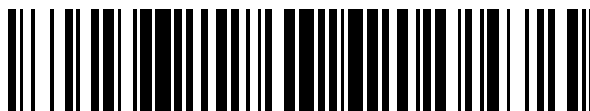


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 912**

51 Int. Cl.:

C08L 23/08 (2006.01)

C08L 51/00 (2006.01)

C08L 77/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2013 PCT/US2013/032459**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO14070237**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2013 E 13716897 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2914657**

54 Título: **Composiciones de polímeros funcionalizados y películas formadas a partir de los mismos**

30 Prioridad:

05.11.2012 US 201261722274 P

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

21.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ONER-DELIORMANLI, DIDEM;
WALTHER, BRIAN W.;
PATEL, RAJEN M.;
BUNKER, GREGORY y
GARNETT, JOHN W.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 743 912 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

Composiciones de polímeros funcionalizados y películas formadas a partir de los mismos

Antecedentes

5 La compatibilidad de los polímeros polares, como la poliamida y/o el EVOH, con polímeros no polares como el polietileno y/o el polipropileno se logra comúnmente mediante polímeros injertados con anhídrido maleico. Las composiciones de polímeros que contienen polímeros funcionalizados se describen en las siguientes referencias: documentos US 6075091, US 20060199914, WO 1994/025526, WO 2007/146875 y WO2011/163176. Véase también, A. Mendez-Prieto et al., Multilayer Structure Using Reprocessed Coextruded LLDPE/TIE/PA-6 Films, Journal of Polymer Engineering, Vol. 18, N.º 3, 1998, 221-234; M.M. Nir et al., Performance of Reprocessed Multilayer LDPE/Nylon-6 Film, Polymer Engineering and Sciences, 1995, Vol. 35, N.º 23, 1878-1883. Los documentos US 10 2010/160497, US 2010/143651, US 6 034 176 y US 2010/101822 también divulgan interpolímeros de olefinas funcionalizados usados como compatibilizadores en mezclas con polímeros polares adicionales (por ejemplo, poliamida) o poliolefinas no funcionalizadas.

15 Los polímeros a base de olefinas funcionalizados con anhídrido maleico tradicionales, que contienen un alto contenido de anhídrido maleico, se han usado como compatibilizadores entre poliolefina y EVOH y/o poliamida, en composiciones multicomponente, donde la poliolefina funcionalizada con anhídrido maleico compatibiliza polímeros basados en olefinas y EVOH y/o poliamida. Sin embargo, en composiciones multicomponente, donde las áreas de la superficie interfacial son mayores, las poliolefinas funcionalizadas con anhídrido maleico tradicionales pueden reaccionar y formar una interfase reticulada con el polímero polar. Los artículos tales como películas, láminas 20 producidas a partir de dichas composiciones tienen típicamente malas propiedades ópticas y mecánicas. Existe la necesidad de nuevas composiciones de polímeros que compatibilicen efectivamente los sistemas de poliolefina/poliamida, poliolefina/EVOH o poliolefina/poliamida/EVOH, sin dar como resultado interfases reticuladas, y que se puedan usar para formar películas o láminas con propiedades ópticas y mecánicas mejoradas. Estas necesidades han sido satisfechas por la siguiente invención.

25 Sumario de la invención

La invención de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 10 proporciona una composición que comprende al menos lo siguiente:

A) un interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico que tiene las siguientes propiedades:

- 30 i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) menor o igual a 200 Pa·s (200.000 cP),
ii) una densidad de 0,855 a 0,930 g/cc;

B) un polímero a base de etileno que tiene una densidad (ASTM D 792) mayor que, o igual a, 0,915 g/cc; y C) un polímero polar seleccionado de un polímero de etileno y alcohol vinílico, una poliamida, un poliéster, un poliéster glicol o combinaciones de los mismos.

35 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra imágenes de MET de películas formadas a partir del Ejemplo comparativo A (izquierda), el Ejemplo comparativo B (centro) y el Ejemplo según la invención 1 (derecha).

La figura 2 muestra imágenes de microscopia óptica de películas formadas a partir del Ejemplo comparativo A (izquierda), el Ejemplo comparativo B (centro) y el Ejemplo según la invención 1 (derecha).

40 La figura 3 es un diagrama de araña que representa las propiedades ópticas de películas formadas a partir del Ejemplo comparativo A, el Ejemplo comparativo B, el Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2.

La figura 4 muestra imágenes de MET de películas formadas a partir del Ejemplo comparativo E (arriba a la izquierda), el Ejemplo comparativo F (arriba a la derecha) y el Ejemplo según la invención 4 (centro inferior).

45 La figura 5 es un diagrama de araña que representa las propiedades ópticas de películas formadas a partir del Ejemplo comparativo E, el Ejemplo comparativo F y el Ejemplo según la invención 4.

La figura 6 es un diagrama de araña que representa las propiedades mecánicas de películas formadas a partir del Ejemplo comparativo E, el Ejemplo comparativo F y el Ejemplo según la invención 4.

Descripción detallada

50 Se ha descubierto sorprendentemente que las composiciones según la invención se pueden usar para formar artículos con partículas bien dispersas, pequeñas y discretas de polímeros polares en una matriz de polímero no polar. Estos

artículos tienen excelentes propiedades físicas y excelentes propiedades ópticas.

Como se analiza anteriormente, la invención proporciona un de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 10.

Una composición según la invención puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

- 5 El interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico (componente A) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.
- El polímero a base de etileno (componente B) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.
- 10 El polímero polar (componente C) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) menor que, o igual a, 70 Pa·s (70.000 cP).
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) menor que, o igual a, 50 Pa·s (50.000 cP).
- 15 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) menor que, o igual a, 30 Pa·s (30.000 cP).
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) menor que, o igual a, 20 Pa·s (20.000 cP).
- 20 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) mayor que, o igual a, 2 Pa·s (2.000 cP), adicionalmente mayor que, o igual a, 3 Pa·s (3.000 cP), y adicionalmente mayor que, o igual a, 5 Pa·s (5.000 cP).
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (177 °C) de 5 Pa·s a 200 Pa·s (5.000 cP a 200.000 cP).
- 25 El polímero polar (componente C) se selecciona de un polímero de etileno y alcohol vinílico, una poliamida, un poliéster, un poliéster glicol o combinaciones de los mismos.
- En una realización, el polímero polar se selecciona de polímero de etileno/alcohol vinílico, poliamida, tereftalato de polietileno, tereftalato de polietilenglicol o combinaciones de los mismos.
- En una realización, el polímero polar (componente C) se selecciona de un polímero de etileno y alcohol vinílico, una poliamida o una combinación de los mismos.
- 30 En una realización, el polímero polar (componente C) tiene un índice de fusión (I₂) de 0,1 a 20 g/10 min, adicionalmente de 0,2 a 10 g/10 min, y adicionalmente de 0,5 a 5 g/10 min.
- En una realización, el polímero polar (componente C) tiene una densidad de 1,00 a 1,30 g/cc, adicionalmente de 1,10 a 1,20 g/cc (1 cc = 1 cm³).
- 35 En una realización, el polímero polar (componente C) no se somete a un proceso de secado para eliminar la humedad absorbida antes de su uso.
- El polímero polar (componente C) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico (componente A) tiene una DPM (M_w/M_n) de 1,5 a 3,5, adicionalmente de 2,0 a 3,0.
- 40 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad de 0,855 g/cm³ a 0,930 g/cm³.
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad de 0,860 g/cm³ a 0,900 g/cm³, adicionalmente de 0,865 g/cm³ a 0,890 g/cm³, adicionalmente de 0,865 g/cm³ a 0,880 g/cm³.
- 45 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un peso molecular promedio en peso (M_w) de 4.000 a 30.000 g/mol.
- En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un

ES 2 743 912 T3

copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

El interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico (componente A) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

En una realización, el polímero a base de etileno (componente B) tiene un índice de fusión (I₂) de 0,5 a 50 g/10 min.

- 5 El polímero a base de etileno (componente B) tiene una densidad mayor que, o igual a, 0,915 g/cc (1 cc = 1 cm³).

En una realización, el polímero a base de etileno (componente B) tiene una densidad mayor que, o igual a, 0,920 g/cc.

En una realización, el polímero a base de etileno (componente B) tiene una densidad de 0,920 a 0,940 g/cc.

El polímero a base de etileno (componente B) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

- 10 En una realización, el componente A está presente en una cantidad de 0,5 a 30 por ciento en peso, adicionalmente de 1 a 25 por ciento en peso, adicionalmente de 2 a 20 por ciento en peso, basado en el peso de la composición.

En una realización, el componente C está presente en una cantidad del 1 al 30 por ciento en peso, adicionalmente del 3 al 25 por ciento en peso, adicionalmente del 5 al 20 por ciento en peso, basado en el peso de la composición.

- 15 En una realización, la composición comprende adicionalmente un polímero a base de olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

En una realización, la composición comprende adicionalmente un polímero a base de etileno funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico, adicionalmente un interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico, y adicionalmente un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

- 20 En una realización, la composición adicionalmente comprende un polímero a base de propileno funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico, adicionalmente un interpolímero de propileno/alfa-olefina o interpolímero de propileno/etileno funcionalizados con anhídrido y/o ácido o carboxílico, y adicionalmente un copolímero de propileno/alfa-olefina o copolímero de propileno/etileno funcionalizados con anhídrido y/o ácido carboxílico.

En una realización, la composición no comprende un agente de reticulación.

- 25 En una realización, la composición comprende menos del 0,1 por ciento en peso, adicionalmente menos del 0,01 por ciento en peso, adicionalmente menos del 0,001 por ciento en peso, de un agente de reticulación.

En una realización preferente, la composición no está reticulada.

La invención también proporciona un artículo que comprende al menos un componente formado a partir de una composición según la invención de cualquiera de los realizaciones descritos en el presente documento.

- 30 La invención también proporciona una película que comprende al menos un componente formado a partir de una composición según la invención de cualquier realización descrito en el presente documento.

En una realización, la película comprende adicionalmente al menos una capa formada a partir de una composición que comprende un polímero polar. En una realización adicional, la composición comprende más de, o igual a, 50 por ciento en peso, adicionalmente más de, o igual a, 80 por ciento en peso, adicionalmente más de, o igual a, 95 por ciento en peso, del polímero polar. En una realización, el polímero polar se selecciona de un polímero de etileno y alcohol vinílico, una poliamida, un poliéster, un poliéster glicol o combinaciones de los mismos.

- 35 En una realización, la película comprende adicionalmente al menos una capa formada a partir de una composición que comprende un polímero a base de olefina. En una realización adicional, la composición comprende más de, o igual a, 50 por ciento en peso, adicionalmente más de, o igual a, 80 por ciento en peso, adicionalmente más de, o igual a, 95 por ciento en peso, del polímero polar. En una realización, el polímero a base de olefina se selecciona de un polímero a base de etileno, un polímero a base de propileno o combinaciones de los mismos.

En una realización preferente, la película no está reticulada.

- 40 En una realización, la película comprende adicionalmente al menos una capa formada a partir de una composición que comprende un polímero polar. En una realización adicional, la película comprende adicionalmente al menos una capa formada a partir de una composición que comprende un polímero a base de olefina. En una realización, el polímero a base de olefina se selecciona de un polímero a base de etileno, un polímero a base de propileno o combinaciones de los mismos.

- 45 Una película según la invención puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describe en el presente documento.

La invención también proporciona un procedimiento para hacer una película, comprendiendo dicho procedimiento extruir una composición según la invención de cualquier realización descrito en el presente documento. Los expertos en la técnica sabrían controlar el nivel de humedad en los componentes A-C antes de combinarlos.

5 En una realización, el polímero polar (componente C) no se somete a un proceso de secado para eliminar la humedad absorbida antes de su uso.

Un procedimiento según la invención puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

Una composición según la invención puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

10 Un artículo según la invención puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

Componente A (interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico)

15 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico. Las α -olefinas preferentes incluyen, pero sin limitación, α -olefinas C₃-C₂₀, y preferentemente α -olefinas C₃-C₁₀. Las α -olefinas más preferentes incluyen propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno y 1-octeno, y más preferentemente incluyen propileno, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

20 En una realización, el componente A es un interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y ácido carboxílico, y adicionalmente un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y ácido carboxílico. Un ejemplo de dicho copolímero funcionalizado incluye plastómero de poliolefina AFFINITY GA 1000R, disponible de The Dow Chemical Company.

25 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico del Componente A comprende más de, o igual a, 0,5 por ciento en peso, más de, o igual a, 0,8 por ciento en peso, más de, o igual a 0,9 por ciento en peso, y adicionalmente más de o igual a 1,0 por ciento en peso de la funcionalidad de anhídrido y/o ácido carboxílico, basado en el peso del polímero. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/ α -olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

30 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico del Componente A comprende del 0,6 al 1,9 por ciento en peso, adicionalmente del 0,8 al 1,7 por ciento en peso, adicionalmente del 0,9 al 1,5 por ciento en peso de la funcionalidad de anhídrido y/o ácido carboxílico, basado en el peso del polímero.

35 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico del Componente A tiene una viscosidad en estado fundido menor que, o igual a, 40 Pa·s (40.000 cP), adicionalmente menor o igual a, 30 Pa·s (30.000 cP), adicionalmente menor que, o igual a 20 Pa·s (20.000 cP), y adicionalmente menor o igual a 15 Pa·s (15.000 cP), a 177 °C (350 °F). En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/ α -olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

40 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico del Componente A tiene una viscosidad en estado fundido mayor que, o igual a, 2 Pa·s (2.000 cP), mayor que o igual a, 3 Pa·s (3.000 cP), mayor que, o igual a 4 Pa·s (4.000 cP) y mayor que o igual a 5 Pa·s (5.000 cP) a 177 °C (350 °F). En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/ α -olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

45 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una viscosidad en estado fundido de 2 Pa·s a 50 Pa·s (2.000 cP a 50.000 cP), adicionalmente de 3 Pa·s a 40 Pa·s (3.000 cP a 40.000 cP), adicionalmente de 4 Pa·s a 30 Pa·s (4.000 cP a 30.000 cP), a 177 °C (350 °F), y adicionalmente de 5 Pa·s a 20 Pa·s (5.000 cP a 20.000 cP), a 177 °C (350 °F). En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/ α -olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

50 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una distribución de peso molecular (Mw/Mn) menor que, o igual a, 5,0, adicionalmente menor que, o igual a, 4,0, adicionalmente menor que, o igual a, 3,0, adicionalmente menor que, o igual a, 2,8, y adicionalmente menor que, o igual a, 2,5. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/ α -olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una

distribución de peso molecular (Mw/Mn) mayor que, o igual a 1,1, adicionalmente mayor que, o igual a 1,3, adicionalmente mayor que, o igual a 1,5, y adicionalmente mayor que, o igual a 2,0. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

5 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) menor que, o igual a, 50.000 g/mol, adicionalmente menor que, o igual a, 40.000 g/mol, adicionalmente menor que, o igual a, 30.000 g/mol. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

10 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) mayor que, o igual a, 2000 g/mol, adicionalmente mayor que, o igual a, 3000 g/mol, adicionalmente mayor que, o igual a, 4000 g/mol. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

15 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un índice de fusión (I2), o índice de fusión calculado (I2), mayor que, o igual a, 300 g/10 min, adicionalmente mayor que, o igual a, 400 g/10 min, y todavía adicionalmente mayor que, o igual a, 500 g/10 min. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

20 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un índice de fusión (I2), o índice de fusión calculado (I2), menor que, o igual a, 1500 g/10 min, adicionalmente menor que, o igual a, 1200 g/10 min, y todavía adicionalmente menor que, o igual a, 1000 g/10 min. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

25 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un porcentaje de cristalinidad menor que, o igual a, 40 por ciento, adicionalmente menor que, o igual a, 30 por ciento, adicionalmente menor que, o igual a, 25 por ciento, y todavía adicionalmente menor que, o igual a, 20 por ciento, según lo determinado por DSC. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

30 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un porcentaje de cristalinidad mayor que, o igual a, 2 por ciento, adicionalmente mayor que, o igual a, 5 por ciento, adicionalmente mayor que, o igual a, 10 por ciento, y adicionalmente mayor que, o igual a, 15 por ciento, según lo determinado por DSC. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

35 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad mayor que, o igual a, 0,850 g/cc, adicionalmente mayor que, o igual a, 0,855 g/cc, y adicionalmente mayor que, o igual a, 0,860 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

40 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad menor que, o igual a, 0,900 g/cc, adicionalmente menor que, o igual a, 0,895 g/cc y adicionalmente menor que, o igual a, 0,890 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

45 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad menor que, o igual a, 0,885 g/cc, adicionalmente menor que, o igual a, 0,880 g/cc y adicionalmente menor que, o igual a, 0,875 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

50 En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad de 0,855 g/cm³ a 0,900 g/cm³, adicionalmente de 0,860 g/cm³ a 0,895 g/cm³, adicionalmente de 0,865 g/cm³ a 0,890 g/cm³, y adicionalmente de 0,865 g/cm³ a 0,880 g/cm³. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico.

55 En una realización, la composición comprende del 2 al 30 por ciento en peso, y adicionalmente del 5 al 20 por ciento

en peso del componente A, basado en el peso de la composición.

Un interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

5 Un copolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

Interpolímeros de etileno/ α -olefina (polímeros de base para el Componente A)

El polímero base usado para formar el interpolímero de etileno/ α -olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico es un interpolímero de etileno/ α -olefina.

10 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina, es un copolímero de etileno/ α -olefina. Las α -olefinas preferentes incluyen, pero sin limitación, α -olefinas C₃-C₂₀ y otras α -olefinas C₃-C₁₀. Las α -olefinas más preferentes incluyen propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno y 1-octeno, y todavía adicionalmente incluyen propileno, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

15 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una viscosidad en estado fundido menor que, o igual a, 50 Pa·s (50.000 cP), adicionalmente menor que, o igual a, 40 Pa·s (40.000 cP) y adicionalmente menor que, o igual a, 30 Pa·s (30.000 cP) a 177 °C (350 °F). En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

20 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una viscosidad en estado fundido mayor que, o igual a, 2 Pa·s (2.000 cP), adicionalmente mayor que, o igual a, 4 Pa·s (4.000 cP), adicionalmente mayor que, o igual a, 5 Pa·s (5.000 cP) a 350 °F. (177 °C). En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una viscosidad en estado fundido de 2 Pa·s a 20 Pa·s (2.000 cP a 20.000 cP), adicionalmente de 4 Pa·s a 16 Pa·s (4.000 cP a 16.000 cP), y adicionalmente de 5 Pa·s a 10 Pa·s (5.000 cP a 10.000 cP), a 177 °C (350 °F). En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

25 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una distribución de peso molecular (Mw/Mn) menor que, o igual a, 5,0, y adicionalmente menor que, o igual a, 4,0, y adicionalmente menor que, o igual a, 3,0. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

30 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una distribución de peso molecular (Mw/Mn) mayor que, o igual a, 1,0, y adicionalmente mayor que, o igual a, 1,5, y adicionalmente mayor que, o igual a, 2,0. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, los interpolímeros de etileno/ α -olefina tienen una distribución de peso molecular de 1,1 a 3,5, adicionalmente de 1,1 a 3 y adicionalmente de 1,1 a 2,5. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

35 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene un índice de fusión (I2 o MI), o un índice de fusión calculado (I2), mayor que, o igual a, 500 g/10 min, adicionalmente mayor que, o igual a, 800 g/10 min, y adicionalmente mayor que, o igual a, 1000 g/10 min. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

40 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene un porcentaje de cristalinidad menor que, o igual a, 40 por ciento, adicionalmente menor que, o igual a, 30 por ciento, adicionalmente menor que, o igual a, 25 por ciento, y adicionalmente menor que, o igual a, 20 por ciento, según lo determinado por DSC. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

45 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene un porcentaje de cristalinidad mayor que, o igual a, 2 por ciento, adicionalmente mayor que, o igual a, 5 por ciento, adicionalmente mayor que, o igual a, 10 por ciento, y adicionalmente mayor que, o igual a, 15 por ciento, según lo determinado por DSC. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene un porcentaje de cristalinidad de 2 a 30 por ciento, adicionalmente de 5 a 25 por ciento, y adicionalmente de 10 a 20 por ciento, según lo determinado por DSC. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

50 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene un porcentaje de cristalinidad de 5 a 30 por ciento, adicionalmente de 10 a 25 por ciento, y adicionalmente de 15 a 23 por ciento, según lo determinado por DSC. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una densidad mayor que, o igual a, 0,855 g/cc,

adicionalmente mayor que, o igual a, 0,860 g/cc, adicionalmente mayor que, o igual a, 0,865 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

5 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina tiene una densidad menor que, o igual a, 0,900 g/cc, adicionalmente menor que, o igual a, 0,895 g/cc, adicionalmente menor que, o igual a, 0,890 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, los interpolímeros de etileno/ α -olefina tienen una densidad de 0,855 g/cm³ a 0,900 g/cm³, adicionalmente de 0,860 g/cm³ a 0,895 g/cm³, y adicionalmente de 0,865 g/cm³ a 0,890 g/cm³. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

10 Algunos ejemplos de copolímeros de etileno/ α -olefina incluyen plastómeros de poliolefina AFFINITY GA, disponibles de The Dow Chemical Company, y LICOCENE Performance Polymers de Clariant. Otros ejemplos de polímeros de etileno/ α -olefina adecuados para la invención incluyen los polímeros de etileno de peso molecular ultra bajo descritos en las patentes de EE. UU. números 6.335.410, 6.054.544 y 6.723.810.

15 En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un interpolímero lineal homogéneamente ramificado, y adicionalmente un copolímero, o un interpolímero homogéneamente ramificado sustancialmente lineal, y adicionalmente un copolímero.

En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un interpolímero lineal homogéneamente ramificado, y adicionalmente un copolímero.

En una realización, el interpolímero de etileno/ α -olefina es un interpolímero sustancialmente lineal homogéneamente ramificado, y adicionalmente un copolímero.

20 Los términos "homogéneo" y "homogéneamente ramificado" se usan en referencia a un interpolímero de etileno/ α -olefina, en el que el comonomero de α -olefina está aleatoriamente distribuido dentro de una molécula de polímero dada, y todas las moléculas de polímero tienen la misma o sustancialmente la misma proporción entre comonomero y etileno.

25 Los interpolímeros de etileno lineales homogéneamente ramificados son polímeros de etileno, que carecen de ramificación de cadena larga, pero tienen ramificaciones de cadena corta, derivadas del comonomero polimerizado en el interpolímero, y que están homogéneamente distribuidas, tanto dentro de la misma cadena de polímero como entre diferentes cadenas de polímero. Estos interpolímeros de etileno/ α -olefina tienen una cadena principal de polímero lineal, sin ramificaciones de cadena larga mensurables y una distribución de peso molecular estrecha. Esta clase de polímeros se divulga, por ejemplo, en la patente de EE. UU. N.º 3.645.992 de Elston, y se han desarrollado procesos posteriores para producir dichos polímeros, usando catalizadores de bis-metaloceno, como se muestra, por ejemplo, en los documentos EP 0 129 368; EP 0 260 999; la patente de EE. UU. N.º 4.701.432; la patente de EE. UU. N.º 4.937.301; la patente de EE. UU. N.º 4.935.397; la patente de EE. UU. N.º 5.055.438; y el documento WO 90/07526. Como se analiza, los interpolímeros de etileno lineales homogéneamente ramificados carecen de ramificaciones de cadena larga, tal como es el caso de los polímeros de polietileno lineales de baja densidad o los polímeros de polietileno lineales de alta densidad. Los ejemplos comerciales de interpolímeros de etileno/ α -olefina lineales homogéneamente ramificados incluyen polímeros TAFMER de Mitsui Chemical Company, y polímeros EXACTOS y EXCEED de ExxonMobil Chemical Company.

40 Los interpolímeros sustancialmente lineales homogéneamente ramificados de etileno/ α -olefina se describen en las patentes de EE. UU. N.º 5.272.236; 5.278.272; 6.054.544; 6.335.410 y 6.723.810. Los interpolímeros de etileno/ α -olefina sustancialmente lineales tienen ramificaciones de cadena larga. Las ramas de cadena larga tienen la misma distribución de comonomeros que la cadena principal de polímero, y pueden tener aproximadamente la misma longitud que la longitud de la cadena principal del polímero. "Sustancialmente lineal", típicamente, se refiere a un polímero que está sustituido, de media, con "0,01 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos" a "3 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos". La longitud de una rama de cadena larga es más larga que la longitud de carbonos de una rama de cadena corta, formada a partir de la incorporación de un comonomero en la cadena principal del polímero.

Algunos polímeros pueden estar sustituidos con 0,01 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos totales a 3 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos totales, adicionalmente de 0,01 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos totales a 2 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos totales, y adicionalmente de 0,01 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos totales a 1 ramificación de cadena larga por 1000 carbonos totales.

50 Los interpolímeros de etileno/ α -olefina sustancialmente lineales forman una clase única de polímeros de etileno homogéneamente ramificados. Difieren sustancialmente de la clase bien conocida de interpolímeros de etileno/ α -olefina lineales homogéneamente ramificados convencionales, como se analiza anteriormente, y, además, no están en la misma clase que los polímeros de etileno lineales heterogéneos convencionales "polimerizados con catalizador de Ziegler-Natta" (por ejemplo, polietileno de densidad ultra baja (ULDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) o polietileno de alta densidad (HDPE), fabricado, por ejemplo, usando la técnica que divulgan Anderson et al., en la patente de EE. UU. 4.076.698); ni están en la misma clase que los polietilenos altamente ramificados iniciados por radicales libres y alta presión, tales como, por ejemplo, copolímeros de polietileno de baja densidad (LDPE) y etileno-

ácido acrílico (EAA) y copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA).

Los interpolímeros de etileno/ α -olefina sustancialmente lineales homogéneamente ramificados útiles en la invención tienen una excelente procesabilidad, a pesar de que tienen una distribución de peso molecular relativamente estrecha. Sorprendentemente, el índice de fluidez (110/12), de acuerdo con ASTM D 1238, de los interpolímeros de etileno sustancialmente lineales se puede variar ampliamente, y de forma esencialmente independiente de la distribución de peso molecular (M_w/M_n o DPM). Este comportamiento sorprendente es contrario al de los interpolímeros de etileno lineales homogéneamente ramificados convencionales, como los descritos, por ejemplo, por Elston en el documento US 3.645.992, y los interpolímeros de polietileno lineales heterogéneamente ramificados "polimerizados por Ziegler-Natta" convencionales, como los descritos, por ejemplo, por Anderson et al., en el documento US 4.076.698. A diferencia de los interpolímeros de etileno sustancialmente lineales, los interpolímeros de etileno lineales (ya sean homogénea o heterogéneamente ramificados) tienen propiedades reológicas, de modo que, a medida que aumenta la distribución del peso molecular, el valor de 110/12 también aumenta.

La ramificación de cadena larga se puede determinar usando la espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) ^{13}C , y se puede cuantificar usando el procedimiento de Randall (Rev. Macromol. Chem Phys., C29 (2 y 3), 1989, p. 285-297), cuya divulgación se incorpora en el presente documento como referencia. Otros dos procedimientos son la cromatografía de permeación en gel acoplada a un detector de dispersión de luz láser de ángulo bajo (GPC-LALLS), y la cromatografía de permeación en gel acoplada a un detector viscosímetro diferencial (GPC-DV). El uso de estas técnicas para la detección de ramificaciones de cadena larga y las teorías subyacentes han sido bien documentadas en la bibliografía. Véase, por ejemplo, Zimm, B.H. and Stockmayer, W.H., J. Chem. Phys., 17, 1301 (1949), and Rudin, A., Modern Methods of Polymer Characterization, John Wiley & Sons, Nueva York (1991) pp. 103-112.

A diferencia de "polímero de etileno sustancialmente lineal", "polímero de etileno lineal" significa que el polímero carece de ramificaciones de cadena larga mensurables o demostrables, es decir, el polímero está sustituido con un promedio de menos de 0,01 ramificaciones de cadena larga por 1000 carbonos.

Un interpolímero de etileno/ α -olefina puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

Un copolímero de etileno/ α -olefina puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

Componente B (polímero a base de etileno)

En una realización, el polímero a base de etileno tiene un índice de fusión (I2) de 0,5 a 50 g/10 min, adicionalmente de 0,5 a 20 g/10 min, adicionalmente de 0,5 a 10 g/10 min.

En una realización, el polímero a base de etileno tiene una densidad mayor que, o igual a, 0,920 g/cc.

En una realización, el polímero a base de etileno tiene una densidad de 0,920 a 0,940 g/cc.

En una realización, el componente B es un interpolímero de etileno/alfa-olefina, y adicionalmente un copolímero de etileno/alfa-olefina. Las α -olefinas preferentes incluyen, pero sin limitación, α -olefinas C_3 - C_{20} , y preferentemente α -olefinas C_3 - C_{10} . Las α -olefinas más preferentes incluyen propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno y 1-octeno, y más preferentemente incluyen propileno, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina del componente B tiene una distribución de peso molecular (M_w/M_n) mayor que, o igual a, 1,1, adicionalmente mayor que, o igual a, 1,3, adicionalmente mayor que, o igual a, 1,5, y adicionalmente mayor que, o igual a, 1,7. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/alfa α -olefina del componente B tiene una distribución de peso molecular (M_w/M_n) menor que, o igual a, 10, adicionalmente menor que, o igual a, 7,0, y adicionalmente menor que, o igual a 5,0. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/alfa α -olefina del componente B tiene un índice de fusión (I2 o MI) mayor que, o igual a, 0,1 g/10 min, adicionalmente mayor que, o igual a 0,2 g/10 min, y adicionalmente mayor que, o igual a, 0,5 g/10 min. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina del componente B tiene un índice de fusión (I2 o MI) menor que, o igual a, 20 g/10 min, adicionalmente menor que, o igual a, 10 g/10 min, y adicionalmente menor que, o igual a, 5 g/10 min. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

El interpolímero de etileno/alfa-olefina del componente B tiene una densidad mayor que, o igual a, 0,915 g/cc, adicionalmente mayor que, o igual a, 0,918 g/cc y adicionalmente mayor que, o igual a, 0,920 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización, el interpolímero de etileno/alfa-olefina del componente B tiene una densidad menor que, o igual a, 0,950 g/cc, adicionalmente menor que, o igual a, 0,940 g/cc y adicionalmente menor que, o igual a, 0,930 g/cc. En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

En una realización adicional, el interpolímero de etileno/alfa-olefina es un copolímero de etileno/ α -olefina.

- 5 El polímero a base de etileno puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

El interpolímero de etileno/alfa-olefina (componente B) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

- 10 El copolímero de etileno/alfa-olefina (componente B) puede comprender una combinación de dos o más realizaciones como se describen en el presente documento.

Definiciones

A menos que se indique lo contrario, todos los procedimientos de prueba son actuales a la fecha de presentación de esta divulgación.

- 15 El término "composición", como se usa en el presente documento, incluye materiales que comprenden la composición, así como productos de reacción y productos de descomposición formados a partir de los materiales de la composición.

- 20 El término "polímero", como se usa en el presente documento, se refiere a un compuesto polimérico preparado polimerizando monómeros, ya sea del mismo tipo o de un tipo diferente. Por tanto, el término genérico polímero abarca el término homopolímero (empleado para referirse a polímeros preparados a partir de un solo tipo de monómero, con el entendimiento de puede haber pequeñas cantidades de impurezas incorporadas en la estructura del polímero), y el término interpolímero como se define a continuación en el presente documento. Un polímero también puede contener trazas de residuos de catalizador y/u otros residuos asociados con su polimerización y/o aislamiento.

- 25 El término "interpolímero", como se usa en el presente documento, se refiere a polímeros preparados mediante la polimerización de al menos dos tipos diferentes de monómeros. Por tanto, el término genérico interpolímero incluye copolímeros (empleado para referirse a polímeros preparados a partir de dos tipos diferentes de monómeros) y polímeros preparados a partir de más de dos tipos diferentes de monómeros.

El término "polímero a base de olefina", como se usa en el presente documento, se refiere a un polímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria de monómero de olefina, por ejemplo etileno o propileno (basada en el peso del polímero), y opcionalmente puede comprender uno o más comonómeros.

- 30 El término "polímero a base de propileno", como se usa en el presente documento, se refiere a un polímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria de monómero de propileno (basada en el peso del polímero), y opcionalmente puede comprender uno o más comonómeros.

El término "polímero a base de etileno", como se usa en el presente documento, se refiere a un polímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria de monómero de etileno (basada en el peso del polímero), y opcionalmente puede comprender uno o más comonómeros.

- 35 El término "interpolímero de etileno/ α -olefina", como se usa en el presente documento, se refiere a un interpolímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria de monómero de etileno (basada en el peso del interpolímero) y al menos una α -olefina.

- 40 El término "copolímero de etileno/ α -olefina", como se usa en el presente documento, se refiere a un copolímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria de monómero de etileno (basada en el peso del copolímero) y una α -olefina, como los únicos dos tipos de monómero.

El término "interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico", como se usa en el presente documento, se refiere a un interpolímero de etileno/alfa-olefina que comprende al menos un grupo anhídrido y/o al menos un grupo ácido (por ejemplo, -COOH formado por la hidrólisis de un anhídrido) unidos por un enlace covalente.

- 45 El término "polímero polar", como se usa en el presente documento, se refiere al polímero formado a partir de al menos un monómero que comprende al menos un heteroátomo. Algunos ejemplos de heteroátomos incluyen O, N, P y S.

- 50 Los términos "que comprende", "que incluye", "que tiene" y sus derivados, no pretenden excluir la presencia de ningún componente, etapa o procedimiento adicional, independientemente de si el mismo se divulga específicamente o no. Para evitar cualquier duda, todas las composiciones reivindicadas mediante el uso del término "que comprende" pueden incluir cualquier aditivo, adyuvante o compuesto adicional, ya sea polimérico o de otro modo, a menos que se indique lo contrario. Por el contrario, el término "que consiste esencialmente en" excluye del alcance de cualquier recitación subsiguiente cualquier otro componente, paso o procedimiento, excepto aquellos que no son esenciales

para la operabilidad. El término "que consiste en" excluye cualquier componente, paso o procedimiento no delineado o listado específicamente.

Procedimientos de prueba

Viscosidad en estado fundido

- 5 La viscosidad en estado fundido se mide de acuerdo con ASTM D 3236 (177 °C, 350 °F), usando un viscosímetro digital Brookfield (Modelo DV-III, versión 3) y cámaras de muestra de aluminio desechables. El husillo usado, en general, es un husillo de fusión en caliente SC-31, adecuado para medir viscosidades en el intervalo de 0,01 a 100 Pa·s (10 a 100.000 centipoises). La muestra se vierte en la cámara, que, a su vez, se inserta en un Brookfield Thermosel y se encaja en su lugar. La cámara de muestra tiene una muesca en la parte inferior que encaja en la parte inferior del Brookfield Thermosel, para garantizar que la cámara no pueda girar cuando el husillo se inserta y gira. La muestra (aproximadamente 8-10 gramos de resina) se calienta a la temperatura requerida, hasta que la muestra fundida esté aproximadamente una pulgada por debajo de la parte superior de la cámara de muestra. El aparato del viscosímetro se baja y el husillo se sumerge en la cámara de muestra. Se continúa bajando, hasta que los soportes del viscosímetro se alineen con el Thermosel. El viscosímetro se enciende y se configura para funcionar a una velocidad de cizallamiento que da lugar a una lectura de par de torsión en el intervalo de 40 a 60 por ciento de la capacidad de par de torsión total, basado en las rpm. que genere el viscosímetro. Las lecturas se toman cada minuto durante aproximadamente 15 minutos, o hasta que los valores se estabilicen, momento en el cual se registra una lectura final.

Índice de fusión

- 20 El índice de fusión (I2, o MI) de un polímero a base de etileno se mide de acuerdo con ASTM D-1238, condición 190 °C/2,16 kg. Para polímeros con I2 alto (I2 mayor que, o igual a, 200 g/mol, el índice de fusión se calcula preferentemente a partir de la viscosidad Brookfield como se describe en las patentes de EE. UU. N.º 6.335.410; 6.054.544; 6.723.810. $I_2(190^\circ\text{C}/2,16 \text{ kg}) = 3,6126[10^{(\log(\eta)-6,6928)/-1,1363}]-9,31851$, donde η = viscosidad en estado fundido en cP), a 350 °F.

- 25 Cromatografía de permeación en gel

Los pesos moleculares medios y las distribuciones de peso molecular para polímeros a base de etileno se determinan con un sistema cromatográfico, que consiste en un Modelo PL-210 de Polymer Laboratories o un Modelo PL-220 de Polymer Laboratories. Los compartimentos de las columnas y el carrusel funcionan a 140 °C para polímeros a base de etileno. Las columnas son tres columnas Mixed-B de 10 micrómetros de Polymer Laboratories. El disolvente es 1,2,4 tricloro-benceno. Las muestras se preparan a una concentración de "0,1 gramos de polímero" en "50 mililitros" de disolvente. El disolvente usado para preparar las muestras contiene "200 ppm" de hidroxitolueno butilado (BHT). Las muestras se preparan agitando ligeramente durante dos horas a 160 °C. El volumen de inyección es "100 microlitros" y el caudal es de 1,0 mililitro/minuto. La calibración del conjunto de columnas de la GPC se realiza con patrones de poliestireno de distribución de peso molecular estrecho, adquiridos de Polymer Laboratories (Reino Unido). Los pesos moleculares máximos estándar de poliestireno se convierten en pesos moleculares de polietileno usando la siguiente ecuación (como se describe en Williams y Ward, J. Polym. Sci., Polym. Let., 6, 621 (1968)):

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

- donde M es el peso molecular, A tiene un valor de 0,4315 y B es igual a 1,0. Los cálculos de peso molecular equivalente de polietileno se realizaron usando el programa informático VISCOTEK TriSEC Versión 3.0. Los pesos moleculares para los polímeros basados en polipropileno se pueden determinar usando las proporciones de Mark-Houwink de acuerdo con ASTM D6474.9714-1, donde, para poliestireno $a = 0,702$ y $\log K = -3,9$, y para polipropileno, $a = 0,725$ y $\log K = -3,721$. Para muestras a base de polipropileno, los compartimentos de las columnas y el carrusel se operan a 160 °C.

DSC

- 45 La calorimetría diferencial de barrido (DSC) se usa para medir la cristalinidad en muestras basadas en polietileno (PE) y muestras basadas en polipropileno (PP). Se pesan aproximadamente entre cinco y ocho miligramos de muestra y se colocan en una bandeja de DSC. La tapa se engasta en la bandeja para garantizar una atmósfera cerrada. La bandeja de la muestra se coloca en una cubeta de DSC y a continuación se calienta, a una velocidad de aproximadamente 10 °C/min, a una temperatura de 180 °C para el PE (230 °C para el PP). La muestra se mantiene a esta temperatura durante tres minutos. A continuación, la muestra se enfría a una velocidad de 10 °C/min a -60 °C para el PE (-40 °C para el PP), y se mantiene isotérmicamente a esa temperatura durante tres minutos. La muestra se calienta luego a una velocidad de 10 °C/min, hasta la fusión completa (segundo calentamiento). El porcentaje de cristalinidad se calcula dividiendo el calor de fusión (H_f), determinado a partir de la segunda curva de calentamiento, entre un calor de fusión teórico de 292 J/g para el PE (165 J/g, para el PP), y multiplicando esta cantidad por 100 (p. ej., para el PE, el % de cristalinidad = $(H_f / 292 \text{ J/g}) \times 100$; y para el PP, el % de cristalinidad = $(H_f / 165 \text{ J/g}) \times 100$).

A menos que se indique lo contrario, el/los punto(s) de fusión (T_m) de cada polímero se determina(n) a partir de la

segunda curva de calentamiento obtenida por DSC, como se describió anteriormente. La temperatura de cristalización (T_c) se mide a partir de la primera curva de enfriamiento.

Densidad

La densidad se mide de acuerdo con ASTM D-792.

5 Análisis de espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) - Contenido de anhídrido maleico.

La concentración de anhídrido maleico se determina por la proporción entre las alturas máximas del anhídrido maleico, en el número de onda 1791 cm^{-1} , y el pico de referencia del polímero que, en el caso del polietileno, está en el número de onda 2019 cm^{-1} . El contenido de anhídrido maleico se calcula multiplicando esta proporción por la constante de calibración apropiada. La ecuación usada para las poliolefinas injertadas maleicas (con el pico de referencia para el polietileno) tiene la siguiente forma, como se muestra en la Ecuación 1A.

10

$$\text{MAH (\% en peso)} = A * \left\{ \frac{\text{área del pico en } 1791\text{ cm}^{-1}\text{ por FTIR}}{\text{área del pico en } 2019\text{ cm}^{-1}\text{ por FTIR}} \right\} + B * \left\{ \frac{\text{área del pico en } 1712\text{ cm}^{-1}\text{ por FTIR}}{\text{área del pico en } 2019\text{ cm}^{-1}\text{ por FTIR}} \right\} \quad (\text{Ec. 1A})$$

15

La constante de calibración A se puede determinar usando patrones de RMN C^{13} . La constante de calibración real puede diferir ligeramente dependiendo del instrumento y el polímero. La señal en el número de onda 1712 cm^{-1} refleja la presencia de ácido maleico, que es insignificante para el material recién injertado. Sin embargo, con el tiempo, el anhídrido maleico se convierte fácilmente en ácido maleico en presencia de humedad. Dependiendo del área de superficie, puede ocurrir una hidrólisis significativa en solo unos pocos días en condiciones ambientales. El ácido tiene un pico distinto en el número de onda 1712 cm^{-1} . La constante B de la ecuación 1 es una corrección para la diferencia en los coeficientes de extinción entre los grupos anhídrido y ácido.

20

El procedimiento de preparación de la muestra comienza haciendo un prensado, típicamente de 0,05 a 0,15 milímetros de espesor, en una prensa calentada, entre dos películas protectoras, a $150\text{-}180\text{ }^\circ\text{C}$ durante una hora. MYFAR y TEFFON son películas protectoras adecuadas para proteger la muestra de las pletinas. Nunca debe usarse papel de aluminio (el anhídrido maleico reacciona con el aluminio). Las pletinas deben estar bajo presión (~ 10 toneladas) durante aproximadamente cinco minutos. Se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente, se coloca en un soporte de muestra apropiado y luego se escanea en el FTIR. Se debe ejecutar un análisis del fondo antes de cada análisis de muestra, o según sea necesario. La precisión de la prueba es buena, con una variabilidad inherente de menos de $\pm 5\%$. Las muestras deben almacenarse con desecante para evitar una hidrólisis excesiva. El anhídrido y el ácido maleicos están representados por picos a aproximadamente 1791 y 1712 cm^{-1} , respectivamente.

25

Experimental

30

Materiales

Los materiales se muestran en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Materiales usados en este estudio.

Materiales	Composición	Índice de fusión I2 ($190\text{ }^\circ\text{C}$; 2,16 kg; g/10 min)	Densidad (g/cc)
AMPLIFY TY 1053H	Polietileno de alta densidad injertado con anhídrido maleico (MAH)	2,0	0,96
AMPLIFY TY 1052H	Polietileno injertado con anhídrido maleico (MAH)	1,3	0,87
DOWLEX 2045G	LLDPE	1,0	0,92
EVAL H171B** (lubricado)	38 % en moles de copolímero de etileno y alcohol vinílico	1,7	1,17
EVAL L171B** (lubricado)	27 % en moles de copolímero de etileno y alcohol vinílico	4 (a $230\text{ }^\circ\text{C}$)	1,2
ULTRAMID B40L***	Poliamida 6		1,13

**FDS suministrada por EVAL Americas

***FDS suministrada por BASF

35

Síntesis del Componente A - MAH-g-EO1

Copolímero de etileno-octeno de bajo peso molecular con un intervalo de viscosidad de 6.000 a 17.000 cP), medida a $350\text{ }^\circ\text{F}$, usando una viscosidad Brookfield. MI nominal 1000 (calculada - véase nota al pie en la tabla 2), copolímero

de etileno-octeno de 0,87 g/cc de densidad.

Anhídrido Maleico (MAH - DeGussa DHBP o equivalente)

Hydrobrite 380: aceite parafínico hidrotratado para diluir el peróxido según sea necesario. (Proporción 1:1 de peróxido:aceite).

5 LUPEROX 101 - 2,5-Bis(terc-butilperoxi) -2,5-dimetilhexano (290,44 g/mol). Ajustes de temperatura del barril, bomba de engranajes y troquel: Barril de alimentación - enfriamiento (49 °C); Barril n.º 3: 120 °C, inyección de maleico en el puerto de inyección 3a y peróxido en el puerto 4a; Barril n.º 4 - 11: 235 °C; Líneas de transmisión y bomba de engranajes: 150 °C; Troquel: 204 °C; Velocidad de tornillo: 386 rpm; MAH: 16,25 lb/h; Alimentación de % de MAH: 1,55 %; "Aceite: POX 1:1" 3,6 lb/h; "Aceite: POX 1:1" % de alimentación: 0,34 %; Alimentación de POX puro: 0,17 %; presión de vacío: 20 cm de Hg.

10 MAH-g-EO1 (véase tabla 2) se realizó en una extrusora de doble husillo co-rotativo (TSE) de "92 mm". El proceso se resume en los siguientes pasos: (a) la TSE se configuró para funcionar con los perfiles de temperatura del barril seleccionados, y las velocidades de los tornillos se establecieron en las rpm deseadas; (b) los gránulos de polímero se alimentaron a la tolva del extrusor del extrusor mediante un alimentador de barrena controlado gravimétricamente, a la velocidad de alimentación de polímero deseada; (c) se inyectó MAH fundido en el barril; (d) se añadió peróxido a través de una solución de aceite mineral 1:1, a una velocidad de alimentación objetivo, y se inyectó en el barril, aguas abajo del MAH; (e) los bloques de amasado distribuyeron los ingredientes reactivos y calentaron el polímero fundido mediante disipación de energía mecánica, y la reacción se produjo después de la descomposición térmica del iniciador de peróxido; (f) los componentes y subproductos no reaccionados volátiles se eliminaron en un puerto de vacío; (g) la masa fundida se enfrió en la sección final del barril y se alimentó a una bomba de engranajes; (h) la bomba de engranajes alimentó un troquel, desde el cual la masa fundida pasó a una granuladora subacuática. Se usó una línea de enfriamiento de suspensión de gránulos de longitud suficiente para lograr un tiempo de retención mayor de 60 segundos, para enfriar los gránulos a menos de 25 °C. El producto granulado se secó y se recogió. Contenido de MAH ≥ 0,9 por ciento en peso (puede estar presente una pequeña cantidad de ácido del anhídrido hidrolizado; DPM: aproximadamente 2,7).

Tabla 2: MAH-g-EO1

Polímero	I2* calculado a 190 °C (g/10 min)	Viscosidad en estado fundido a 177 °C (cP)	Densidad (g/cm ³)	MAH (% en peso)
MAH-g-EO1 ^a	660	13000	0,878	0,7-1,5

a) Copolímero de etileno/octeno con MAH-g ramificado homogéneamente.

30 * El índice de fusión se puede calcular a partir de la siguiente ecuación (véase la patente de EE. UU. 6.335.410): $I2(190^{\circ}\text{C}/2,16 \text{ kg}) = 3,6126[10^{(\log(\eta)-6,6928)/-1,1363}] - 9,31851$, donde η = viscosidad en estado fundido en cP, a 177 °C (350 °F).

Formulaciones de combinaciones

35 Todas las formulaciones de combinaciones se combinaron en una extrusora de doble husillo Coperion ZSK 26. El motor tenía una potencia de 40 caballos, con una velocidad máxima de 2.650 rpm. La relación de la caja de engranajes era 1:89, y la velocidad máxima del tornillo era de 1.200 rpm. El par de torsión máximo para esta línea era de 106 Nm. La velocidad de alimentación era de 30 lb/h, las rpm del tornillo eran 350. La temperatura del troquel se ajustó a 190 °C. No había alimentador lateral y no se trabajó a vacío. El material combinado se extruyó a través de un troquel de dos orificios en un baño de agua fría de 16 pies de largo. A continuación, los filamentos se pasaron a través de un BERLYN Air Knife para eliminar el exceso de agua. Una vez que los filamentos se enfriaron y secaron, se granularon con un granulador de corte lateral LabTech. A continuación, los gránulos cortados se echaron en una bolsa de plástico de 50 lb. Las mezclas se secaron adicionalmente durante 12 horas, a 60 °C, a atmósfera ambiente.

Preparaciones de películas

45 Se produjeron películas monocapa (espesor de 2 mil) usando una línea de película soplada LabTech. Las temperaturas del barril se ajustaron a 204 °C/232 °C/232 °C (400 °F/450 °F/450 °F), con una temperatura del troquel de 232 °C (450 °F). El ancho plano era de 33 cm (13 pulgadas).

Formulaciones de combinaciones - Grupo 1

50 La tabla 3 muestra el conjunto de experimentos con combinaciones de copolímero de etileno/octeno (LLDPE), EVOH y MAH-g-EO1 u otro polímero funcionalizado. El EVOH era EVAL L171B con 27 % en moles de etileno. El Ejemplo comparativo A fue la combinación de control. El Ejemplo comparativo B y el Ejemplo según la invención 1 fueron las combinaciones compatibilizadas que contenían AMPLIFY TY 1053H y MAH-g-EO1, respectivamente. El anhídrido maleico total de las mezclas se mantuvo constante a 0,12 % en peso para el Ejemplo comparativo B y el Ejemplo

según la invención 1. El Ejemplo según la invención 2 era una combinación compatibilizada con MAH-g-EO1 a una carga más alta, con 0,186 % en peso de anhídrido maleico total en la combinación. Se formularon combinaciones y se prepararon películas monocapa como se analiza anteriormente.

Tabla 3: Formulaciones de combinaciones - Grupo 1 Cantidades en % en peso

% en peso de MAH en la mezcla*	0,036	0,12	0,12	0.186
	Ejemplo comparativo A	Ejemplo comparativo B	Ejemplo según la invención 1	Ejemplo según la invención 2
AMPLIFY TY 1053H	3	10	3	3
DOWLEX 2045G	91,82	84,82	83,32	76,82
EVOH EVAL L171B	5	5	5	5
MAH-g-EO1			8,5	15
Antioxidante IRGANOX B215	0,18	0,18	0,18	0,18
Total	100	100	100	100

5 *Procedimiento de FTIR.

MET y microscopia óptica - Grupo 1

10 Microscopia electrónica de transmisión: Se cortaron tiras delgadas de las películas (películas monocapa) con una cuchilla de afeitar, y se embutieron en un sistema de epoxi/endurecedor. Se pulió una cara del bloque de cada muestra de película y se recortó a un tamaño apropiado. Finalmente, se pulió una superficie plana de la muestra, a -60 °C, para evitar manchas, usando un cuchillo de diamante en un microtomo LEICA UCT, antes de la tinción. Las muestras pulidas se adhirieron a portaobjetos de vidrio con ayuda de cinta adhesiva de doble cara y se colocaron en un frasco de vidrio con tapa de rosca. Los portaobjetos se colocaron en el frasco para suspender los bloques aproximadamente una pulgada por encima de la solución de tinción. Los bloques pulidos se tiñeron usando la fase de vapor de una solución acuosa de tetraóxido de rutenio, durante dos horas, a temperatura ambiente.

15 La solución de tinción se preparó pesando "0,2 g" de cloruro de rutenio (III) hidrato ($RuCl_3 \cdot x H_2O$) en un frasco de vidrio, y añadiendo 10 ml de hipoclorito de sodio acuoso "5,25 % en peso" al frasco. Se recogieron secciones de aproximadamente 100 nanómetros, de grosor, a temperatura ambiente, usando un cuchillo de diamante en un microtomo LEICA UCT, y estas secciones se colocaron en rejillas para MET cuadradas de 150 mesh de cobre recubierto con formvar, para su observación por MET. Se utilizó un JEOL MET 1230 a un voltaje de aceleración de 20 100 kV, y se obtuvieron imágenes de campo claro usando cámaras GATAN 791 y GATAN 794.

25 Microscopia óptica: Se recogieron secciones para microscopia óptica de las películas monocapa de aproximadamente 5 micrómetros de grosor a -120 °C, usando un cuchillo de diamante en un microtomo LEICA UCT, equipado con una cámara de criostato FCS. Las secciones se transfirieron a un portaobjetos de microscopio, que contenía una gota de aceite de silicio Dow Corning E-200, y se cubrieron con un cubreobjetos de vidrio antes del análisis. Se obtuvieron secciones adicionales y se colocaron en una ventana de sal de bromuro de potasio (KBr) para el análisis por microespectroscopia infrarroja. Se usaron modos de luz de campo claro transmitida, con iluminación por epi-fluorescencia y polarización cruzada, para observar secciones transversales de la película, usando un microscopio compuesto Carl Zeiss AxioImager Z1m. Las imágenes se tomaron con la ayuda de una cámara digital HRc. Para 30 capturar las diferencias macroscópicas observadas entre las películas, se usó un microscopio estereoscópico LEICA MZ-16 a poco aumento (escala de 2 mm). Las películas se iluminaron con luz reflejada para realzar las topografías de la superficie y revelar la influencia de la compatibilización en la formación de gel. Las imágenes digitales se tomaron con una cámara digital NIKON DXM.

35 El EVOH estaba aglomerado en dominios más grandes en el Ejemplo comparativo A, que era la combinación de control, sin compatibilizador adicional. La adición de "8,5 % en peso de MAH-g-EO1" en el Ejemplo según la invención 1 mejoró significativamente la dispersión de EVOH en la combinación, como se muestra en la Figura 1 (imágenes de MET de la derecha). El Ejemplo según la invención 1 produjo dominios de EVOH globalmente dispersos, en comparación con el Ejemplo comparativo A, que estaba compuesto por una combinación de dominios muy grandes y una menor concentración de dominios más pequeños. El Ejemplo comparativo B, con 10 % en peso de TY 1053H como compatibilizador, dio como resultado una distribución de tamaño bimodal de dominios de EVOH, con dominios 40 de EVOH más grandes así como algunos dominios más pequeños. Las imágenes ópticas de la Figura 2 (Ejemplo comparativo A a la izquierda; Ejemplo comparativo B en el centro; Ejemplo según la invención 1 a la derecha) verificaron que las superficies de las películas formadas a partir del Ejemplo comparativo A y el Ejemplo comparativo B consistían en geles muy grandes, que se cree que están asociados con EVOH, en comparación con el Ejemplo según la invención 1 que mostraba muchos menos geles.

45

Propiedades ópticas y mecánicas - Grupo 1

Las películas monocapa se examinaron para determinar las siguientes propiedades.

Claridad (ASTM D1746),

Claridad (Zebedee; ASTM D 1746),

5 Turbidez (ASTM D1003),

Resistencia al desgarro Elmendorf (ASTM D1922) y

Prueba de tracción (ASTM D882).

La tabla 4 resume las propiedades ópticas de las películas: Ejemplo comparativo A, Ejemplo comparativo B, Ejemplo según la invención 1 y Ejemplo según la invención 2.

10 Tabla 4: Propiedades ópticas - Grupo 1

	Ejemplo comparativo A	Ejemplo comparativo B	Ejemplo según la invención 1	Ejemplo según la invención 2
Claridad - estándar (%)	31	62	90	94
Claridad - Zebedee (%)	0,2	4	37	49
Brillo a 45 ° (%)	16	16	34	39
Turbidez total	48	44	24	20
Turbidez interna	4,5	3,5	2,8	3,6

La figura 3 muestra la comparación de las propiedades ópticas de las películas, del Ejemplo comparativo A, el Ejemplo comparativo B, el Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2 en un diagrama de araña. El Ejemplo comparativo A exhibió una fractura del fundido alta que resultó en una claridad y propiedades de turbidez deficientes. El Ejemplo comparativo B presentaba mejores propiedades ópticas que el Ejemplo comparativo A; sin embargo, las mejores propiedades ópticas (alta claridad, baja turbidez, alto brillo) se lograron con el Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2.

15 El Ejemplo comparativo B presentaba mejores propiedades ópticas que el Ejemplo comparativo A; sin embargo, las mejores propiedades ópticas (alta claridad, baja turbidez, alto brillo) se lograron con el Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2.

La tabla 5 muestra la comparación de las propiedades mecánicas del Ejemplo comparativo A, el Ejemplo comparativo B, el Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2. El Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2 exhibieron unas propiedades de desgarro un 30-50 % mejores en ambas direcciones longitudinal y transversal.

20 El Ejemplo según la invención 1 y el Ejemplo según la invención 2 exhibieron unas propiedades de desgarro un 30-50 % mejores en ambas direcciones longitudinal y transversal.

Tabla 5: Propiedades mecánicas de las películas monocapa (2 mil de espesor) - Grupo 1

	Ejemplo comparativo A	Ejemplo comparativo B	Ejemplo según la invención 1	Ejemplo según la invención 2
Elmendorf normalizado - transversal	491	470	647	675
Elmendorf normalizado - longitudinal	380	400	630	625
Resistencia a la tracción de ruptura - transversal	2800	5250	4452	3775
Resistencia a la tracción de ruptura - longitudinal	2484	5030	4773	4350
Elongación a la tracción de ruptura - transversal	618	753	795	830
Elongación a la tracción de ruptura - longitudinal	447	664	736	744

Formulaciones de combinaciones - Grupo 2

25 La tabla 6 muestra el conjunto de experimentos con combinaciones de copolímero de etileno/octeno (LLDPE), EVOH y MAH-g-EO1 u otro polímero funcionalizado. El EVOH era EVAL H171B con 38 % en moles de etileno. Las combinaciones se prepararon como se analiza anteriormente. Se formaron películas monocapa como se analiza anteriormente.

Tabla 6: Formulaciones de combinaciones - Grupo 2 Cantidades en % en peso

% en peso de anhídrido maleico (MAH) en la combinación*	0,036	0,12	0,12
	Ejemplo comparativo C	Ejemplo comparativo D	Ejemplo según la invención 3
AMPLIFY TY 1053H	3	10	3
DOWLEX 2045G	91,82	84,82	83,32
EVOH EVAL H171B	5	5	5
MAH-g-EO1			8,5
Antioxidante B215	0,18	0,18	0,18
total	100	100	100

*Procedimiento de FTIR.

5 Como se puede ver en la tabla 7, el Ejemplo según la invención 3 exhibió un incremento de aproximadamente 8 veces de la claridad (medida por el procedimiento Zebedee), en comparación con el Ejemplo comparativo C. La tabla 8 resume las propiedades mecánicas de las películas: no hay una reducción significativa de las propiedades tras la adición de MAH-g-EO1. Las propiedades de rasgado de las películas formadas a partir del Ejemplo según la invención 3 mejoraron respecto a las películas formadas a partir del Ejemplo comparativo C y el Ejemplo comparativo D.

Tabla 7: Propiedades ópticas - Grupo 2 (películas monocapa de 2 mil)

	Ejemplo comparativo C	Ejemplo comparativo D	Ejemplo según la invención 3
Claridad - estándar (%)	71	52	88
Claridad - Zebedee (%)	4	2	30
Brillo a 45 ° (%)	35	13	33
Turbidez total	22	48	23
Turbidez interna	3	3	2,5

10 Tabla 8: Propiedades mecánicas - Grupo 2 (películas monocapa de 2 mil)

	Ejemplo comparativo C	Ejemplo comparativo D	Ejemplo según la invención 3
Elmendorf normalizado - transversal	570	515	645
Elmendorf normalizado - longitudinal	445	338	640
Resistencia a la tracción de ruptura - transversal	4435	5500	4980
Resistencia a la tracción de ruptura - longitudinal	5590	5260	4780
Elongación a la tracción de ruptura - transversal	725	775	836
Elongación a la tracción de ruptura - longitudinal	710	670	750

Formulaciones de combinaciones - Grupo 3

15 La tabla 9 muestra el conjunto de experimentos con combinaciones de copolímero de etileno/octeno (LLDPE), poliamida y MAH-g-EO1 u otro polímero funcionalizado. La poliamida era ULTRAMID B40L (Poliamida 6). Las combinaciones se prepararon como se analiza anteriormente. Las películas formadas a partir de las combinaciones se prepararon como se analiza anteriormente.

Tabla 9: Formulaciones de combinaciones - Grupo 3 Cantidades en % en peso

% en peso de anhídrido maleico (MAH) en la combinación*	0,036	0,12	0,121
	Ejemplo comparativo E	Ejemplo comparativo F	Ejemplo según la invención 4
AMPLIFY TY 1053H	3	3	3
AMPLIFY TY 1052H		10,5	
DOWLEX 2045G	76,82	66,32	68,32
ULTRAMID B40L	20	20	20
MAH-g-EO1			8,5
Antioxidante B215	0,18	0,18	0,18
total	100	100	100

*Procedimiento de FTIR.

5 Como se puede ver en la figura 4, la película de control (Ejemplo comparativo E, arriba a la izquierda), exhibió grandes dominios de poliamida en la matriz de polietileno. Las películas formadas a partir del Ejemplo comparativo F (arriba a la derecha) y el Ejemplo según la invención 4 (abajo en el centro) ambos tenían dominios más pequeños que el control. Sin embargo, el Ejemplo comparativo F mostró más agrupamiento (agregación) de los dominios: los dominios no estaban tan dispersos globalmente como en el Ejemplo según la invención 4. El Ejemplo según la invención 4 mostró partículas de dominios globalmente, bien dispersas con menos aglomeración. La dispersión mejorada de los dominios pequeños del Ejemplo según la invención 4 proporciona mejores propiedades ópticas y mecánicas, como se muestra en las tablas 10 y 11. Véanse también las figuras 5 y 6.

Tabla 10: Propiedades ópticas - Grupo 3 (películas monocapa de 2 mil)

	Ejemplo comparativo E	Ejemplo comparativo F	Ejemplo según la invención 4
Claridad - estándar (%)	12,6	10	50
Claridad - Zebedee (%)	0	0	0,56
Brillo a 45 ° (%)	5,7	4,6	9
Turbidez total	83	86	56
Turbidez interna	15	5	9

Tabla 11: Propiedades mecánicas - Grupo 3 (películas monocapa de 2 mil)

	Ejemplo comparativo E	Ejemplo comparativo F	Ejemplo según la invención 4
Elmendorf normalizado - transversal	320	240	375
Elmendorf normalizado - longitudinal	260	170	450
Resistencia a la tracción de ruptura - transversal	4600	4550	4240
Resistencia a la tracción de ruptura - longitudinal	5100	4820	4720
Elongación a la tracción de ruptura - transversal	600	575	710
Elongación a la tracción de ruptura - longitudinal	530	540	610

REIVINDICACIONES

1. Una composición que comprende al menos lo siguiente:

A) un interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico que tiene las siguientes propiedades:

- 5 i) una viscosidad en estado fundido (ASTM D 3236, 177 °C) menor que, o igual a, 200.000 cP),
 ii) una densidad (ASTM D 792) de 0,855 a 0,900 g/cc;

B) un polímero a base de etileno que tiene una densidad (ASTM D 792) mayor que, o igual a, 0,915 g/cc; y

C) un polímero polar seleccionado de un polímero de etileno y alcohol vinílico, una poliamida, un poliéster, un poliéster glicol o combinaciones de los mismos.

10 2. La composición de la reivindicación 1, en la que el polímero a base de etileno tiene una densidad (ASTM D 792) mayor que, o igual a, 0,920 g/cc.

3. La composición de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene i) una viscosidad en estado fundido (ASTM D 3236, 177 °C) menor que, o igual a, 50.000 cP).

15 4. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el polímero polar se selecciona de un polímero de etileno y alcohol vinílico, una poliamida o una combinación de los mismos.

5. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una DPM (cromatografía de permeación en gel) de 1,5 a 3,5.

20 6. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene una densidad (ASTM D 792) de 0,860 g/cm³ a 0,890 g/cm³.

7. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el interpolímero de etileno/alfa-olefina funcionalizado con anhídrido y/o ácido carboxílico tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) de 4.000 a 30.000 g/mol.

25 8. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el polímero a base de etileno (componente B) tiene un índice de fusión (I2) (ASTM D 1238) de 0,5 a 50 g/10 min.

9. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el componente A está presente en una cantidad de 0,5 a 30 por ciento en peso, basado en el peso de la composición.

10. La composición de cualquiera de las reivindicaciones previas, en la que el componente C está presente en una cantidad de 0,5 a 70 por ciento en peso, basado en el peso de la composición.

30 11. Un artículo que comprende al menos un componente formado a partir de la composición de cualquiera de las reivindicaciones previas.

12. Una película que comprende al menos una capa formada a partir de la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10.

35 13. La película de la reivindicación 12, que comprende además al menos una capa formada a partir de una composición que comprende un polímero polar.

14. La película de la reivindicación 12 o la reivindicación 13, que comprende además al menos una capa formada a partir de una composición que comprende un polímero basado en olefina.

15. Un procedimiento para hacer una película, comprendiendo dicho procedimiento extruir la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

40

FIGURA 1

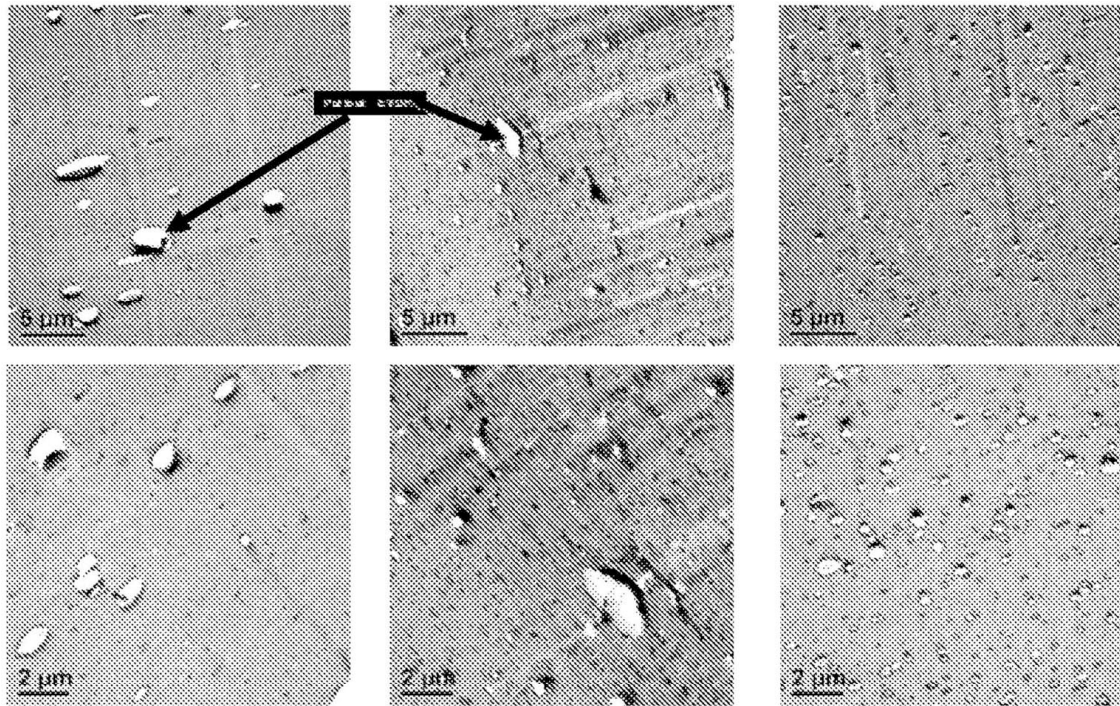


FIGURA 2

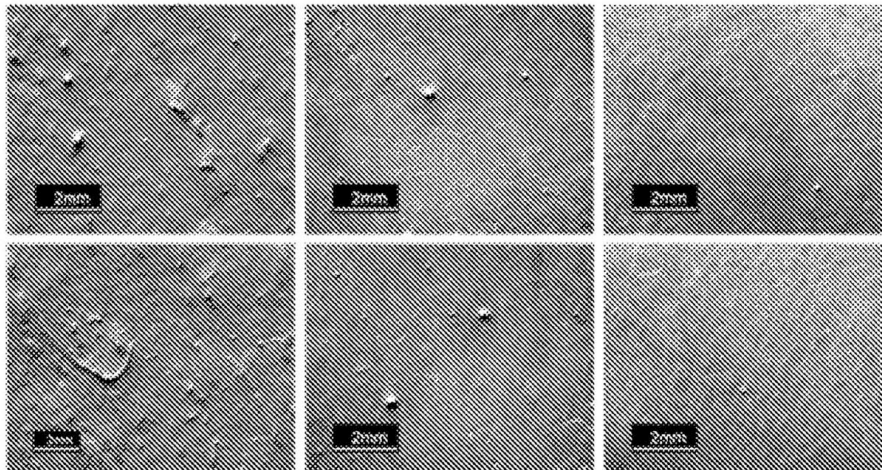


FIGURA 3

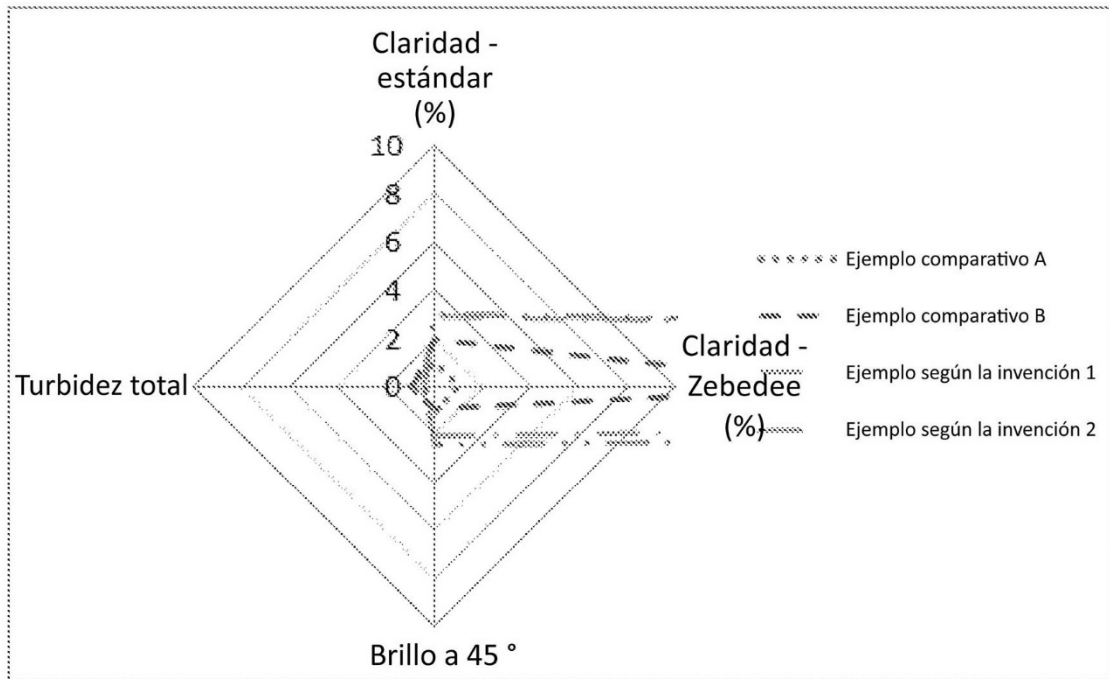


FIGURA 4

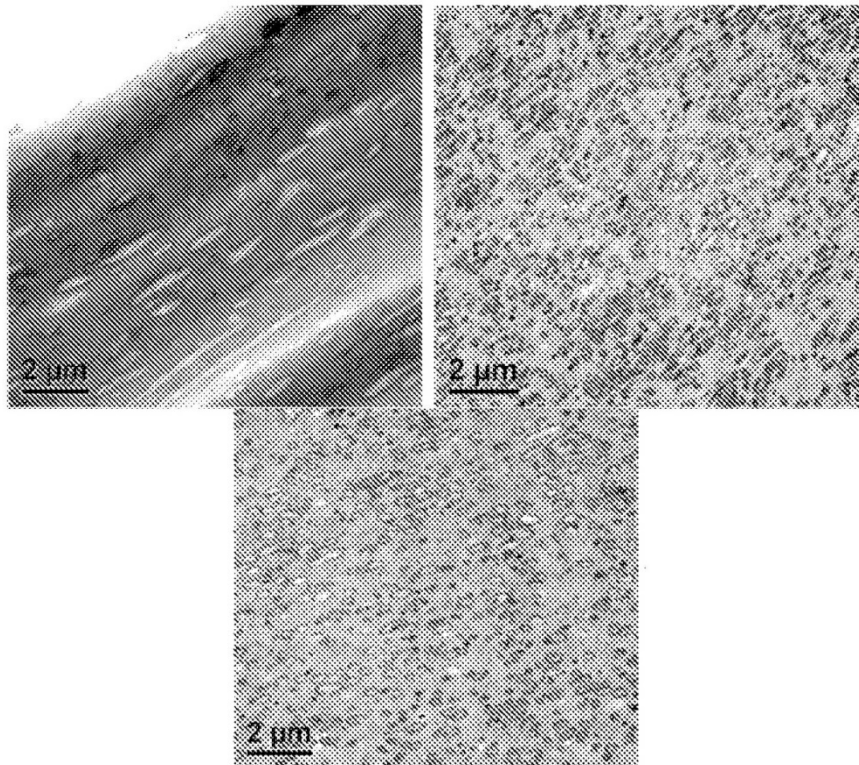


FIGURA 5

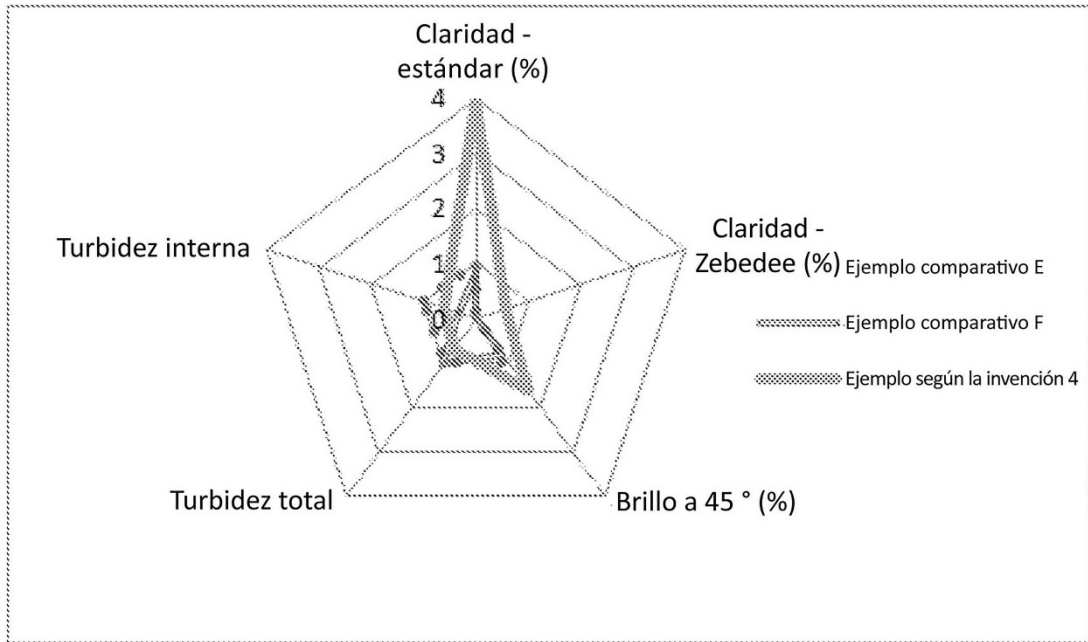


FIGURA 6

