 0,50 % en peso, de un α -nucleante, en particular dibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 dibenciliden sorbitol) o un derivado de dibencilidensorbitol, preferentemente dimetildibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 di(metilbenciliden) sorbitol) y/o nonitol, 1,2,3,-trideoxi-4,6:5,7-bis-O[(4-propilfenil)metilen]-nonitol.

40 **[0070]** El α -nucleante más preferido es nonitol, 1,2,3,-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metil]-nonitol. Por consiguiente, en una realización especialmente preferida el clarificador (C) comprende, incluso más preferentemente consta de, nonitol, 1,2,3,-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol.

45 **[0071]** En caso de que los agentes α -nucleantes sean agentes α -nucleantes poliméricos seleccionados del grupo consistente en polímeros de vinil-cicloalcano y polímeros de vinilalcano, estos agentes nucleantes poliméricos se obtienen o bien mediante una técnica de reactor especial, en donde el catalizador se prepolimeriza con monómeros como, por ejemplo, vinilciclohexano (VCH), o bien mezclando la composición de polipropileno con el polímero de vinilcicloalcano o el polímero de vinilalcano. Estos métodos se describen de forma más detallada en los documentos, por ejemplo, EP 0 316 187 A2 y WO 99/24479.

50 **[0072]** Para obtener resultados especialmente buenos, los componentes requeridos según se ha definido anteriormente pueden estar presentes en cantidades específicas dentro de la composición de polipropileno nueva. Así, se prefiere que la composición de polipropileno según la presente invención comprenda

55 (a) entre un 70,0 y un 95,0 % en peso, preferentemente entre un 75,0 y un 93,0 % en peso, del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), y

60 (b) entre un 5,0 y un 20,0 % en peso, más preferentemente entre un 6,0 y un 15,0 % en peso, del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP), y

65 (c) entre un 0,01 y un 5,0 % en peso, más preferentemente entre un 0,02 y un 1,0 % en peso, del clarificador (C), sobre la base de la composición de polipropileno total.

[0073] La composición de polipropileno de la presente invención puede comprender otros componentes. No obstante, se prefiere que la composición de polipropileno comprenda como componentes poliméricos únicamente el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) según se ha definido anteriormente. Por consiguiente, las cantidades del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) y del clarificador (C) pueden no dar como resultado un 100 % en peso sobre la base de la composición de polipropileno total. Así, la parte restante hasta el 100,0 % en peso se puede lograr mediante otros aditivos conocidos en la técnica. No obstante, esta parte restante no será mayor que un 10,0 % en peso dentro de la composición total. Por ejemplo, la composición de polipropileno de la invención puede comprender adicionalmente cantidades pequeñas de estabilizadores, neutralizantes de ácido, lubricantes y agentes de desmoldeo, sustancias de carga, agentes nucleantes, antiestáticos, plastificantes, colorantes, pigmentos o retardantes de llama. En general, los mismos se incorporan durante la granulación del producto pulverulento obtenido en la polimerización.

[0074] La presente invención se refiere también al uso de la composición de polipropileno antes definida. Por consiguiente, la composición de polipropileno según se ha definido en la presente invención se usa para la preparación de productos moldeados por extrusión-soplado. Así, la presente invención no se refiere a otros procesos de moldeo por soplado, como el proceso de moldeo por inyección y estirado-soplado. Más particularmente, la presente invención se refiere al uso de la composición de polipropileno de la presente invención para mejorar la turbidez y/o el brillo de artículos moldeados por extrusión-soplado, como botellas moldeadas por extrusión-soplado, es decir, botellas moldeadas por extrusión-soplado con un volumen de llenado de 1 litro o mayor, realizadas a partir de dicha composición de polipropileno en comparación con botellas moldeadas por extrusión-soplado convencionales, en particular en comparación con botellas moldeadas por extrusión-soplado realizadas a partir del producto comercial "RB307MO" de Borealis. Por otra parte, el uso de la composición de polipropileno de la presente invención mejorará de manera preferente y adicional la carga máxima de los artículos moldeados por extrusión-soplado, como las botellas moldeadas por extrusión-soplado, es decir, botellas moldeadas por extrusión-soplado con un volumen de llenado de 1 litro o mayor, realizadas a partir de dicha composición de polipropileno en comparación con botellas moldeadas por extrusión-soplado convencionales. Por consiguiente, la presente invención se refiere en particular al uso de la composición de polipropileno de la presente invención para alcanzar por lo menos un requisito, preferentemente todos los requisitos, seleccionados del grupo consistente en una turbidez por debajo del 14,0 %, más preferentemente por debajo del 11 %, un brillo (dentro y/o fuera de la botella) de por lo menos el 16 %, más preferentemente por lo menos el 19 %, y una carga máxima de por lo menos 280 N, más preferentemente por lo menos 300 N, para artículos moldeados por extrusión-soplado, como botellas moldeadas por extrusión-soplado, es decir, botellas moldeadas por extrusión-soplado con un volumen de llenado de 1 litro o mayor.

[0075] Además, la presente invención se refiere a artículos moldeados por extrusión-soplado que comprenden, preferentemente que comprenden por lo menos un 90 % en peso, más preferentemente que constan de, una composición de polipropileno según la presente invención. Más particularmente, la presente invención se refiere a botellas, especialmente a botellas con un volumen de llenado de 1 litro o mayor, producidas mediante un proceso de soplado con extrusión que comprenden, preferentemente que comprenden por lo menos un 90 % en peso, más preferentemente que constan de, una composición de polipropileno según esta invención.

[0076] A continuación se describe más detalladamente la preparación de la composición de polipropileno de la invención.

[0077] Los componentes individuales usados para la composición de polipropileno de la invención son conocidos por los expertos en la materia y, por lo tanto, se pueden producir fácilmente por medio de la información proporcionada en la presente.

[0078] Por ejemplo, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) según se define en la presente invención se puede preparar mediante polimerización, en un reactor de suspensión, por ejemplo un reactor de bucle, de propileno opcionalmente junto con por lo menos otra α -olefina C_2 a C_{20} (comonómeros), en presencia de un catalizador de polimerización para producir una parte del copolímero de propileno aleatorio (R-PP). A continuación, esta parte se transfiere a un reactor de fase gaseosa posterior, en donde, en el reactor de fase gaseosa, se hace reaccionar propileno en presencia de otra(s) α -olefina(s) C_2 a C_{20} (comonómeros) seleccionada(s) adecuadamente, con el fin de producir otra parte en presencia del producto de reacción de la primera etapa. Esta secuencia de la reacción proporciona una mezcla de reactor de las partes (i) y (ii) que constituyen un copolímero de propileno aleatorio (R-PP). Evidentemente, es posible con la presente invención que la primera reacción se lleve a cabo en un reactor de fase gaseosa mientras la segunda reacción de polimerización se lleva a cabo en un reactor de suspensión, por ejemplo, un reactor de bucle. Además, también es posible invertir el orden de producción de las partes (i) y (ii), que se ha descrito anteriormente en el orden de en primer lugar producir la parte (i) y a continuación producir la parte (ii). El proceso antes descrito, que comprende por lo menos dos etapas de polimerización, es ventajoso teniendo en cuenta el hecho de que proporciona etapas de reacción fácilmente controlables que posibilitan la preparación de una mezcla de reactor deseada. Las etapas de polimerización se pueden ajustar, por ejemplo seleccionando apropiadamente la alimentación de monómeros, la alimentación de comonómeros, la alimentación de hidrógeno, la temperatura y la presión con el fin de ajustar adecuadamente las propiedades de los productos de polimerización obtenidos. En particular, es posible obtener una multimodalidad, preferentemente la bimodalidad, del copolímero de

propileno aleatorio (R-PP), con respecto a la distribución de comonomeros, tales como etileno, así como con respecto a los pesos moleculares y los valores de MFR₂ (230 °C) durante dichos procedimientos de polimerización multietapa.

5 **[0079]** Un proceso de este tipo se puede llevar a cabo usando cualquier catalizador adecuado para la preparación del copolímero de propileno aleatorio (R-PP). Preferentemente, el proceso según se ha descrito anteriormente se lleva a cabo usando un catalizador Ziegler-Natta, en particular un catalizador Ziegler-Natta de alto rendimiento (del tipo denominado de cuarta y quinta generación para diferenciarlo con respecto a los catalizadores Ziegler-Natta denominados de segunda generación, de bajo rendimiento). Un catalizador Ziegler-Natta adecuado a utilizar según
10 la presente invención comprende un componente de catalizador, un componente de co-catalizador y por lo menos un dador de electrones (dador de electrones interno y/o externo, preferentemente por lo menos un dador externo). Preferentemente, el componente de catalizador es un componente de catalizador basado en Ti-Mg y típicamente el co-catalizador es un compuesto basado en alquilo de Al. Se dan a conocer en particular catalizadores adecuados en los documentos US 5.234.879, WO 92/19653, WO 92/19658 y WO 99/33843.

15 **[0080]** Los datos externos preferidos son los datos basados en silano conocidos, tales como dicitopentil dimetoxi silano o ciclohexil metildimetoxi silano.

20 **[0081]** Una realización de un proceso según se ha descrito anteriormente es un proceso de fase gaseosa-bucle, tal como el desarrollado por Borealis, conocido como tecnología Borstar[®], descrita por ejemplo en los documentos EP 0 887 379 A1 y WO 92/12182.

[0082] Con respecto al proceso de fase gaseosa-suspensión preferido, antes mencionado, se puede proporcionar la siguiente información general con respecto a las condiciones del proceso.

25 **[0083]** Temperatura de entre 40 y 110 °C, preferentemente entre 60 y 100 °C, en particular entre 80 y 90 °C, con una presión en el intervalo de entre 20 y 80 bares, preferentemente entre 30 y 60 bares, con la opción de adicionar hidrógeno con el fin de controlar el peso molecular. El producto de la reacción de la polimerización de suspensión, que preferentemente se lleva a cabo en un reactor de bucle, se transfiere a continuación al subsiguiente reactor de fase gaseosa, en donde la temperatura preferentemente está dentro del intervalo de entre 50 y 130 °C, más preferentemente entre 80 y 100 °C, a una presión en el intervalo de entre 5 y 50 bares, preferentemente entre 15 y 35 bares, nuevamente con la opción de adicionar hidrógeno con el fin de controlar el peso molecular.

35 **[0084]** El tiempo de residencia puede variar en las zonas del reactor identificadas anteriormente. En realizaciones, el tiempo de residencia en la reacción de suspensión, por ejemplo el reactor de bucle, está en el intervalo de entre 0,5 y 5 horas, por ejemplo entre 0,5 y 2 horas, mientras que el tiempo de residencia en el reactor de fase gaseosa en general estará entre 1 y 8 horas.

40 **[0085]** Las propiedades de copolímero de propileno aleatorio (R-PP) producido con el proceso expuesto en términos generales anteriormente se pueden ajustar y controlar con las condiciones de proceso que son conocidas por los expertos, por ejemplo, mediante uno o más de los siguientes parámetros del proceso: temperatura, alimentación de hidrógeno, alimentación de comonomeros, alimentación de propileno, catalizador, tipo y cantidad de dador externo, división entre dos o más componentes de un polímero multimodal.

45 **[0086]** El polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) se obtiene preferentemente mediante un proceso según se describe en los documentos EP 0 879 830 A1 y EP 0 890 612 A2. Ambos documentos se incluyen por la presente a título de referencia. Por consiguiente, el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) se produce

(a) mezclando

50 (i) un homopolímero y/o copolímero de propileno no modificado (A) según se ha definido anteriormente, preferentemente un homopolímero de propileno no modificado con un peso molecular promedio en peso (M_w) de entre 500.000 y 1.500.000 g/mol,

55 (ii) entre un 0,05 y un 3 % en peso, sobre la base de los componentes de (i) y (ii), de un peróxido seleccionado del grupo consistente en peróxido de acilo, peróxido de alquilo, hidroperóxido, peréster y peroxicarbonato, y

60 (iii) opcionalmente diluido con disolventes inertes,

(b) calentando a entre 30 y 100 °C, preferentemente a entre 60 y 90 °C,

65 (c) mediante sorción de monómeros bifuncionales volátiles, preferentemente monómeros multifuncionales, etilénicamente insaturados, como dienos C₄ a C₁₀ y/o compuestos de divinilo C₇ a C₁₀, por el homopolímero y/o copolímero de propileno no modificado (A), preferentemente homopolímero de propileno no modificado (A), a partir de la fase gaseosa a una temperatura de entre 20 y 120 °C, preferentemente de entre 60 y 100

°C, en donde la cantidad de los monómeros insaturados bifuncionalmente absorbidos está entre el 0,01 y el 10,00 % en peso, preferentemente entre el 0,05 y el 2,00 % en peso, sobre la base del homopolímero de propileno (A),

5 (d) calentando y fundiendo la composición de polipropileno en una atmósfera que comprende gas inerte y/o los monómeros bifuncionales volátiles, desde la temperatura de sorción a 210 °C, con lo cual los generadores de radicales libres se descomponen y a continuación

10 (e) calentando la masa fundida hasta 280 °C con el fin de extraer monómeros que no han reaccionado y productos de descomposición, y

(f) aglomerando la masa fundida.

15 **[0087]** El proceso para producir el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) es preferentemente un método continuo, realizado en reactores, mezcladores, amasadoras y extrusoras continuos. No obstante, también es viable la producción por lotes del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP).

20 **[0088]** Los tiempos de sorción prácticos τ de los monómeros bifuncionales volátiles están comprendidos entre 10 y 1.000 s, en donde se prefieren tiempos de sorción τ de entre 60 y 600.

25 **[0089]** Además, la composición polimérica según la presente invención se puede preparar mediante composición de los componentes dentro de dispositivos de mezcla en fusión adecuados para preparar compuestos poliméricos, incluyendo en particular extrusoras, extrusoras de un solo husillo así como extrusoras de doble husillo. Otros dispositivos de mezcla en fusión adecuados incluyen extrusoras planetarias y co-amasadoras de un solo husillo. Se prefieren especialmente las extrusoras de doble husillo que incluyen secciones de mezcla y amasamiento de alta intensidad. Las temperaturas de fusión adecuadas para preparar las composiciones están en el intervalo de entre 170 y 300 °C, preferentemente en el intervalo de entre 200 y 260 °C, y con un caudal de entre 10 y 500 kg/h y una velocidad de husillo de entre 50 y 200 rpm.

30 **[0090]** Tal como ya se ha identificado anteriormente, la composición de polipropileno o el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) de acuerdo con la presente invención se somete a una etapa de viscorreducción. La viscorreducción se puede llevar a cabo según cualquier manera conocida, aunque típicamente la presente invención prevé una viscorreducción química usando un agente de viscorreducción de peróxido. Los agentes de viscorreducción típicos son 2,5-dimetil-2,5-bis(tert.butil-peroxi)hexano (DHBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox 101 y Trigonox 101), 2,5-dimetil-2,5-bis(tert.butilperoxi)hexano-3 (DYBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox 130 y Trigonox 145), peróxido de dicumilo (DCUP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox DC y Perkadox BC), peróxido de di-tert.butilo (DTBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Trigonox B y Luperox Di), peróxido de tert.butil-cumilo (BCUP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Trigonox T y Luperox 801) y bis(tert.butilperoxiisopropil)benzeno (DIPP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Perkadox 14S y Luperox DC). Las cantidades adecuadas de peróxido a utilizar según la presente invención en principio son conocidas por los expertos y se pueden calcular fácilmente sobre la base de la cantidad de composición de polipropileno y/o copolímero de propileno aleatorio (R-PP) que debe someterse a viscorreducción, el valor de MFR_2 (230 °C) de la composición de polipropileno y/o el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) que debe someterse a viscorreducción y el MFR_2 (230 °C) objetivo deseado del producto a obtener. Por consiguiente, las cantidades típicas de agente de viscorreducción de peróxido están entre el 0,005 y el 0,5 % en peso, más preferentemente entre el 0,01 y el 0,2 % en peso, sobre la base de la cantidad de polímero de propileno utilizado.

50 **[0091]** Típicamente, la viscorreducción de acuerdo con la presente invención se lleva a cabo en una extrusora, de manera que, en las condiciones adecuadas, se obtiene un aumento del índice de fluidez. Durante la viscorreducción, las cadenas de masa molar superior del producto de partida se rompen estadísticamente con mayor frecuencia que las moléculas de menor masa molar, dando como resultado una reducción global del peso molecular medio y un aumento del índice de fluidez.

55 **[0092]** Para la preparación de artículos moldeados por extrusión se aplica un proceso de soplado con extrusión tal como es sabido en la técnica. Por ejemplo, para la producción de botellas redondas de 1 litro como las usadas para las pruebas en el trabajo de la invención se puede usar una Máquina de Moldeo por Soplado "Fischer Müller". Los parámetros del procesado principales para la producción son los siguientes:

- 60 - Perfil de temperatura: de 180 a 190 °C aplicados en extrusora, adaptador y cabezal
- Temperatura de fusión medida: de 180 a 190 °C
- 65 - Velocidad de la extrusora (revoluciones por minuto; rpm): de 11 a 14 rpm

- Abertura de la matriz: la apertura de la matriz se ajustó para obtener una botella con un peso de 40 g con calidad Borealis RB307MO
- Tiempo de los ciclos: de 12 a 16 segundos

[0093] A continuación se describirá de forma más detallada la presente invención por medio de los ejemplos que se ofrecen a continuación.

Ejemplos

1. Definiciones/métodos de medición

[0094] Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la anterior descripción general de la invención así como en los siguientes ejemplos a no ser que se defina lo contrario.

Mediciones de espectroscopia por NMR:

[0095] Se registraron los espectros de ^{13}C -NMR de polipropilenos en un espectrómetro Bruker de 400 MHz a 130 °C, a partir de muestras disueltas en 1,2,4-triclorobenceno/benceno-d6 (90/10 peso/peso). Para el análisis de pentadas, la asignación se realiza de acuerdo con los métodos descritos en la bibliografía: (T. Hayashi, Y. Inoue, R. Chūjō, y T. Asakura, *Polymer* 29 138-43 (1988), y Chujo R, et al, *Polymer* 35 339 (1994).

[0096] La medición de NMR se usó para determinar la concentración de pentadas mmmm de una manera bien conocida en la técnica.

Aleatoriedad

[0097] En las mediciones de FTIR, se moldearon por compresión, a 225°C, películas de un grosor de 250 mm 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. (*Thermochimica Acta*, 66 (1990) 53-68).

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

[0098] 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).

[0099] El **MFR₂ (230°C)** se mide de acuerdo con la ISO 1133 (230°C, 2,16 kg de carga). El **contenido de etileno** se mide con espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) calibrada con ^{13}C -NMR. Cuando se midió el contenido de etileno en polipropileno, se preparó por prensado en caliente una película delgada de la muestra (grosor de aproximadamente 250 mm). Se midió el área de los picos de absorción a 720 y 733 cm^{-1} con un espectrómetro Perkin Elmer FTIR 1600. El método se calibró con datos de contenido de etileno medidos por ^{13}C -NMR. El **contenido de una cualquiera de las α -olefinas C4 a C20** se determina con ^{13}C -NMR; bibliografía: "IR-Spektroskopie für Anwender"; WILEY-VCH, 1997 y "Validierung in der Analytik", WILEY-VCH, 1997.

[0100] **Solubles en xileno en frío (XCS, % en peso)**: el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) se determina a 23 °C según la ISO 6427.

[0101] Se considera que el **contenido de gel** es idéntico a la fracción insoluble en xileno en caliente (XHI), que se determina extrayendo 1 g de muestra polimérica finamente cortada con 350 ml de xileno en un extractor Soxhlet durante 48 horas a la temperatura de ebullición. La restante cantidad sólida se seca a 90 °C y se pesa para determinar la cantidad de insolubles.

Comportamiento de endurecimiento por deformación (resistencia en fusión):

[0102] El comportamiento de endurecimiento por deformación se determina a través del método que se describe en el artículo "Rheotens-Matercurves and Drawability of Polymer Melts", M. H. Wagner, *Polymer Engineering and Science*, MID-APRIL ISW, Vol. 36, n.º 7, páginas 925 a 935. El contenido del documento se incluye a título de referencia.

[0103] Para obtener una explicación detallada del método de medición se hace referencia también a las figuras 1 y 2. La figura 1 muestra una representación esquemática del procedimiento experimental que se usa para determinar el endurecimiento por deformación.

5 **[0104]** El comportamiento de endurecimiento por deformación de los polímeros se analiza mediante un aparato Rheotens (1) (producto de Göttfert, Siemensstr.2, 74711 Buchen, Alemania) en el cual un cordón fundido (2) se alarga estirándolo con una aceleración definida. Se registra la fuerza de tracción F en función de la velocidad de estirado.

10 **[0105]** El procedimiento de prueba se realiza en una sala climatizada normalizada con temperatura ambiente controlada de 23 °C y 30 bares. El aparato Rheotens (1) se combina con una extrusora/bomba de fusión (3) para la alimentación continua del cordón fundido (2). La temperatura de extrusión es 200 °C; se usa una matriz capilar con un diámetro de 2 mm y una longitud de 6 mm. La longitud de resistencia entre la matriz capilar y las ruedas del Rheotens es 80 mm. En el comienzo del experimento, la velocidad de tensado de las ruedas del Rheotens se ajustó a la velocidad del cordón polimérico extruido (fuerza de tensión cero). A continuación, el experimento se inició incrementando lentamente la velocidad de tensado de las ruedas de Rheotens hasta que el filamiento polimérico se rompe. La aceleración de las ruedas fue suficientemente pequeña para que la fuerza de tensión se midiera en condiciones casi estables. La aceleración del cordón fundido (2) que se estira es 120 mm/s².

20 **[0106]** El Rheotens se hizo funcionar en combinación con el programa de PC EXTENS. Este es un programa de adquisición de datos en tiempo real, que visualiza y almacena los datos medidos de la fuerza de tensión y la velocidad de estirado.

25 **[0107]** El diagrama esquemático de la figura 1 muestra de una forma ejemplificativa el incremento medido de la fuerza de tracción F (es decir, "resistencia de fusión") con respecto al incremento de la velocidad de estirado v (es decir, "estirabilidad").

Medición de la turbidez en botellas

30 **[0108] Instrumento:** Haze-gard plus de BYK-Gardner

[0109] Pruebas: según la ASTM D1003 (en cuanto a placas moldeadas por inyección)

Botellas:

35 **[0110]** Se mide sobre la pared de las botellas. Las partes superior e inferior de las botellas se cortan. A continuación, esta pared redonda se divide en dos, horizontalmente. A continuación, se realiza la medición de la turbidez y el grosor de la pared en seis lugares en torno a esta pared, cerca del centro. A continuación, el valor de turbidez se notifica como promedio de estos seis paralelos.

40 **[0111]**

Medición del brillo en botellas

[0111]

45 **Instrumento:** Scen TRI-MICROGLOSS 20-60-80 de BYK- Gardner

Prueba: ASTM D 2457 (en cuanto a placas moldeadas por inyección)

Botellas:

50 **[0112]** Se mide sobre la pared de las botellas. Las partes superior e inferior de las botellas se cortan. A continuación, esta pared redonda se divide en dos, horizontalmente. Seguidamente esta pared se corta en seis muestras iguales de aproximadamente 90x90 mm, justo para encajar en una trampa de luz especial realizada para pruebas sobre piezas moldeadas por inyección.

55 **[0113]** A continuación, se mide el brillo a 60 ° sobre estas seis muestras, y se notifica el valor promedio como brillo a 60 °.

Carga máxima

60 **[0114]** La finalidad de esta medición es determinar la rigidez de botellas redondas de 1 litro. Se determina mediante este método la fuerza de deformación a 1 mm, 2 mm y 3 mm de deformación de la botella redonda. Adicionalmente, se determinan la fuerza máxima F_{max} y la deformación en mm a F_{max} .

65 **[0115]** Las botellas tienen una altura de 203 mm. Las botellas se producen de acuerdo con la descripción que se ofrece posteriormente.

[0116] Antes de las pruebas, las botellas se acondicionan durante 7 días a una temperatura de 23 °C y a una humedad relativa del 50 % (+/- 5 %). Se retira la rebaba del orificio de la botella.

5 [0117] La carga máxima se somete a prueba en una máquina de ensayo universal de la clase 1 de acuerdo con la DIN 51221. Las botellas a probar se colocan entre dos placas pulidas paralelas de acero endurecido, una placa es fija y la otra es móvil. Se registra la fuerza y los resultados se proporcionan como F_{max} (N) y Deformación a la Fuerza Máxima (mm).

10 [0118] Se someten a prueba ocho botellas con una velocidad de 10 mm/minuto usando una célula de carga de 2,5 kN. Los resultados de la prueba de las ocho botellas sometidas a prueba proporcionan el valor promedio.

Aumento del peso

15 [0119] El aumento del peso es una medición que muestra la idoneidad en la procesabilidad de un material de muestra de polipropileno en comparación con una calidad de referencia definida.

[0120] El aumento del peso se define como la relación del peso de una botella de muestra, producida en condiciones de referencia definidas, con respecto al peso de una botella normalizada producida en condiciones de referencia. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Aumento de peso (\%)} = \text{peso de la botella de muestra (g)} / \text{peso de la botella normalizada (g)} \times 100$$

25 Las condiciones de referencia se definen como el conjunto apropiado de temperatura (°C), caudal de la extrusora de alimentación (rpm) y anchura de la abertura de la matriz (mm) necesarios para la producción de botellas normalizadas que presenten exactamente un peso de 40 +/- 1 g usando una calidad de polipropileno normalizada definida, utilizada para moldeo por extrusión-soplado. Las botellas normalizadas descritas en esta invención se producen a partir de la calidad de polipropileno aleatorio Borealis RB307MO (contenido de etileno aproximadamente 4 % en peso, MFR₂ (230 °C) aproximadamente 1,5 g/10 minutos) en condiciones de referencia, lo cual significa condiciones necesarias para obtener botellas con 40 g (+/- 1 g).

2. Preparación de los ejemplos

35 [0121] Los componentes se mezclaron de acuerdo con la Tabla 1. Para la estabilización de los materiales, se ha usado un paquete de aditivos convencional tal como un 0,2 % en peso de Irganox B225 (mezcla maestra de antioxidante suministrada por Ciba Specialty Chemicals, Suiza) y un 0,05 % en peso de Estearato de Ca (n.º de CAS 1592-23-0). Para la etapa de viscorreducción se dosificó iniciador de peróxido (Trigonox 101, suministrado por Akzo Nobel) en una cantidad del 0,015 % en peso. La mezcla tuvo lugar en una extrusora de doble husillo (PRISM TSE24 relación de L/D 40) con dos segmentos de mezclado de alta intensidad a temperaturas entre 190 y 240 °C con un caudal de 10 kg/hora y una velocidad de los husillos de 50 rpm. El material se extruyó en dos matrices circulares de 3 mm de diámetro hacia un baño de agua para la solidificación de los cordones y a continuación se peletizó y se secó.

45 [0122] Para la producción de botellas redondas de 1 litro como las usadas para pruebas en el trabajo de la invención se usó una Máquina de Moldeo por Soplado "Fischer Müller". Los parámetros de procesado principales para la producción son los siguientes:

- Perfil de temperatura: de 180 a 190 °C aplicados en extrusora, adaptador y cabezal
- 50 - Temperatura de fusión medida: de 180 a 190 °C
- Velocidad de la extrusora (revoluciones por minuto; rpm): de 11 a 14 rpm
- Abertura de la matriz: la abertura de la matriz se ajustó para obtener una botella con un peso de 40 g con calidad Borealis RB307MO
- 55 - Tiempo de los ciclos: de 12 a 16 segundos

Tabla 1: Propiedades de las composiciones de polipropileno

	R-PP	HMS	α-1	α-2	MFR**	Turbidez	Brillo interior	Brillo exterior	Carga máxima	Aumento de peso
	[g]	[g]	[g]	[g]	g/10 minutos	[%]	[%]	[%]	[N]	[%]
CE 1	99,83	-	0,17	-	1,4	26,0	11	12	240	100
CE 2	99,60	-	0,40	-	2,6	17,0			230	75

ES 2 392 218 T3

CE 3	99,60	-	-	0,40	1,5	15,0	14	13	255	100
CE 4*	99,60	-	0,40	-	3,7	14,0			230	57
IE 1	92,10	7,5	0,40	-	2,2	13,9	17	19	280	97
IE 2*	92,10	7,5		0,40	2,6	10,4	19	20	300	101

* viscorreducido

** "MFR" es MFR₂ (230 °C)

R-PP: es el copolímero de propileno etileno aleatorio comercial "RB307MO" de Borealis con un contenido de etileno del 3,9 % en peso, un MFR₂ (230 °C) de 1,5 g/10 minutos, una densidad de 902 kg/m³, un índice de ramificación g' de 1,0 y una fracción soluble en xileno en frío (XCS) del 7,0 % en peso.

HMS: es el polipropileno de alta resistencia en fusión comercial Daploy™ WB 180HMS de Borealis basado en un homopolímero de propileno, en donde el polipropileno de alta resistencia en fusión Daploy™ WB180HMS tiene una densidad de 905 kg/m³, un punto de fusión de 165 °C, MFR₂ (230 °C) de 6,0 g/10 minutos, una resistencia en fusión de 11,5 cN a una velocidad máxima de 242 mm/s, una fracción soluble en xileno en frío (XCS) del 2,5 % en peso y un índice de ramificación g' de 0,64.

α-1: es el agente α-nucleante comercial Millad 3988 (bis (3,4,-di-metilbenciliden) sorbitol)

α-2: es el agente α-nucleante comercial Millad NX 8000 (Nonitol, 1,2,3,-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol)

REIVINDICACIONES

- 5 1. Composición de polipropileno que comprende un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), un polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) y un clarificador (C), en donde
- (a) el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende unidades obtenidas a partir de propileno y por lo menos otra α -olefina C_2 a C_{20} ,
- 10 (b) opcionalmente el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene un índice de ramificación g' menor que 1,0,
- (c) el clarificador (C) comprende por lo menos un agente α -nucleante (N), y
- 15 (d) la composición de polipropileno tiene un MFR_2 (230 °C) en el intervalo de entre 2,0 y 6,0 g/10 minutos, en donde además el(los) agente(s) α -nucleante(s) (N) se seleccionan del grupo consistente en
- (i) benzoato de sodio, y tert-butilbenzoato de aluminio, y
- 20 (ii) dibencilidensorbitol y derivados de dibencilidensorbitol C_1 - C_8 -alquil-sustituidos, y
- (iii) sales de diésteres de ácido fosfórico, y
- 25 (iv) polímero de vinilcicloalcano y polímero de vinilalcano.
2. Composición de polipropileno según la reivindicación 1, en la que la composición de polipropileno tiene un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 7,0 cN y una velocidad de estirado v_{max} de por lo menos 180 mm/s.
- 30 3. Composición de polipropileno según la reivindicación 1 ó 2, en la que la composición de polipropileno tiene una fracción insoluble en xileno en caliente (XHI) no mayor que el 1,0 % en peso.
4. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición de polipropileno y/o el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene/tienen una fracción soluble en xileno en frío (XCS) no mayor que el 15,0 % en peso.
- 35 5. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de unidades obtenidas a partir de α -olefinas C_2 a C_{20} que no sean propileno no es mayor que el 7,0 % en peso en la composición de polipropileno.
- 40 6. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de unidades obtenidas a partir de α -olefinas C_2 a C_{20} que no sean propileno está en el intervalo de entre el 1,0 y el 7,0 % en peso en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP).
- 45 7. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición de polipropileno y/o el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene/tienen un MFR_2 (230 °C) no mayor que 4,5 g/10 minutos.
- 50 8. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene un comportamiento de endurecimiento por deformación con una fuerza de tracción F_{max} de por lo menos 10,0 cN y una velocidad de estirado v_{max} de por lo menos 200 mm/s.
- 55 9. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) comprende unidades obtenidas a partir de
- (i) propileno y
- (ii) monómero(s) bifuncionalmente insaturado(s) y/o polímero(s) de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado(s).
- 60 10. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición de polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP) tiene
- 65 (a) una fracción insoluble en xileno en caliente (XHI) no mayor que el 1,0 % en peso, y/o

(b) un MFR₂ (230 °C) de entre 1,0 y 10,0 g/10 minutos.

- 5
11. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición de polipropileno se ha viscorreducido y la relación de viscorreducción (MFR₂ (230 °C) final/MFR₂ (230 °C) inicial) es de 1,3 a 3,0.
- 10
12. Composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición de polipropileno comprende
- 15
- (a) entre un 70,0 y un 95,0 % en peso del copolímero de propileno aleatorio (R-PP),
- (b) entre un 5,0 y un 20,0 % en peso del polipropileno de alta resistencia en fusión (HMS-PP), y
- (c) entre un 0,01 y un 5,0 % en peso del clarificador (C),
- sobre la base de la composición de polipropileno total.
- 20
13. Uso de una composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para la preparación de productos moldeados por extrusión-soplado.
- 25
14. Artículo moldeado por extrusión-soplado que comprende una composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 12.
15. Artículo según la reivindicación 14, en el que el artículo es una botella.

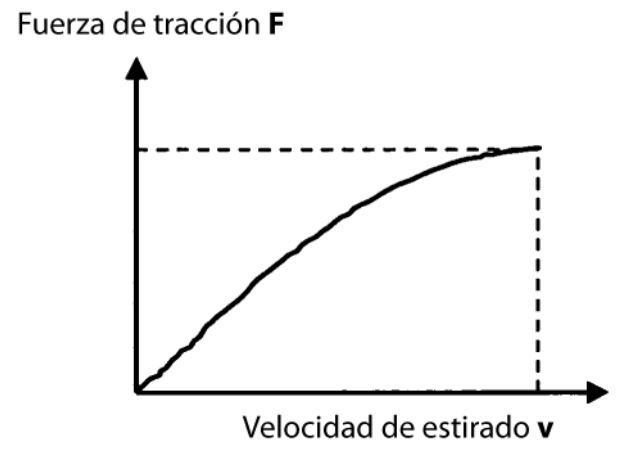
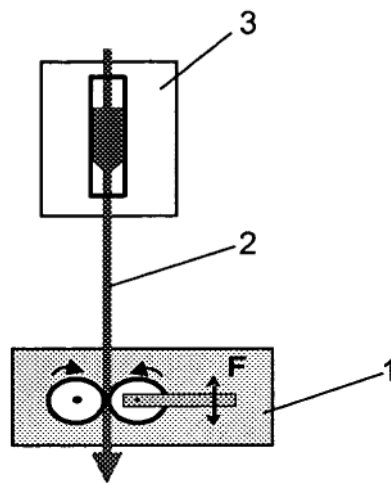


Figura 1

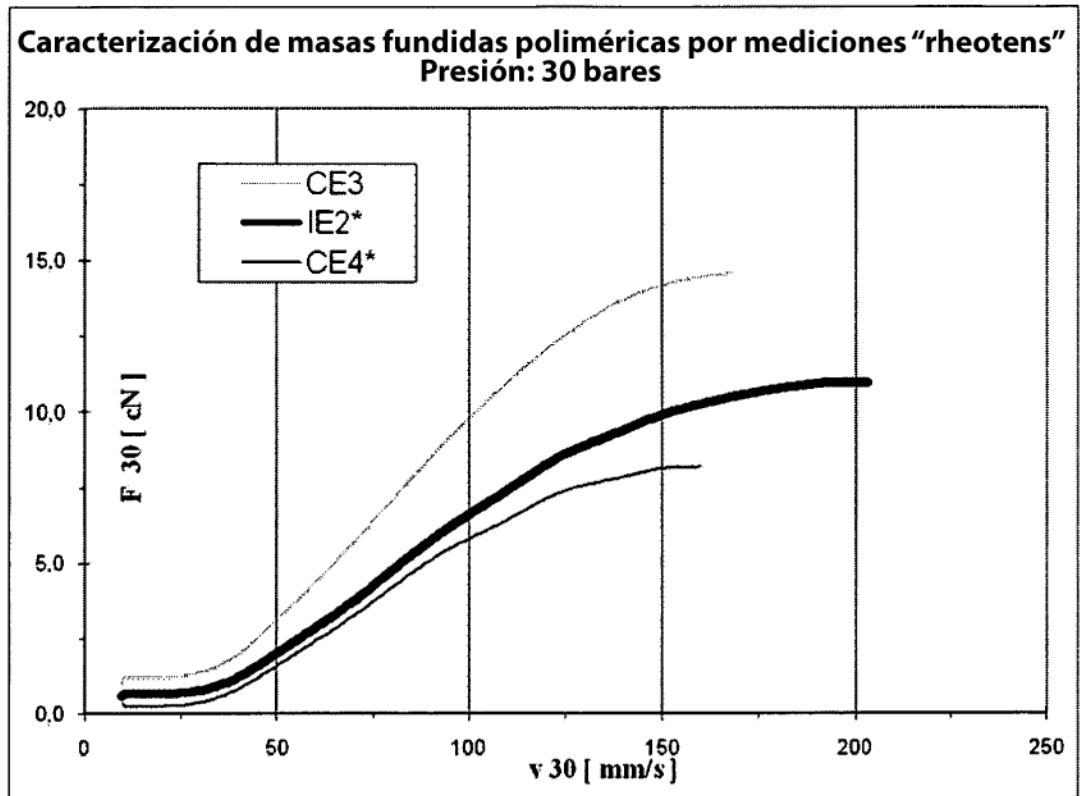


Figura 2