

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 688**

51 Int. Cl.:

**C08L 23/06** (2006.01)

**C08L 23/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA  
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2014** **PCT/US2014/021132**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014** **WO14164192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2014** **E 14716660 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **07.06.2023** **EP 2970643**

54 Título: **Películas poliméricas que tienen propiedades mejoradas de termosellado**

30 Prioridad:

**11.03.2013 US 201313794070**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente modificada:  
**20.11.2023**

73 Titular/es:

**CHEVRON PHILLIPS CHEMICAL COMPANY LP  
(100.0%)  
10001 Six Pines Drive  
The Woodlands, Texas 77380, US**

72 Inventor/es:

**TSO, CHUNG C;  
SUKHADIA, ASHISH M y  
MASINO, ALBERT P**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

## DESCRIPCIÓN

Películas poliméricas que tienen propiedades mejoradas de termosellado

### Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

No aplicable.

### 5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere a polímeros novedosos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a polímeros novedosos que tienen propiedades térmicas mejoradas.

### Antecedentes

10 Las poliolefinas son materiales plásticos útiles para preparar una amplia diversidad de productos valiosos debido a su combinación de rigidez, ductilidad, propiedades de barrera, resistencia térmica, propiedades ópticas, disponibilidad y bajo coste. Uno de los productos más valiosos son las películas plásticas. En particular, polietileno (PE) es uno de los polímeros con mayor volumen de consumo en el mundo. Es un polímero versátil ya que ofrece un rendimiento elevado con respecto a otros polímeros y materiales alternativos tales como vidrio, metal o papel. Las películas plásticas tales como las películas de PE se usan mayoritariamente en aplicaciones de embalaje pero también encuentran utilidad en  
15 los campos agrícola, médico y de ingeniería.

Las películas de PE se fabrican con una diversidad de calidades que normalmente se diferencian por la densidad del polímero, de manera que las películas de PE se pueden denominar por ejemplo, polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de media densidad (MDPE) y polietileno de alta densidad (HDPE), en las que cada intervalo de densidad presenta una combinación única de propiedades que lo convierten en  
20 apropiado para una aplicación particular.

El termosellado es la técnica principal usada para la formación y cierre de embalajes flexibles. Se usa calor para activar rápidamente una capa de sellado formada por un material apto para termosellado, normalmente un material polimérico. La temperatura requerida para activar el material apto para termosellado y formar un sellado duradero se denomina temperatura de inicio de sellado (SIT) y la capacidad del sellado para resistir la apertura inmediatamente después de la formación se denomina adhesión en caliente. El intervalo de temperatura en el cual se puede formar y mantener un sellado duradero se denomina ventana de adhesión en caliente, mientras que la resistencia del sellado formado se denomina resistencia de termosellado.  
25

Un factor en el uso de estos polímeros como sellantes son las propiedades térmicas de los materiales. De este modo, existe una continua demanda de polímeros (por ejemplo, PE) que tengan propiedades térmicas mejoradas.

### 30 Sumario

En la presente memoria se divulga una composición polimérica que comprende un copolímero de alfa-olefina y etileno en la que la composición polimérica se caracteriza por tener (a) una densidad dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,910 g/cc a aproximadamente 0,930 g/cc, como se determina de acuerdo con ASTM D1505; (b) un índice de fluidez dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,5 g/10 minutos a aproximadamente 2,5 g/10 minutos, como se determina de acuerdo con ASTM D1238, Condición 190 °C/2,16 kg; (c) una distribución de peso molecular de aproximadamente 3,6 a aproximadamente 12, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel; (d) un peso molecular medio expresado en peso de más de aproximadamente 85 kg/mol a aproximadamente 160 kg/mol, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel; y (e) un peso molecular medio-z de más de aproximadamente 210 kg/mol a aproximadamente 500 kg/mol, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel, y un CY-a de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,680 cuando la viscosidad compleja dinámica frente a barrido de frecuencia se ajustan a la ecuación de Carreau-Yasuda con un valor de  $n = 0,1818$ .  
35  
40

También se divulga en la presente memoria un artículo de película fabricado que comprende una composición polimérica que comprende un copolímero de alfa-olefina y etileno, en el que la composición polimérica se caracteriza por tener (a) una densidad dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,910 g/cc a aproximadamente 0,930 g/cc, como se determina de acuerdo con ASTM D1505 (b) un índice de fluidez dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,5 g/10 minutos a aproximadamente 2,5 g/10 minutos, como se determina de acuerdo con ASTM D1238, Condición 190 °C/2,16 kg (c) una distribución de peso molecular de aproximadamente 3,6 a aproximadamente 12, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel (d) un peso molecular medio expresado en peso, de más de aproximadamente 85 kg/mol a aproximadamente 160 kg/mol, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel y (e) un peso molecular medio-z de más de aproximadamente 210 kg/mol a aproximadamente 500 kg/mol, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel; y un CY-a de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,680 cuando la viscosidad compleja dinámica frente a barrido de frecuencia se ajustan a la ecuación de Carreau-Yasuda con un valor de  $n = 0,1818$ , de manera que el artículo de película fabricado a partir de la composición polimérica se caracteriza por tener una temperatura de inicio de la  
45  
50  
55

adhesión en caliente menor de aproximadamente 96 °C, como se determina de acuerdo con ASTM F1921-98, método A.

También se divulga en la presente memoria un artículo de película fabricado que comprende una composición polimérica que comprende un copolímero de alfa-olefina y etileno, en el que la composición polimérica se caracteriza por tener (a) una densidad dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,910 g/cc a aproximadamente 0,930 g/cc, como se determina de acuerdo con ASTM D1505 (b) un índice de fluidez dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,5 g/10 minutos a aproximadamente 2,5 g/10 minutos, como se determina de acuerdo con ASTM D1238, Condición 190 °C/2,16 kg (c) una distribución de peso molecular de aproximadamente 3,6 a aproximadamente 12, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel (d) un peso molecular medio expresado en peso de más de aproximadamente 85 kg/mol a aproximadamente 160 kg/mol, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel y (e) un peso molecular medio-z de más de aproximadamente 210 kg/mol a aproximadamente 500 kg/mol, como se determina mediante cromatografía de permeabilidad de gel; y un CY-a de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,680 cuando la viscosidad compleja dinámica frente al barrido de frecuencia se ajustan a la ecuación de Carreau-Yasuda con un valor de  $n = 0,1818$ , de manera que el artículo de película fabricado a partir de la composición polimérica se caracteriza por tener (i) una temperatura de inicio de adhesión en caliente de menos de aproximadamente 96 °C, como se determina de acuerdo con ASTM F1921-98, método A, y (ii) un intervalo de temperatura de inicio de adhesión en caliente mayor de aproximadamente 20 °C, como se determina de acuerdo con ASTM F1921-95, método A.

### Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente divulgación y de las ventajas de la misma, se hace referencia ahora a la siguiente descripción breve, tomada junto con los dibujos adjuntos y la descripción detallada, en la que números de referencia similares representan partes similares.

La Figura 1 es una representación de un perfil de fracción de elución al aumentar la temperatura analítica para un polímero del tipo divulgado en la presente memoria.

La Figura 2 es un diagrama de la temperatura de inicio de adhesión en caliente en función de la densidad de resina para las muestras indicadas.

La Figura 3 es un diagrama de intervalo de temperatura de inicio de adhesión en caliente en función de la temperatura de inicio de adhesión en caliente para las muestras indicadas.

Las Figuras 4 y 5 son perfiles de fraccionamiento de elución al aumentar la temperatura analítica para las muestras del ejemplo 1.

### Descripción detallada

En la presente memoria se divulgan polímeros que tienen propiedades térmicas mejoradas y métodos de preparación que usan los mismos. En la presente memoria, el polímero se refiere tanto al material recogido como al producto de una reacción de polimerización (por ejemplo, una resina virgen o de reactor) y una composición polimérica que comprende un polímero y uno o más aditivos.

En una realización, los polímeros del tipo divulgado en la presente memoria se caracterizan como polímeros catalizados por metaloceno que tienen propiedades térmicas mejoradas y se denominan PIT. En una realización, el polímero es un polietileno lineal de baja densidad. En la presente memoria se divulgan diversas características y propiedades de los PIT.

En una realización, se puede preparar un PIT del tipo divulgado en la presente memoria mediante cualquier metodología apropiada, por ejemplo mediante el empleo de uno o más sistemas de catalizador, en uno o más reactores, en disolución, en suspensión, o en la fase gas, y/o variando la concentración de monómero en la reacción de polimerización, y/o modificando cualquiera/totalidad de los materiales o parámetros implicados en la producción de los PIT, como se describe con más detalle a continuación en la presente memoria.

Los PIT de la presente divulgación se pueden producir usando diversos tipos de reactores de polimerización. Tal y como se usa en la presente memoria, "reactor de polimerización" incluye cualquier reactor capaz de polimerizar monómeros de olefina para producir homopolímeros y/o copolímeros. Los homopolímeros y/o copolímeros producidos en el reactor pueden denominarse resina y/o polímeros. Los diversos tipos de reactores incluyen, pero sin limitarse a, los que se pueden denominar reactores por lotes, en suspensión, en fase gas, en disolución, de alta presión, tubulares, de autoclave y/u otros reactores. Los reactores en fase gas pueden comprender reactores de lecho fluidizado o reactores horizontales por etapas. Los reactores en suspensión pueden comprender bucles verticales y/u horizontales. Los reactores de alta presión pueden comprender reactores de autoclave y/o tubulares. Los tipos de reactores pueden incluir procesos por lotes y/o continuos. Los procesos continuos pueden usar una transferencia o descarga de producto intermitente y/o continua. Los procesos también pueden incluir reciclaje directo parcial o total de un monómero que no haya reaccionado, un comonómero que no haya reaccionado, catalizador y/o co-catalizadores, diluyentes y/u otros materiales del proceso de polimerización.

Los sistemas de reactor de polimerización de la presente divulgación pueden comprender un tipo de reactor en un sistema o reactores múltiples del mismo tipo o de tipo diferente, operado con cualquier configuración. La producción

de polímeros en reactores múltiples puede incluir diversas etapas en al menos dos reactores de polimerización por separado interconectados por un sistema de transferencia que posibilita la transferencia de los polímeros resultantes desde el primer reactor de polimerización hasta el segundo reactor. Alternativamente, la polimerización en reactores múltiples puede incluir la transferencia, ya sea manual o automática, de polímero de un reactor al reactor o reactores siguientes para la polimerización adicional. Alternativamente, la polimerización de multietapa o multifase puede tener lugar en un reactor individual, en el que las condiciones se modifican para que tenga lugar una reacción de polimerización diferente.

Las condiciones de polimerización deseadas en uno de los reactores pueden ser iguales o diferentes de las condiciones de operación de cualesquiera otros reactores implicados en el proceso global de producción del polímero de la presente divulgación. Los sistemas de reactores múltiples pueden incluir cualquier combinación que incluya, pero sin limitarse a, reactores de bucle múltiples, reactores en fase gas múltiples, una combinación de reactores de bucle y reactores en fase gas, reactores de alta presión múltiples o una combinación de reactores de alta presión con reactores de bucle y/o de gas. Los reactores múltiples se pueden operar en serie o en paralelo. En una realización, se puede emplear cualquier configuración y/o combinación de reactores para producir el polímero de la presente divulgación.

De acuerdo con una realización, el sistema de reactor de polimerización puede comprender al menos un reactor en suspensión de bucle. Dichos reactores pueden comprender bucles horizontales o verticales. El monómero, diluyente, sistema de catalizador y opcionalmente cualquier monómero se pueden alimentar de forma continua a un reactor en suspensión de bucle, cuando tiene lugar la polimerización. Generalmente, los procesos continuos pueden comprender la introducción continua de un monómero, un catalizador, y/o un diluyente en un reactor de polimerización y la retirada continua de este reactor de una suspensión que comprende partículas poliméricas y el diluyente. El efluente se puede vaporizar instantáneamente para retirar los líquidos que comprenden el diluyente del polímero sólido, monómero y/o comonómero. Se pueden usar diversas tecnologías para esta etapa de separación que incluyen, pero sin limitarse a, vaporización instantánea que puede incluir cualquier combinación de adición de calor y reducción de presión; separación mediante acción ciclónica en un ciclón o hidrociclón; separación mediante centrifugación; u otro método de separación apropiado.

Los procesos de polimerización en suspensión típicos (también conocidos como procesos de formación de partículas) se divulgan en las patentes de Estados Unidos n.º 3.248.179, 4.501.885, 5.565.175, 5.575.979, 6.239.235, 6.262.191 y 6.833.415, por ejemplo; cada una de las cuales se incorpora por referencia en su totalidad en la presente memoria.

Los diluyentes apropiados usados en la polimerización en suspensión incluyen, pero sin limitarse a, el monómero que se polimeriza y los hidrocarburos que son líquidos en las condiciones de reacción. Los ejemplos de diluyentes apropiados incluyen, pero sin limitarse a, hidrocarburos tales como propano, ciclohexano, isobutano, n-butano, n-pentano, isopentano, neopentano y n-hexano. Algunas reacciones de polimerización de bucle pueden ocurrir en condiciones en masa cuando no se usa diluyente. Un ejemplo es la polimerización del monómero de propileno tal y como se divulga en la patente de Estados Unidos n.º 5.455.314, que se incorpora por referencia en su totalidad en la presente memoria.

De acuerdo con otra realización, el reactor de polimerización puede comprender al menos un reactor en fase gas. Dichos sistemas pueden emplear una corriente de reciclaje continua que contenga uno o más monómeros sometidos a un ciclo continuo a través del lecho fluidizado en presencia del catalizador en condiciones de polimerización. Se puede extraer una corriente de reciclaje de lecho fluidizado y se puede reciclar de nuevo en el interior del reactor. Simultáneamente, se puede extraer un producto polimérico del reactor y se puede añadir monómero nuevo o renovado para sustituir al monómero polimerizado. Dichos reactores en fase gas pueden comprender un proceso para la polimerización de olefinas en fase gas de multietapa, en el cual las olefinas se polimerizan en fase gaseosa en al menos dos zonas independientes de polimerización en fase gas, al tiempo que se alimenta un polímero que contiene catalizador formado en una primera zona de polimerización en una segunda zona de polimerización. Un tipo de reactor en fase gas se divulga en las patentes de Estados Unidos n.º 4.588.790, 5.352.749 y 5.436.304, cada una de las cuales se incorpora por referencia en su totalidad en la presente memoria.

De acuerdo con otra realización, el reactor de polimerización de alta presión puede comprender un reactor tubular o un reactor de autoclave. Los reactores tubulares pueden tener diversas zonas en las cuales se añaden monómero nuevo, iniciadores o catalizadores. El monómero puede quedar retenido en una corriente de gas inerte y se puede introducir en una zona del reactor. Los iniciadores, catalizadores y/o componentes de catalizador pueden quedar retenidos en una corriente gaseosa y se pueden introducir en otra zona del reactor. Las corrientes de gas se pueden entremezclar para la polimerización. Se pueden emplear calor y presión de forma apropiada para obtener las condiciones óptimas de reacción de polimerización.

De acuerdo con otra realización, el reactor de polimerización puede comprender un reactor de polimerización en disolución en el que el monómero se pone en contacto con la composición de catalizador por medio de agitación apropiada u otro medio. Se puede emplear un vehículo que comprenda un diluyente orgánico o monómero en exceso. Si se desea, el monómero se puede poner en contacto en la fase de vapor con el producto de reacción catalítico, en presencia o ausencia de material líquido. La zona de polimerización se mantiene a temperaturas y presiones que darán lugar a la formación de una disolución del polímero en el medio de reacción. Se puede emplear agitación para

obtener un mejor control de la temperatura y para mantener mezclas de polimerización uniformes a lo largo de toda la zona de polimerización. Se utilizan los medios apropiados para disipar el calor de polimerización exotérmico.

Los reactores de polimerización apropiados para la presente divulgación pueden además comprender cualquier combinación de al menos un sistema de alimentación de materias primas, al menos un sistema de alimentación para el catalizador o los componentes de catalizador, y/o al menos un sistema de recuperación de polímero. Los sistemas de reactor apropiados para la presente divulgación pueden además comprender sistemas para la purificación de las materias primas, preparación y almacenamiento de catalizador, extrusión, enfriamiento del reactor, recuperación de polímero, fraccionamiento, reciclaje, almacenamiento, descarga, análisis de laboratorio y control de proceso.

Las condiciones que se controlan para la eficiencia de polimerización y para proporcionar propiedades de polímero incluyen, pero sin limitarse a, temperatura, presión, tipo y cantidad de catalizador o co-catalizador, y las concentraciones de diversos reaccionantes. La temperatura de polimerización puede afectar a la productividad del catalizador, peso molecular del polímero y distribución de peso molecular. La temperatura de polimerización apropiada puede ser cualquier temperatura por debajo de la temperatura de despolimerización, de acuerdo con la Ecuación de Energía Libre de Gibbs. Típicamente, esto incluye de aproximadamente 60 °C a aproximadamente 280 °C, por ejemplo, y/o de aproximadamente 70 °C a aproximadamente 110 °C, dependiendo del tipo de reactor de polimerización y/o proceso de polimerización.

Las presiones apropiadas variarán también de acuerdo con el reactor y el proceso de polimerización. La presión para la polimerización en fase líquida en el reactor de bucle es típicamente menor de 1000 psig (6,89 MPa). Normalmente la presión para la polimerización en fase gas es de aproximadamente 200-500 psig (1,38-3,45 MPa). La polimerización de alta presión en reactores tubulares o de autoclave se lleva a cabo generalmente a aproximadamente 20.000 (137,9 MPa) a 75.000 psig (517 MPa). Los reactores de polimerización también se pueden operar en una región supercrítica que sucede generalmente a presiones y temperaturas más elevadas. La operación por encima del punto crítico de un diagrama de presión/temperatura (fase supercrítica) puede conllevar ventajas.

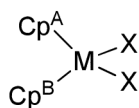
Se puede controlar la concentración de diversos reaccionantes para producir polímeros con determinadas propiedades físicas y mecánicas. El producto de uso final propuesto que se formará mediante el polímero y el método de formación de ese producto puede variar para determinar las propiedades deseadas del producto final. Las propiedades mecánicas incluyen, pero sin limitarse a, ensayos de resistencia de tracción, módulo flexural, resistencia a impacto, deformación permanente por fatiga, relajación de tensión y dureza. Las propiedades físicas incluyen, pero sin limitarse a, densidad, peso molecular, distribución de peso molecular, temperatura de fusión, temperatura de transición vítrea, temperatura de fusión de cristalización, densidad, estereo-regularidad, proliferación de fisuras, ramificación de cadena corta, ramificación de cadena larga y mediciones reológicas.

Las concentraciones de monómero, co-monómero, hidrógeno, co-catalizador, modificadores y donantes de electrones generalmente son importantes para producir propiedades poliméricas específicas. Se puede usar un comonómero para controlar la densidad del producto. Se puede usar hidrógeno para controlar el peso molecular del producto. Se pueden usar los co-catalizadores para alquilar, neutralizar venenos y/o controlar el peso molecular. La concentración de venenos se puede minimizar, ya que los venenos pueden afectar a las reacciones y/o por el contrario afectar a las propiedades del producto polimérico. Los modificadores se pueden usar para controlar las propiedades del producto y los donantes de electrones pueden afectar a la estereo-regularidad.

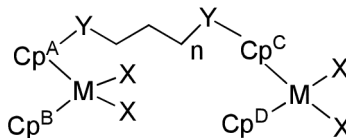
En una realización, un método de preparación de un PIT comprende poner en contacto un monómero de etileno con un sistema de catalizador en condiciones apropiadas para la formación de un polímero del tipo descrito en la presente memoria. En una realización, el sistema de catalizador comprende un complejo de metal de transición. Las expresiones "composición de catalizador", "mezcla de catalizador", "sistema de catalizador" y similares, no dependen del producto real que es el resultado del contacto o la reacción de los componentes de las mezclas, la naturaleza del sitio catalítico activo, o el destino del co-catalizador, el catalizador, cualquier monómero de olefina usado para preparar una mezcla sometida a pre-contacto, o el soporte de activador, tras combinar estos componentes. Por tanto, las expresiones "composición de catalizador", "mezcla de catalizador", "sistema de catalizador" y similares, pueden incluir composiciones heterogéneas y composiciones homogéneas.

En una realización, un sistema de catalizador apropiado para la preparación de un PIT comprende al menos un compuesto que contiene metaloceno. En una realización, el compuesto que contiene metaloceno es un metaloceno que no contiene puente, denominado MTE-A. En la presente memoria, el término "metalloceno" describe un compuesto que comprende al menos un resto de tipo  $\eta^3$  a  $\eta^5$ -cicloalcadienilo, en el que los restos  $\eta^3$  a  $\eta^5$ -cicloalcadienilo incluyen ligandos ciclopentadienilo, ligandos indenilo, ligandos fluorenilo y similares, incluyendo análogos o derivados parcialmente sustituidos o saturados de cualquiera de estos. Los posibles sustituyentes de estos ligandos incluyen hidrógeno, por tanto la descripción de "derivados sustituidos de los mismos" en la presente divulgación comprende ligandos parcialmente saturados tales como tetrahidroindenilo, tetrahidrofluorenilo, octahidrofluorenilo, indenilo parcialmente saturado, fluorenilo parcialmente saturado, indenilo parcialmente saturado y sustituido, fluorenilo parcialmente saturado y sustituido y similares.

En una realización, MTE-A es un compuesto que se puede caracterizar por una de las fórmulas generales 1 o 2:



Fórmula 1

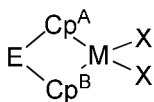


Fórmula 2

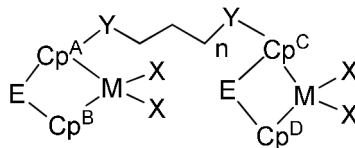
en las que cada X es, de forma independiente, F, Cl, Br, I, metilo, bencilo, fenilo, H, BH<sub>4</sub> un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 20 átomos de carbono, un grupo hidrocarbiloamino que tiene hasta 20 átomos de carbono, un grupo trihidrocarbilsililo que tiene hasta 20 átomos de carbono, OBR'<sub>2</sub> en el que R' puede ser un grupo alquilo que tiene hasta 12 átomos de carbono o un grupo arilo que tiene hasta 12 átomos de carbono, y SO<sub>3</sub>R'', en la que R'' puede ser un grupo alquilo que tiene hasta 12 átomos de carbono o un grupo arilo que tiene hasta 12 átomos de carbono; Y es un grupo CR<sub>2</sub> o SiR<sub>2</sub> en el que R es hidrógeno o un grupo hidrocarbilo; Cp<sup>A</sup>, Cp<sup>B</sup>, Cp<sup>C</sup> y Cp<sup>D</sup> son cada uno, de forma independiente, un grupo ciclopentadienilo sustituido o no sustituido, grupo indenilo o grupo fluorenilo y en el que cualquier sustituyente de Cp<sup>A</sup>, Cp<sup>B</sup>, Cp<sup>C</sup> y Cp<sup>D</sup> puede ser H, un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 18 átomos de carbono o grupo hidrocarbilsililo que tiene hasta 18 átomos de carbono.

Ejemplos no limitantes de los compuestos que contienen metaloceno apropiados para su uso en la presente divulgación se describen con más detalle en las patentes de Estados Unidos n.º 4.939.217; 5.191.132; 5.210.352; 5.347.026; 5.399.636; 5.401.817; 5.420.320; 5.436.305; 5.451.649; 5.496.781; 5.498.581; 5.541.272; 5.554.795; 5.563.284; 5.565.592; 5.571.880; 5.594.078; 5.631.203; 5.631.335; 5.654.454.; 5.668.230; 5.705.478; 5.705.579; 6.187.880; 6.509.427; 7.026.494 y las solicitudes de patente de Estados Unidos n.º 20100190926 A1 y 20120059134, cada una de las cuales se incorpora por referencia en su totalidad en la presente memoria.

En una realización alternativa, el compuesto que contiene metaloceno comprende un compuesto de metaloceno con puente denominado a continuación MTE-B. En una realización, MTE-B puede caracterizarse mediante una fórmula general 3 o 4:



Fórmula 3



Fórmula 4

en las que M es Ti, Zr o Hf; cada Z es, de manera independiente, F, Cl, Br, I, metilo, fenilo, bencilo, H, BH<sub>4</sub>, un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 20 átomos de carbono, un grupo hidrocarbiloamino que tiene hasta 20 átomos de carbono, un grupo trihidrocarbilsililo que tiene hasta 20 átomos de carbono, OBR'<sub>2</sub> en la que R' puede ser un grupo alquilo que tiene hasta 12 átomos de carbono o un grupo arilo que tiene hasta 12 átomos de carbono, o SO<sub>3</sub>R'' en la que R'' puede ser un grupo alquilo que tiene hasta 12 átomos de carbono o un grupo arilo que tiene hasta 12 átomos de carbono; Y es un grupo CR<sub>2</sub>, SiR<sub>2</sub> o R<sub>2</sub>CCR<sub>2</sub> que puede ser lineal o cíclico y en el que R es hidrógeno o un grupo hidrocarbilo; Cp<sup>A</sup>, Cp<sup>B</sup>, Cp<sup>C</sup> y Cp<sup>D</sup> son cada uno, de forma independiente, un grupo ciclopentadienilo sustituido o no sustituido, grupo indenilo o grupo fluorenilo y en el que cualquier sustituyente de Cp<sup>A</sup>, Cp<sup>B</sup>, Cp<sup>C</sup> y Cp<sup>D</sup> puede ser H, un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 18 átomos de carbono o un grupo hidrocarbilsililo que tiene hasta 18 átomos de carbono. E representa un grupo de puente que puede comprender (i) un resto cíclico o heterocíclico que tiene hasta 18 átomos de carbono, (ii) un grupo representado por la fórmula general E<sup>A</sup>R<sup>3A</sup>R<sup>4A</sup>, en la que E<sup>A</sup> es C, Si, Ge o B, y R<sup>3A</sup> y R<sup>4A</sup> son, de manera independiente, H o un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 18 átomos de carbono, (iii) un grupo representado mediante la fórmula general -CR<sup>3B</sup>R<sup>4B</sup>-CR<sup>3C</sup>R<sup>4C</sup>-, en la que R<sup>3B</sup>, R<sup>4B</sup>, R<sup>3C</sup> y R<sup>4C</sup> son, de manera independiente, H o un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 10 átomos de carbono, o (iv) un grupo representado mediante la fórmula general SiR<sub>2</sub>-CR<sub>2</sub>, en la que X es Si o C y R es un hidrógeno o un grupo hidrocarbilo; o -SiR<sup>3D</sup>R<sup>4D</sup>-SiR<sup>3E</sup>R<sup>4E</sup>-, en la que R<sup>3D</sup>, R<sup>4D</sup>, R<sup>3E</sup> y R<sup>4E</sup> son, de manera independiente, H o un grupo hidrocarbilo que tiene hasta 10 átomos de carbono, y en el que al menos uno de R<sup>3A</sup>, R<sup>3B</sup>, R<sup>4A</sup>, R<sup>4B</sup>, R<sup>3C</sup>, R<sup>4C</sup>, R<sup>3D</sup>, R<sup>4D</sup>, R<sup>3E</sup>, R<sup>4E</sup> o el sustituyente de Cp, Cp<sub>1</sub> o Cp<sub>2</sub> es (1) un grupo alqueno terminal que tiene hasta 12 átomos de carbono o (2) un compuesto dinuclear en el que cada resto metálico tiene la misma característica estructural que MTE-B. En algunas realizaciones, el catalizador comprende al menos dos compuestos que contienen metaloceno del tipo divulgado en la presente memoria.

El PIT puede comprender aditivos. Los ejemplos de aditivos incluyen, pero sin limitarse a, agentes antiestáticos, colorantes, estabilizadores, agentes de nucleación, modificadores de superficie, pigmentos, agentes de deslizamiento, agentes anti formación de bloques, adherentes, coadyuvantes de procesamiento de polímeros y combinaciones de los

mismos. Dichos aditivos se pueden usar de forma singular o en combinación y se pueden poner en contacto con el polímero antes, durante o después de la preparación del PIT como se describe en la presente memoria. Dichos aditivos se pueden añadir por medio de cualquier técnica apropiada, por ejemplo durante una etapa de extrusión o formación de compuestos, tal como durante una peletización o procesamiento posterior para dar lugar a un artículo de uso final.

- 5 El PIT comprende un copolímero de polietileno, también denominado un copolímero de etileno (alfa-olefina), por ejemplo un poli(copolímero de etileno) catalizado por metalloceno. Los ejemplos de comonómeros apropiados incluyen sin limitación hidrocarburos insaturados que tienen de 3 a 20 átomos de carbono, tales como propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno y mezclas de los mismos.
- 10 En una realización, el PIT tiene un peso molecular medio expresado en peso ( $M_w$ ) de aproximadamente 85 kg/mol a aproximadamente 145 kg/mol, alternativamente de 90 kg/mol a aproximadamente 140 kg/mol. En una realización, el PIT tiene un peso molecular medio expresado en número ( $M_n$ ) de aproximadamente 7 kg/mol a aproximadamente 50 kg/mol, alternativamente de aproximadamente 9 kg/mol a aproximadamente 35 kg/mol, o alternativamente de aproximadamente 10 kg/mol a aproximadamente 32 kg/mol. El PIT tiene un peso molecular medio-z ( $M_z$ ) de más de aproximadamente 210 kg/mol a aproximadamente 500 kg/mol, alternativamente de aproximadamente 220 kg/mol a aproximadamente 470 kg/mol, o alternativamente de aproximadamente 230 kg/mol a aproximadamente 450 kg/mol. El peso molecular medio expresado en peso se puede calcular de acuerdo con la ecuación 1:

$$\bar{M}_w = \frac{\sum_i N_i M_i^2}{\sum_i N_i M_i} \quad (1)$$

- 20 en la que  $N_i$  es el número de moléculas de peso molecular  $M_i$ . Todos los valores medios de peso molecular se expresan en kilogramos por mol (kg/mol) o kiloDalton y se determinan mediante cromatografía de permeabilidad. El peso molecular medio expresado en número es el valor medio común de los pesos moleculares de los polímeros individuales y se puede calcular de acuerdo con la ecuación (2):

$$\bar{M}_n = \frac{\sum_i N_i M_i}{\sum_i N_i} \quad (2)$$

- 25 El peso molecular medio-z es un valor medio de peso molecular de orden más elevado que se calcula de acuerdo con la ecuación (3):

$$M_z = \sum_i n_i M_i^3 / \sum_i n_i M_i^2 (\text{kg mol}^{-1}) \quad (3)$$

en la que  $n_i$  es la cantidad de sustancia de especies  $i$  y  $M_i$  es la masa molar de las especies.

- 30 El PIT se caracteriza de forma adicional por una distribución de peso molecular (MWD) de aproximadamente 3,6 a aproximadamente 12 o alternativamente de aproximadamente 3,6 a aproximadamente 10. La MWD se refiere a la relación de  $M_w$  con respecto a  $M_n$ , que también se denomina índice de polidispersidad (PDI) o más simplemente polidispersidad.

- 35 En una realización, el PIT se caracteriza como un polímero sustancialmente lineal que tiene menos de aproximadamente 22 ramificaciones por cada 1000 átomos de carbono, alternativamente menos de 20 ramificaciones por cada 1000 átomos de carbono o alternativamente menos de 19 ramificaciones por cada 1000 átomos de carbono.

El PIT se caracteriza preferentemente por tener una densidad de aproximadamente 0,913 g/cc a aproximadamente 0,925 g/cc, como se determina de acuerdo con ASTM D 1505.

- 40 El PIT se puede caracterizar por tener un índice de fluidez (MI) de más de aproximadamente 0,6 g/10 minutos a aproximadamente 2,5 g/10 minutos, o alternativamente de aproximadamente 0,7 g/10 minutos a aproximadamente 2,0 g/10 minutos. El MI se refiere a la cantidad de polímero que se puede hacer pasar a través de un orificio de un reómetro de extrusión de 0,0825 pulgadas (0,21 cm) de diámetro cuando se somete a una fuerza de 2,16 kilogramos en diez minutos a 190 °C, como se determina de acuerdo con ASTM D 1238.

- 45 El PIT se puede caracterizar por tener un índice de fluidez con carga elevada (HIMI) de aproximadamente 10 g/10 minutos a aproximadamente 28 g/10 minutos, alternativamente de aproximadamente 11 g/10 minutos a

aproximadamente 27 g/10 minutos, o alternativamente de aproximadamente 12 g/10 minutos a aproximadamente 26 g/10 minutos. El HLMI se refiere a la cantidad de un polímero que se puede hacer pasar a través de un orificio de un reómetro de extrusión de 0,0825 pulgadas (0,21 cm) de diámetro cuando se somete a una fuerza de 21,6 kilogramos en diez minutos a 190 °C, como se determina de acuerdo con ASTM D 1238.

- 5 El PIT se puede caracterizar por tener una relación de HLMI con respecto a MI de aproximadamente 16 a aproximadamente 30, alternativamente de aproximadamente 16,5 a aproximadamente 28 o alternativamente de aproximadamente 17 a aproximadamente 26.

En una realización, el PIT tiene un valor de viscosidad a cizalladura cero,  $E_{\eta}(0)$ , de aproximadamente 3000 Pa·s a aproximadamente 25000 Pa·s, alternativamente de aproximadamente 4000 Pa·s a aproximadamente 20000 Pa·s, o alternativamente de aproximadamente 5000 Pa·s a aproximadamente 118000 Pa·s, cuando la viscosidad compleja dinámica frente al barrido de frecuencias se ajustan a la ecuación de Carreau-Yasuda (4), con un valor de  $n = 0,1818$ :

$$E = E_o \left[ 1 + (T_{\xi} \dot{\gamma})^a \right]^{\frac{n-1}{a}} \quad (4)$$

donde

$E$  = viscosidad (Pa·s)

$\dot{\gamma}$  = tasa de cizalladura (1/s)

$a$  = parámetro de amplitud reológica

$T_{\xi}$  = tiempo de relajación (s) [describe la ubicación en el tiempo de la región de transición]

$E_o$  = viscosidad a cizalladura cero (Pa·s) [define la meseta Newtoniana]

$n$  = constante de la ley potencial [define la pendiente final de la región de tasa de cizalladura elevada].

- 20 Para facilitar el ajuste, se mantiene la constante  $n$  de la ley potencial en un valor constante. Los detalles de la significancia e interpretación del modelo CY y los parámetros derivados se pueden encontrar en: C. A. Hieber y H.H. Chiang, *Rheol. Acta*, 28, 321 (1989); C.A. Hieber y H.H. Chiang, *Polym. Eng. Sci.*, 32, 931 (1992); y R. B. Bird, R. C. Armstrong y O. Hassager, *Dynamics of Polymeric Liquids, Volumen 1, Fluid Mechanics*, 2ª edición, John Wiley & Sons (1987), cada uno de los cuales se incorpora por referencia en su totalidad en la presente memoria.

- 25 La viscosidad a cizalladura cero se refiere a la viscosidad de la composición polimérica a una tasa de cizalladura cero y es indicativa de la estructura molecular de los materiales. Además, para las masa fundidas poliméricas, la viscosidad a cizalladura cero con frecuencia es un indicador útil de los atributos de procesamiento tales como resistencia en masa fundida de las masas fundidas poliméricas en los procesos poliméricos. Por ejemplo, cuanto mayor es la viscosidad a cizalladura cero, mejor es la resistencia en masa fundida.

- 30 El PIT tiene un valor "a" de Carreau-Yasuda de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,680, alternativamente de aproximadamente 0,420 a aproximadamente 0,650, o alternativamente de aproximadamente 0,450 a aproximadamente 0,630, en el que la viscosidad compleja dinámica frente al barrido de frecuencias se ajustan a la ecuación de Carreau-Yasuda con un valor de  $n = 0,1818$ .

- 35 En una realización, un PIT del tipo divulgado en la presente memoria se caracteriza por un perfil de fraccionamiento de elución al aumentar la temperatura analítica (ATREF) del tipo mostrado en la Figura 1, o de forma alternativa sustancialmente similar al mismo. Con el fin de generar un perfil de ATREF, se disuelve una muestra de polímero objeto de análisis en un disolvente caliente apropiado (por ejemplo, triclorobenceno) y se permite la cristalización en una columna que contiene un soporte inerte (etapa de acero inoxidable) reduciendo lentamente la temperatura. La columna está equipada típicamente con un detector de índice de refracción y un detector de viscosímetro diferencial. A continuación, se genera una curva de cromatograma ATREF mediante elución de la muestra polimérica cristalizada a partir de la columna aumentando lentamente la temperatura del disolvente de elución (triclorobenceno). En una realización, el intervalo de temperatura de fraccionamiento de elución para un polímero del tipo divulgado en la presente memoria (es decir, PIT) es de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 110 °C; alternativamente, de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 108 °C, o alternativamente de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 105 °C.

- 45 En referencia a la Figura 1, un PIT del tipo divulgado en la presente memoria puede mostrar un perfil de ATREF que es un diagrama de características de peso molecular del polímero (por ejemplo,  $dW/dT$ ) como función de la temperatura que contiene al menos dos componentes que eluyen a diferentes temperaturas, lo que da como resultado al menos dos picos designados como pico A,  $P_A$  y pico B,  $P_B$ . En la presente memoria, la temperatura de elución corresponde a un pico observado sobre la curva de ATREF como viene determinado a partir del fraccionamiento de elución al aumentar la temperatura dentro del intervalo de aproximadamente 20 °C a aproximadamente 110 °C. Un pico observado en el perfil de ATREF corresponde a un porcentaje en peso sustancial de parte polimérica cristalizada basada en la cantidad total de las partes poliméricas cristalizables para el polímero como un todo. Los polímeros del tipo divulgado (es decir, PIT) con partes poliméricas cristalizables se pueden caracterizar por tener partes poliméricas cristalizadas que se pueden medir a diversas temperaturas pico diferentes (es decir, picos múltiples). En una realización, un perfil de ATREF del tipo

divulgado en la presente memoria comprende dos partes poliméricas cristalizadas que se pueden medir que, en suma, representan más de aproximadamente un 90 %, alternativamente, un 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 o 99 % de las partes poliméricas cristalizables presentes en el polímero como un todo. Se contempla que los picos adicionales (por ejemplo, salientes, crestas y dobletes) pueden estar presentes en el perfil de ATREF de un polímero del tipo divulgado en la presente memoria. Alternativamente, los picos adicionales también pueden estar presentes entre el pico de temperatura más baja y el pico de temperatura más alta, en cuyo caso el pico de temperaturas más baja se denomina P<sub>A</sub> y el pico de temperatura más alta se denomina P<sub>B</sub>.

En una realización, P<sub>A</sub> tiene una temperatura de elución denominada T<sub>A</sub> y P<sub>B</sub> tiene una temperatura de elución denominada T<sub>B</sub>, en las que la diferencia entre T<sub>A</sub> y T<sub>B</sub>, denominada  $\Delta$ , es igual o mayor que aproximadamente 23, alternativamente de aproximadamente 23 a aproximadamente 35, o alternativamente de aproximadamente 23 a aproximadamente 33.

En una realización, se fabrica un PIT para dar lugar a una película. Las películas de la presente divulgación pueden producirse usando cualquier tecnología apropiada. En una realización, los polímeros (es decir, PIT) se forman para dar lugar a películas a través de un proceso de película soplada. En una realización, las muestras de película soplada se pueden preparar usando las siguientes condiciones: 100 mm (4 pulgadas) de diámetro, 1,5 mm (0,060 pulgadas) de distancia de separación de boquilla, 37,5 mm (1,5 pulgadas) de diámetro del extrusor de husillo individual equipado con un husillo de barrera con una sección de mezcla Maddock en el extremo (L/D = 24; relación de compresión 2,2:1), 115 rpm de velocidad de husillo [aproximadamente 27 kg/h (60 libras/h) de tasa de producción], 2,5:1 de relación de soplado (BUR), burbuja "in pocket (disponible)" con "altura de línea de congelación" (FHL) entre 20-28 cm (8-11 pulgadas), temperaturas del conjunto de boquilla y recipiente de 190 °C (375 °F) y película de espesor 1m (25 micrómetros). El enfriamiento se puede lograr con un anillo de aire Dual Lip que usa aire ambiente (laboratorio) a aproximadamente 35 °C (75-80 °F).

Las películas formadas a partir de los polímeros de la presente divulgación (es decir, PIT) pueden ser cualquier espesor deseado por el usuario. Alternativamente, los PIT se pueden formar para dar lugar a una película que tiene un espesor de aproximadamente 0,1 milésimas de pulgada (2,54 micrómetros) a aproximadamente 5 milésimas de pulgada (127 micrómetros), alternativamente de aproximadamente 0,2 milésimas de pulgada (5,08 micrómetros) a 4,0 milésimas de pulgada (101,6 micrómetros), alternativamente de 0,3 milésimas de pulgada (7,62 micrómetros) a 3,0 milésimas de pulgada (76,2 micrómetros).

En una realización, las películas formadas a partir de los PIT de la presente divulgación tienen una resistencia de caída de dardo que varía de aproximadamente 500 g/milésima de pulgada (19,7 g/micrómetro) a 2000 g/milésima de pulgada (78,7 g/micrómetro), alternativamente de 700 g/milésima de pulgada (27,5 g/micrómetro) a aproximadamente 1700 g/milésima de pulgada (66,9 g/micrómetro) o alternativamente de aproximadamente 900 g/milésima de pulgada (35,4 g/micrómetro) a aproximadamente 1400 g/milésima de pulgada (55,1 g/micrómetro), tal y como se mide de acuerdo con ASTM D1709 Método A, usando una muestra de ensayo de película soplada que tiene 1,0 milésima de pulgada (25,4 micrómetros) de espesor. La resistencia de caída de dardo se refiere al peso necesario para provocar el fallo en un 50 % de películas sometidas a ensayo por impacto procedente de un dardo que cae en condiciones de ensayo especificadas. Específicamente, un método emplea el uso de un dardo que tiene un 38 mm (1,5 pulgadas) de diámetro de cabeza que se deja caer desde una altura de 0,66 m (26,1 pulgadas).

En una realización, las películas formadas a partir de los PIT de la presente divulgación tienen una resistencia al desgarro de Elmendorf en la dirección de la máquina (MD) de aproximadamente 70 g/milésima de pulgada (2,7 g/micrómetro) a aproximadamente 300 g/milésima de pulgada (11,8 g/micrómetro), alternativamente de aproximadamente 90 g/milésima de pulgada (3,5 g/micrómetro) a aproximadamente 250 g/milésima de pulgada (9,8 g/micrómetro), o alternativamente de aproximadamente 100 g/milésima de pulgada (3,9 g/micrómetro) a aproximadamente 200 g/milésima de pulgada (7,9 g/micrómetro) y una resistencia al desgarro de Elmendorf en la dirección transversal (TD) que varía de aproximadamente 250 g/milésima de pulgada (9,8 g/micrómetro) a aproximadamente 650 g/milésima de pulgada (25,6 g/micrómetro), alternativamente de aproximadamente 280 g/milésima de pulgada (11 g/micrómetro) a aproximadamente 550 g/milésima de pulgada (21,6 g/micrómetro) o alternativamente de aproximadamente 300 g/milésima de pulgada (11,8 g/micrómetro) a aproximadamente 500 g/milésima de pulgada (19,7 g/micrómetro), tal y como se mide de acuerdo con ASTM D1922 usando una muestra de ensayo de película soplada que tiene un espesor de 1,0 milésima de pulgada (25,4 micrómetros).

En una realización, las películas formadas a partir de los PIT del tipo divulgado en la presente memoria tienen una Temperatura de Inicio de Sellado (SIT) de aproximadamente 85 °C a aproximadamente 105 °C, alternativamente de aproximadamente 88 °C a aproximadamente 103 °C o alternativamente de aproximadamente 89 °C a aproximadamente 100 °C, una Temperatura de Inicio de Adhesión en Caliente (HTIT) menor de aproximadamente 100 °C, alternativamente menor de aproximadamente 96 °C, alternativamente menor de aproximadamente 95 °C, alternativamente menor de aproximadamente 93 °C y un Intervalo de Temperatura de Inicio de Adhesión en Caliente (HTR) mayor de aproximadamente 20 °C, alternativamente mayor de aproximadamente 23 °C, o alternativamente mayor de aproximadamente 25 °C. En la presente memoria, SIT se refiere a la temperatura a la cual el producto de película sellada tiene una resistencia de sellado de 0,3 libras/pulgada (52,5 N/m), HTIT se refiere a la temperatura a la cual la resistencia de adhesión en caliente es igual o mayor que 0,225 libras/pulgada (39,4 N/m) y HTR se refiere al intervalo de temperaturas en el que la resistencia de adhesión en caliente es igual o mayor que 0,225 libras/pulgada (39,4 N/m). El

HTR se determina restando la temperatura más baja a la cual se logra la resistencia de adhesión en caliente de 0,225 libras/pulgada (39,4 N/m) de la temperatura más elevada a la cual se logra una resistencia de adhesión en caliente de 0,225 libras/pulgada (39,4 N/m) usando la curva de resistencia de adhesión en caliente frente a temperatura. La SIT y la ventana de adhesión en caliente se pueden determinar usando un dispositivo de ensayo de sellado térmico de acuerdo con ASTM F-1921-98 Método A.

Los PIT del tipo divulgado en la presente memoria se pueden formar para dar lugar a artículos de fabricación o artículos de uso final, usando cualquier metodología apropiada tal como extrusión, moldeo por soplado, moldeo por inyección, hilado de fibras, termo-conformación y colada. Por ejemplo, el PIT se puede someter a extrusión para dar lugar una lámina, que posteriormente se somete a termoconformación para dar lugar a un artículo de uso final tal como un recipiente, una copa, bandeja, un palé, juguete o un componente de otro producto.

#### Ejemplo 1

Se investigaron las propiedades de termosellado de los PIT del tipo divulgado en la presente memoria. Específicamente, se determinaron las propiedades de sellado como se muestra a continuación: usando un Sistema de Ensayo de Sellado Térmico de Ingeniería Theller (Método A para las mediciones tanto de Adhesión en Caliente como de Termosellado) con ajustes para 3 réplicas de una anchura de sellado: 1,0 pulgada (2,54 cm); tasa de separación de sujeción: 8 pulgadas (20,3 cm)/minuto; tiempo de residencia = 1.000 msegundos (1 segundo); presión de sellado = 60 psi (0,41 MPa) y velocidad de despegado = 200 cm/minuto (para adhesión en caliente) o 30 cm/minuto (para ensayo de sellado).

Se definió la Temperatura de Inicio de Adhesión en Caliente (HTIT) cuando se logró la resistencia de adhesión en caliente de 1 N/25 mm (0,225 libras/pulgada) a 250 msegundos de tiempo de enfriamiento. Se definió la Temperatura de Inicio de Sellado (SIT) cuando se logró la Resistencia de Sellado Final de 1,3 N/25 mm (0,3 libras/pulgada). Se definió el Intervalo de Temperatura de Inicio de Adhesión en Caliente (HTR) como la ventana de temperatura en la que se logró la Resistencia de Adhesión en Caliente de 0,225 libras/pulgada (39,4 N/m) o más y se determinó de forma sencilla a partir de la curva Fuerza vs. Temperatura de Sellado usando un tiempo de enfriamiento de 250 msegundos.

Se prepararon muestras de la invención (es decir, PIT) en un proceso de bucle en suspensión continuo con isobutano líquido como diluyente. Se llevaron a cabo estas polimerizaciones en planta piloto en un reactor de 27 galones (102,2 l) que operaba a aproximadamente 950 psig (4,07 MPa) y aproximadamente 79,4 °C (aproximadamente 175 °F). Se prepararon las resinas de la invención 1 a 20 usando una mezcla de metaloceno formada por MTE-B + MTE-A en una relación en peso que varió de 2:1 a 5:1 = MTE-B:MTE-A. Se alimentaron los metalocenos en el reactor en forma de disolución de hidrocarburos, ya sea de forma simultánea o en una disolución individual, en la relación prescrita, por medio de un recipiente de pre-contacto. Se prepararon el resto de resinas de la invención con una mezcla de tres metalocenos, dos metalocenos de tipo MTE-B y un metaloceno de tipo MTE-A. Se alimentaron los tres metalocenos en el reactor de manera que se logró una composición de relación en peso final de 2:1:0,14 a 0,20 = MTE-B1/MTE-A/MTE-B2.

Se retiró el polímero del reactor a una tasa de aproximadamente 22-25 libras (10-11,3 kg) por hora empleando una concentración total de metaloceno que varió de 0,5 a 1,5 ppm en el reactor. Se mantuvo la tasa de producción de polímero mediante alimentación de etileno a 22-32 libras (10-14,5 kg) por hora y operando el reactor para tener un tiempo de residencia de aproximadamente 1,2 horas. Se varió la concentración de etileno de un 10,7 a un 13,9 % y se controlaron el índice de fluidez de polímero y la densidad mediante adición de hidrógeno (de 0,4 a 5,97 mililibras (de 0,2 a 1,2 gramos) por hora) y hexeno (de 3,6 a 6,4 libras (de 1,6 a 2,9 kg) por hora) al reactor.

Se compararon las propiedades de la Invención con cuatro muestras Comparativas. Las propiedades básicas de estas tres resinas se muestran en la Tabla 1. Todas las muestras de la Tabla 1 se formaron para dar lugar a películas sopladas de 1 milésima de pulgada (25 micrómetros) de espesor y las propiedades de HTIT, HTR y SIT se sometieron a ensayo. Estos resultados se recogen en la Tabla 2. Se sometieron a ensayo las propiedades térmicas de las películas y los resultados se presentan en la Tabla 3. Las muestras comparativas COMP 1, COMP 2 y COMP 4 son polietileno basado en catalizador de metaloceno que se encuentran comercialmente disponibles en Chevron Phillips Chemical Company LP. COMP 3 es un polietileno catalizado por Ziegler-Natta.

Tabla 1

| ID DE RESINA | DENSIDAD (g/cc) | MI (dg/min) | HLM (dg/min) | HLM/MI | Eta(0) (Pa·s) | $\alpha$ | Mn<br>(kg/mol) | Mw<br>(kg/mol) | Mz<br>(kg/mol) | Mw/Mn |
|--------------|-----------------|-------------|--------------|--------|---------------|----------|----------------|----------------|----------------|-------|
| INV 1        | 0,917           | 1,02        | 25,3         | 24,8   | 5,91E+03      | 0,558    | 17,20          | 118,00         | 263,00         | 6,80  |
| INV 2        | 0,917           | 1,02        | 25,3         | 24,8   | 6,02E+03      | 0,593    | 18,20          | 119,00         | 265,00         | 6,50  |
| INV 3        | 0,915           | 1,01        | 17,7         | 17,5   | 5,63E+03      | 0,626    | 31,80          | 128,00         | 236,00         | 4,00  |
| INV 4        | 0,915           | 1,10        | 25,2         | 22,9   | 7,94E+03      | 0,541    | 32,30          | 120,83         | 252,13         | 3,74  |
| INV 5        | 0,914           | 1,00        | 21,7         | 21,7   | 8,58E+03      | 0,582    | 20,12          | 119,71         | 249,93         | 5,95  |
| INV 6        | 0,914           | 1,00        | 21,7         | 21,7   | 8,40E+03      | 0,580    | 20,09          | 121,33         | 254,89         | 6,04  |
| INV 7        | 0,915           | 1,00        | 26,4         | 26,4   | 6,61E+03      | 0,608    | 20,21          | 115,16         | 240,28         | 5,70  |
| INV 8        | 0,916           | 0,70        | 14,1         | 19,8   | 1,03E+04      | 0,582    | 15,79          | 128,69         | 251,10         | 8,15  |
| INV 9        | 0,914           | 0,80        | 15,8         | 19,0   | 8,97E+03      | 0,592    | 17,37          | 125,89         | 240,02         | 7,25  |
| INV 10       | 0,913           | 0,95        | 18,5         | 19,5   | 6,91E+03      | 0,631    | 18,39          | 123,50         | 226,27         | 6,72  |
| INV 11       | 0,922           | 2,60        | nm           | nm     | 3,12E+03      | 0,617    | 9,90           | 92,39          | 240,69         | 9,33  |
| INV 12       | 0,920           | 1,27        | nm           | nm     | 5,96E+03      | 0,584    | 15,56          | 109,64         | 254,22         | 7,05  |
| INV 13       | 0,915           | 1,07        | nm           | nm     | 7,04E+03      | 0,562    | 17,68          | 115,99         | 252,77         | 6,56  |
| INV 14       | 0,915           | 1,02        | nm           | nm     | 8,10E+03      | 0,563    | 16,60          | 121,06         | 252,40         | 7,29  |
| INV 15       | 0,912           | 0,78        | nm           | nm     | 1,22E+04      | 0,456    | 19,07          | 127,50         | 259,88         | 6,69  |
| INV 16       | 0,914           | 0,73        | nm           | nm     | nm            | nm       | nm             | nm             | nm             | nm    |
| INV 17       | 0,919           | 0,80        | nm           | nm     | 9,84E+03      | 0,535    | 21,41          | 126,07         | 281,56         | 5,89  |
| INV 18       | 0,917           | 1,03        | nm           | nm     | 8,00E+03      | 0,548    | 21,51          | 120,50         | 275,30         | 5,60  |
| INV 19       | 0,916           | 0,85        | nm           | nm     | 1,18E+04      | 0,515    | 22,25          | 133,59         | 294,34         | 6,00  |
| INV 20       | 0,917           | 0,43        | nm           | nm     | 2,24E+04      | 0,436    | 20,26          | 153,68         | 402,02         | 7,59  |

(continuación)

| ID DE RESINA   | DENSIDAD (g/cc) | MI (dg/min) | HLMl (dg/min) | HLMl/MI | Eta(0) (Pa-s) | $\alpha$ | Mn<br>(kg/mol) | Mw<br>(kg/mol) | Mz<br>(kg/mol) | Mw/Mn |
|----------------|-----------------|-------------|---------------|---------|---------------|----------|----------------|----------------|----------------|-------|
| INV 21         | 0,918           | 0,64        | nm            | nm      | 1,68E+04      | 0,443    | 13,81          | 141,56         | 412,64         | 10,25 |
| INV 22         | 0,916           | 0,69        | nm            | nm      | 1,60E+04      | 0,438    | 13,23          | 139,72         | 428,85         | 10,56 |
|                |                 |             |               |         |               |          |                |                |                |       |
| COMP 1         | 0,916           | 1,40        | 22,0          | 15,7    | 6,19E+03      | 0,604    | 46,58          | 111,75         | 190,15         | 2,40  |
| COMP 2         | 0,916           | 1,40        | 22,0          | 15,7    | 6,19E+03      | 0,604    | 46,58          | 111,75         | 190,15         | 2,40  |
| COMP 3         | 0,916           | 0,85        | 23            | 27      | 1,30E+04      | 0,385    | 40,00          | 134,00         | 465,00         | 3,35  |
| COMP 4         | 0,918           | 1,00        | 16,0          | 16      | 7,99E+03      | 0,604    | 47,50          | 112,91         | 197,00         | 2,38  |
| nm - no medido |                 |             |               |         |               |          |                |                |                |       |

# ES 2 656 688 T5

**Tabla 2**

| ID DE RESINA | DENSIDAD (g/cc) | TEMPERATURA DE INICIO DE ADHESIÓN EN CALIENTE (HTIT), °C | INTERVALO DE TEMPERATURA DE INICIO DE ADHESIÓN EN CALIENTE (HTR), °C | Temperatura de Adhesión de Sellado (C) |
|--------------|-----------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| INV 1        | 0,917           | 93                                                       | 23                                                                   | 92                                     |
| INV 2        | 0,917           | 93                                                       | 23                                                                   | 92                                     |
| INV 3        | 0,915           | 94                                                       | 29                                                                   | 91                                     |
| INV 4        | 0,915           | 88                                                       | 38                                                                   | 85                                     |
| INV 5        | 0,914           | 92                                                       | 25                                                                   | 91                                     |
| INV 6        | 0,914           | 91                                                       | 28                                                                   | 89                                     |
| INV 7        | 0,915           | 85                                                       | 38                                                                   | 85                                     |
| INV 8        | 0,916           | 96                                                       | 31                                                                   | 95                                     |
| INV 9        | 0,914           | 94                                                       | 29                                                                   | 91                                     |
| INV 10       | 0,913           | 93                                                       | 40                                                                   | 91                                     |
| INV 11       | 0,922           | 94                                                       | 45                                                                   | 105                                    |
| INV 12       | 0,920           | 91                                                       | 40                                                                   | 105                                    |
| INV 13       | 0,915           | 85                                                       | 50                                                                   | 95                                     |
| INV 14       | 0,915           | 85                                                       | 50                                                                   | 91                                     |
| INV 15       | 0,912           | 85                                                       | 45                                                                   | 92                                     |
| INV 16       | 0,914           | 91                                                       | 45                                                                   | 87                                     |
| INV 17       | 0,919           | 90                                                       | 50                                                                   | 100                                    |
| INV 18       | 0,917           | 86                                                       | 44                                                                   | 95                                     |
| INV 19       | 0,916           | 90                                                       | 45                                                                   | 92                                     |
| INV 20       | 0,917           | 90                                                       | 55                                                                   | 96                                     |
| INV 21       | 0,918           | 90                                                       | 65                                                                   | 98                                     |
| INV 22       | 0,916           | 92                                                       | 63                                                                   | 100                                    |
|              |                 |                                                          |                                                                      |                                        |
| COMP 1       | 0,916           | 98                                                       | 29                                                                   | 91                                     |
| COMP 2       | 0,916           | 98                                                       | 23                                                                   | 92                                     |
| COMP 3       | 0,916           | 103                                                      | 19                                                                   | 89                                     |
| COMP 4       | 0,918           | 98                                                       | 16                                                                   | 95                                     |

Tabla 3

| ID DE RESINA | DENSIDAD (g/cc) | MI (dg/min) | HLMI (dg/min) | HLMI/MI | Impacto de Dardo (g) | Impacto Spencer (J) | Desgarro MD (g) | Desgarro TD (g) | Turbidez (%) | Clanidad (%) | TEDD (ft.lb) (N·m) |
|--------------|-----------------|-------------|---------------|---------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------------|
| INV 1        | 0,917           | 1,02        | 25,3          | 24,8    | 1305                 | 1,68                | 132             | 388             | 6,6          | 97,6         | 0,10 (0,14)        |
| INV 2        | 0,917           | 1,02        | 25,3          | 24,8    | 1355                 | 1,58                | 166             | 317             | 7,9          | 99,0         | 0,09 (0,12)        |
| INV 3        | 0,915           | 1,01        | 17,7          | 17,5    | 1370                 | 1,68                | 157             | 330             | 5,0          | 98,6         | >6,5 (>8,84)       |
| INV 4        | 0,915           | 1,10        | 25,2          | 22,9    | 621                  | 1,61                | 285             | 354             | 5,0          | 98,9         | 3,72 (5,06)        |
| INV 5        | 0,914           | 1,00        | 21,7          | 21,7    | 1181                 | 1,76                | 142             | 401             | 5,2          | 94,1         | 3,79 (5,15)        |
| INV 6        | 0,914           | 1,00        | 21,7          | 21,7    | 1320                 | 1,66                | 126             | 372             | 4,8          | 94,1         | 3,93 (5,34)        |
| INV 7        | 0,915           | 1,00        | 26,4          | 26,4    | 1223                 | 1,66                | 197             | 384             | 5,0          | 94,0         | 3,54 (4,81)        |
| INV 8        | 0,916           | 0,70        | 14,1          | 19,8    | 1256                 | 1,40                | 136             | 359             | 4,4          | 94,0         | 4,07 (5,54)        |
| INV 9        | 0,914           | 0,80        | 15,8          | 19,0    | 1175                 | 1,72                | 160             | 379             | 4,0          | 94,1         | 4,50 (6,12)        |
| INV 10       | 0,913           | 0,95        | 18,5          | 19,5    | >1400                | 1,71                | 208             | 354             | 5,3          | 94,3         | 4,40 (5,98)        |
| INV 11       | 0,922           | 2,60        | nm            | nm      | 594                  | nm                  | 158             | 470             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 12       | 0,920           | 1,27        | nm            | nm      | 785                  | nm                  | 143             | 497             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 13       | 0,915           | 1,07        | nm            | nm      | 1105                 | nm                  | 154             | 417             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 14       | 0,915           | 1,02        | nm            | nm      | 1102                 | nm                  | 129             | 400             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 15       | 0,912           | 0,78        | nm            | nm      | 1081                 | nm                  | 90              | 379             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 16       | 0,914           | 0,73        | nm            | nm      | 1183                 | nm                  | 165             | 384             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 17       | 0,919           | 0,80        | nm            | nm      | 1068                 | nm                  | 142             | 445             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 18       | 0,917           | 1,03        | nm            | nm      | 1144                 | nm                  | 173             | 439             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 19       | 0,916           | 0,85        | nm            | nm      | 1154                 | nm                  | 135             | 440             | nm           | nm           | nm                 |

(continuación)

| ID DE RESINA   | DENSIDAD (g/cc) | MI (dg/min) | HLMl (dg/min) | HLMl/MI | Impacto de Dardo (g) | Impacto Spencer (J) | Desgarro MD (g) | Desgarro TD (g) | Turbidez (%) | Claridad (%) | TEDD (ft.lb) (N·m) |
|----------------|-----------------|-------------|---------------|---------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------------|
| INV 20         | 0,917           | 0,43        | nm            | nm      | 1053                 | nm                  | 89              | 515             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 21         | 0,918           | 0,64        | nm            | nm      | 919                  | nm                  | 106             | 507             | nm           | nm           | nm                 |
| INV 22         | 0,916           | 0,69        | nm            | nm      | 804                  | nm                  | 101             | 500             | nm           | nm           | nm                 |
|                |                 |             |               |         |                      |                     |                 |                 |              |              |                    |
| COMP 1         | 0,916           | 1,40        | 22,0          | 15,7    | >1400                | 1,22                | 261             | 405             | 3,8          | 94,3         | Sin rotura         |
| COMP 2         | 0,916           | 1,40        | 22,0          | 15,7    | >1400                | 1,36                | 255             | 373             | 3,8          | 94,0         | Sin rotura         |
| COMP 3         | 0,916           | 0,85        | 23            | 27      | 239                  | 0,32                | 400             | 750             | 5,6          | 99,3         | nm                 |
| COMP 4         | 0,918           | 1,00        | 16,0          | 16      | 1389                 | 1,03                | 208             | 307             | 6,1          | 99,5         | 1,0 (1,36)         |
| nm - no medido |                 |             |               |         |                      |                     |                 |                 |              |              |                    |

En referencia a la Tabla 3, la turbidez es el aspecto turbio de un material provocado por la luz dispersada desde el interior del material o desde su superficie. La turbidez de un material se puede determinar de acuerdo con ASTM D1003. El TEDD es la resistencia de caída de dardo de energía total (TEDD). La TEDD mide la energía total de fallo absorbida por una muestra de ensayo de película sometida a impacto por un dardo que cae en condiciones de ensayo especificadas. Típicamente, se deja caer un dardo de cabeza semiesférica de 38,1 mm (1,5 pulgadas) de diámetro desde 66 cm (26 pulgadas) y se produce el impacto contra la muestra de ensayo. Tras pasar a través de la muestra de ensayo, el dardo pasa a través de una trampa de velocidad formada por un par de sensores fotoeléctricos que miden el tiempo que tarda el dardo en cubrir una distancia concreta. El tiempo que tarda el dardo en pasar a través de la trampa de velocidad tras pasar a través de la muestra se denomina tiempo de caída de ensayo, mientras que el tiempo a través de la trampa de velocidad sin muestra de ensayo se denomina tiempo de caída libre. La energía absorbida por la muestra de ensayo se iguala a la pérdida de energía cinética del dardo y se determina usando la fórmula:  $E = (m/2g)[d^2(1/t_1^2 + 1/t_2^2) + (g^2/4)(t_1^2 - t_2^2)]$  en la que E es la energía necesaria para romper la muestra de ensayo (J), m es la masa del dardo (kg), g es la constante gravitacional (9,81 m/s<sup>2</sup>), d es la distancia entre los sensores fotoeléctricos (m), t<sub>1</sub> es el tiempo de caída libre (s) y t<sub>2</sub> es el tiempo de caída de ensayo (s).

La diferencia en el intervalo de temperaturas de inicio de adhesión en caliente se puede atribuir a la distribución de ramificación de cadena corta y heterogénea de las muestras de PIT. La Figura 2 es un diagrama de HTIT de la invención (es decir, PIT) y las películas comparativas en función de la densidad de resina mientras que la Figura 3 es un diagrama de HTR) de la invención (es decir, PIT) y películas comparativas en función de HTIT. Los perfiles de ATREF de las muestras de la Tabla 1 se presentan en las Figuras 4 y 5. Los datos de ATREF sugieren que las muestras de PIT contienen una población más ramificada y de menor punto de fusión de cadenas poliméricas, lo cual tiene como resultado la disminución observada en la temperatura de inicio de adhesión en caliente. Los resultados demuestran que los PIT del tipo divulgado en la presente memoria forman películas que tienen menores temperaturas de inicio de adhesión en caliente pero que conservan resistencias de sellado comparables a las de las películas formadas a partir de poli(resinas de etileno) convencionales.

Mientras que se han mostrado y descrito diversas realizaciones, se pueden llevar a cabo modificaciones de las mismas por parte del experto en la técnica sin apartarse del espíritu y las enseñanzas de la divulgación. Las realizaciones descritas en la presente memoria son únicamente a modo de ejemplo, y no se pretende que sean limitantes. Son posibles muchas variaciones y modificaciones de la materia objetivo divulgada en la presente memoria y se encuentran dentro del alcance de la divulgación. Cuando se presentan intervalos numéricos o limitaciones de forma expresa, se debería interpretar que dichos intervalos de expresión o limitaciones incluyen intervalos iterativos o limitaciones de magnitud similar que se encuentran dentro de los intervalos o limitaciones expresamente presentados (es decir, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 incluye, 2, 3, 4, etc.; mayor de 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Por ejemplo, siempre que se divulgue un intervalo numérico con un límite inferior R<sub>L</sub> y un límite superior R<sub>U</sub>, se divulga de forma específica cualquier número que se encuentre dentro del intervalo. En particular, se divulgan específicamente los números siguientes dentro del intervalo:  $R = R_L + k * (R_U - R_L)$ , en el que k es una variable que varía de 1 por ciento a 100 por ciento con un incremento de 1 por ciento, es decir, k es 1 por ciento, 2 por ciento, 3 por ciento, 4 por ciento, 5 por ciento, ... 50 por ciento, 51 por ciento, 52 por ciento, ...95 por ciento, 96 por ciento, 97 por ciento, 98 por ciento, 99 por ciento o 100 por ciento. Además, cualquier intervalo numérico definido por dos números R como se ha definido anteriormente también se divulga de forma específica. Se pretende que el uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación haga referencia a que el elemento objetivo se requiere, o alternativamente, no se requiere. Se pretende que ambas alternativas se encuentren dentro del alcance de la reivindicación. El uso de términos más amplios tales como comprender, incluir, tener, etc., debería entenderse para proporcionar apoyo a términos más estrechos tales como consistir en, consistir esencialmente en, formado sustancialmente por, etc.

Por consiguiente, el alcance de protección no se encuentra limitado por la descripción explicada anteriormente, sino que únicamente se encuentra limitado por las reivindicaciones siguientes, ya que el alcance incluye todos los equivalentes de la materia objetivo de las reivindicaciones. Cada reivindicación se incorpora en la memoria descriptiva como realización de la presente invención. De este modo, las reivindicaciones son una descripción adicional y son una adición de las realizaciones de la presente invención. La discusión de una referencia no supone la admisión de que sea técnica anterior de la presente invención, especialmente cualquier referencia que pueda tener una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de la presente solicitud. De este modo, las divulgaciones de todas las patentes, solicitudes de patente y publicaciones citadas en la presente memoria se incorporan por referencia, en el sentido de que proporcionan detalles a modo de ejemplo, procedimentales u otros detalles complementarios con respecto a los explicados en la presente memoria.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición polimérica que comprende un co-polímero de alfa-olefina y etileno, en la que la composición polimérica se caracteriza por tener:

- 5 (a) una densidad dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,910 g/cc a aproximadamente 0,930 g/cc, como se determina de acuerdo con ASTM D1505;
- (b) un índice de fluidez dentro del intervalo de más de aproximadamente 0,5 g/10 minutos a aproximadamente 2,5 g/10 minutos, como se determina de acuerdo con ASTM D1238, Condición 190 °C /2,16 kg;
- (c) una distribución de peso molecular de aproximadamente 3,6 a aproximadamente 12, como se determina por medio de cromatografía de permeabilidad de gel;
- 10 (d) un peso molecular medio expresado en peso de más de aproximadamente 85 kg/mol a aproximadamente 160 kg/mol, como se determina por medio de cromatografía de permeabilidad de gel;
- (e) un peso molecular medio-z de más de aproximadamente 210 kg/mol a aproximadamente 500 kg/mol, como se determina por medio de cromatografía de permeabilidad de gel; y
- 15 un CY-a de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,680, cuando la viscosidad compleja dinámica frente al barrido de frecuencias se ajustan a la ecuación de Carreau-Yasuda con un valor de  $n = 0,1818$ .

2. El polímero de la reivindicación 1 que tiene un índice de fluidez con carga elevada de aproximadamente 10 g/10 minutos a aproximadamente 27 g/10 minutos, o que tiene una relación de índice de fluidez con carga elevada con respecto a índice de fluidez de aproximadamente 16 a aproximadamente 30.

- 20 3. El polímero de la reivindicación 1 que tiene un CY-a de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,600.

4. Una película formada a partir del polímero de la reivindicación 1.

5. La película de la reivindicación 4 que tiene una resistencia de caída de dardo que varía de 20.833 g/mm a aproximadamente 83.333 g/mm (de aproximadamente 500 g/milésima de pulgada a 2000 g/milésima de pulgada).

- 25 6. La película de la reivindicación 4 que tiene una resistencia al desgarro de Elmendorf en la dirección de la máquina de aproximadamente 2.917 g/mm (70 g/milésima de pulgada) a aproximadamente 12.500 (300 g/milésima de pulgada), o que tiene una resistencia al desgarro de Elmendorf en la dirección transversal de aproximadamente 10.417 g/mm (250 g/milésima de pulgada) a aproximadamente 27.083 g/mm (650 g/milésima de pulgada).

7. La película de la reivindicación 4 que tiene una temperatura de inicio de sellado de aproximadamente 85 °C a aproximadamente 105 °C.

- 30 8. Un artículo de película fabricado que comprende una composición polimérica de acuerdo con la reivindicación 1, de forma que el artículo de película fabricado a partir de la composición polimérica se caracteriza por tener una temperatura de inicio de adhesión en caliente de menos de aproximadamente 96 °C, como se determina de acuerdo con ASTM F1921-98, método A.

- 35 9. La película de la reivindicación 8, en la que la composición polimérica tiene un peso molecular medio expresado en número de aproximadamente 7 kg/mol a aproximadamente 50 kg/mol.

10. La película de la reivindicación 8, en la que la composición polimérica tiene un índice de fluidez con carga elevada de aproximadamente 10 g/10 minutos a aproximadamente 27 g/10 minutos.

11. La película de la reivindicación 8 en la que la composición polimérica tiene una relación de índice de fluidez con carga elevada con respecto a índice de fluidez de aproximadamente 16 a aproximadamente 30.

- 40 12. La película de la reivindicación 8, en la que la composición polimérica tiene una viscosidad a cizalladura cero de aproximadamente 3000 Pa·s a aproximadamente 25000 Pa·s.

13. La película de la reivindicación 8, en la que la composición polimérica tiene un CY-a de aproximadamente 0,400 a aproximadamente 0,600.

- 45 14. Un artículo de película fabricado de acuerdo con la reivindicación 8, de forma que el artículo de película fabricado a partir de la composición polimérica se caracteriza adicionalmente por tener:

un intervalo de temperatura de inicio de adhesión en caliente de más de aproximadamente 20 °C, como se determina de acuerdo con ASTM F1921-95, método A.

- 50 15. La película de la reivindicación 14 que tiene una resistencia de caída de dardo que varía de aproximadamente 20.833 g/mm (aproximadamente 500 g/milésima de pulgada) a aproximadamente 83.333 g/mm (aproximadamente 2000 g/milésima de pulgada).

16. Un método que comprende formar la película de la reivindicación 15 para dar lugar a un embalaje, colocar un objeto en el interior del embalaje y sellar térmicamente el embalaje para encerrar el objeto colocado en el interior del mismo.

Figura 1

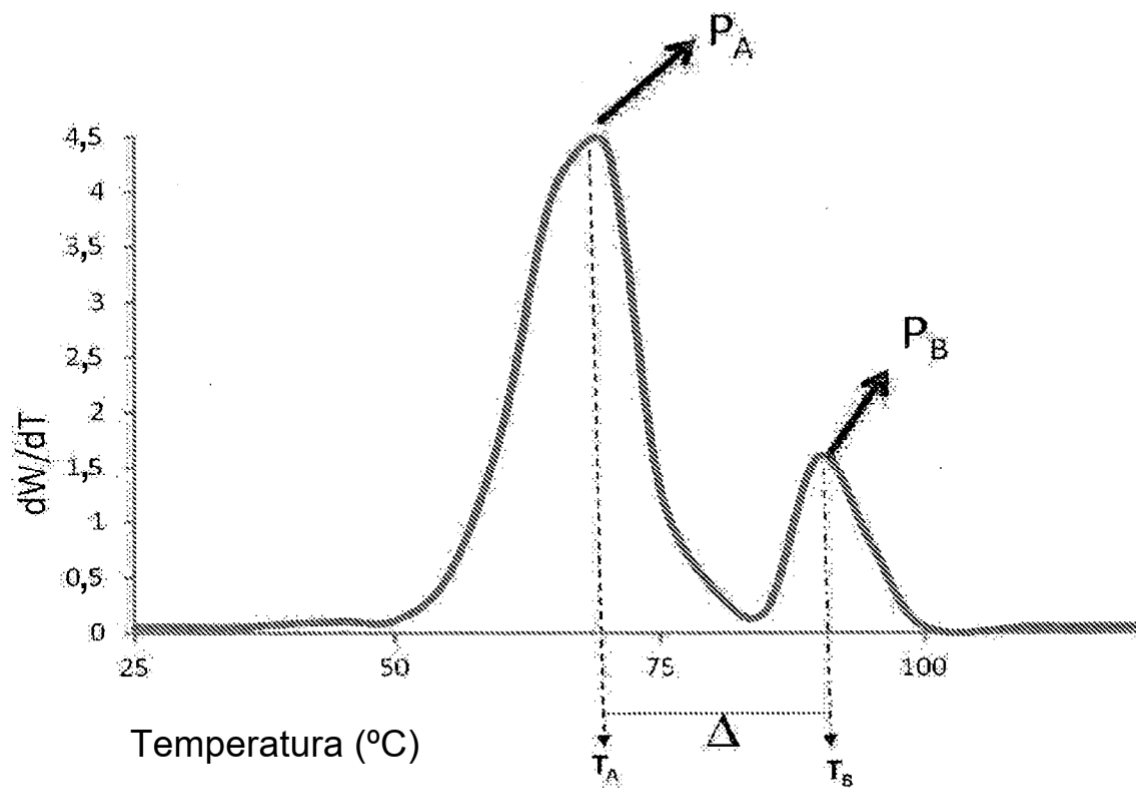


Figura 2

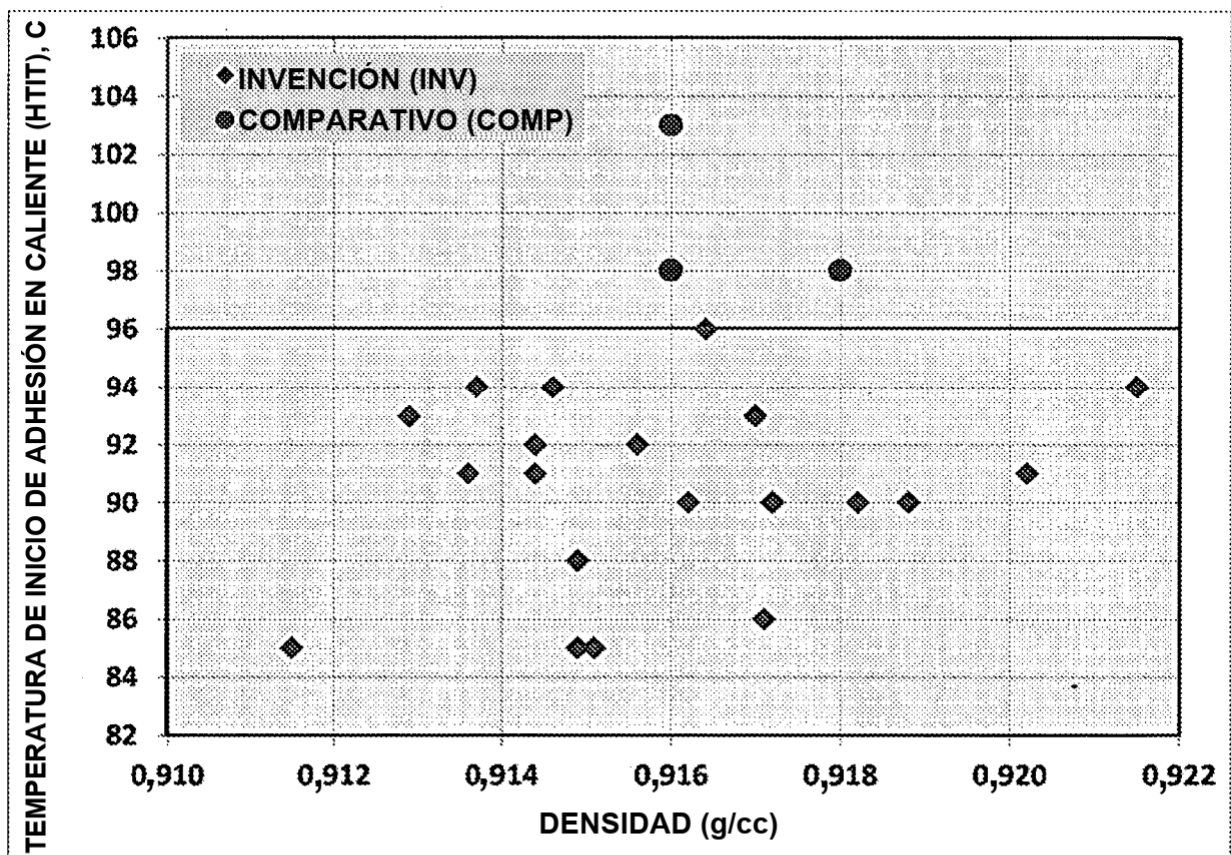


Figura 3

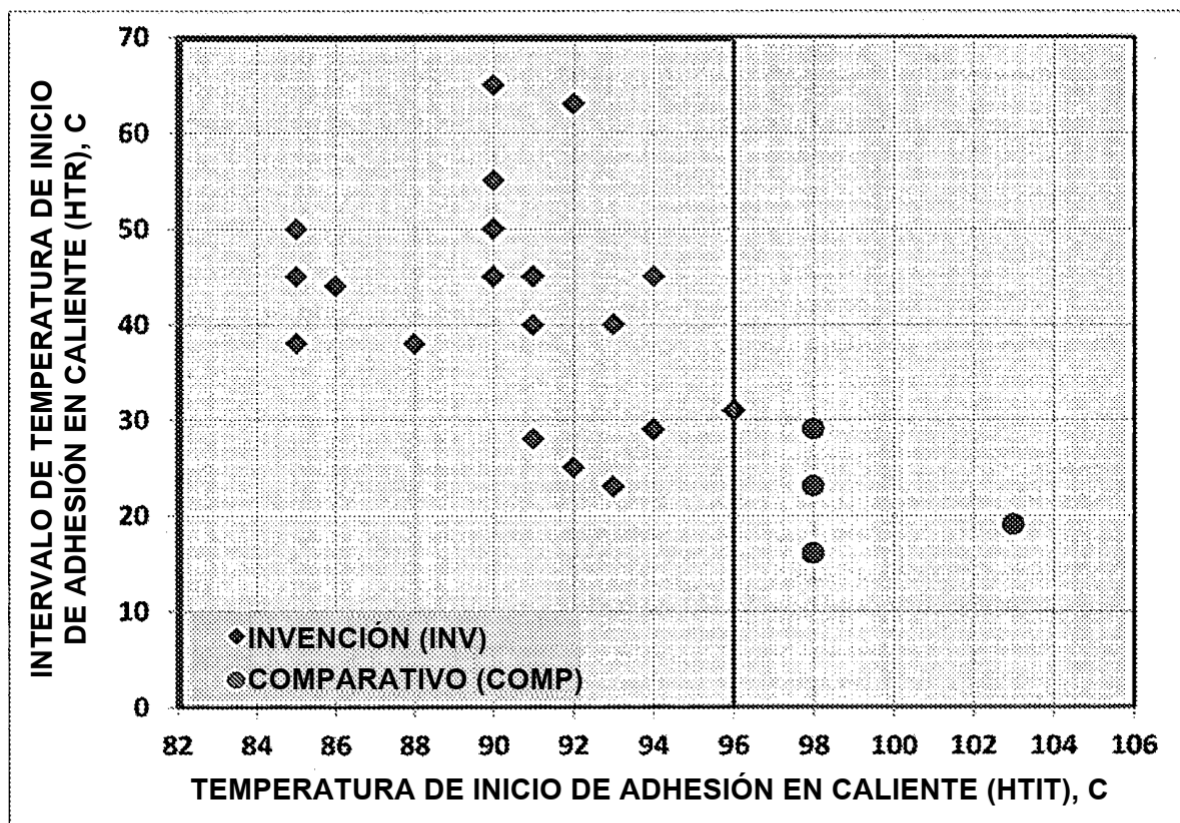


Figura 4

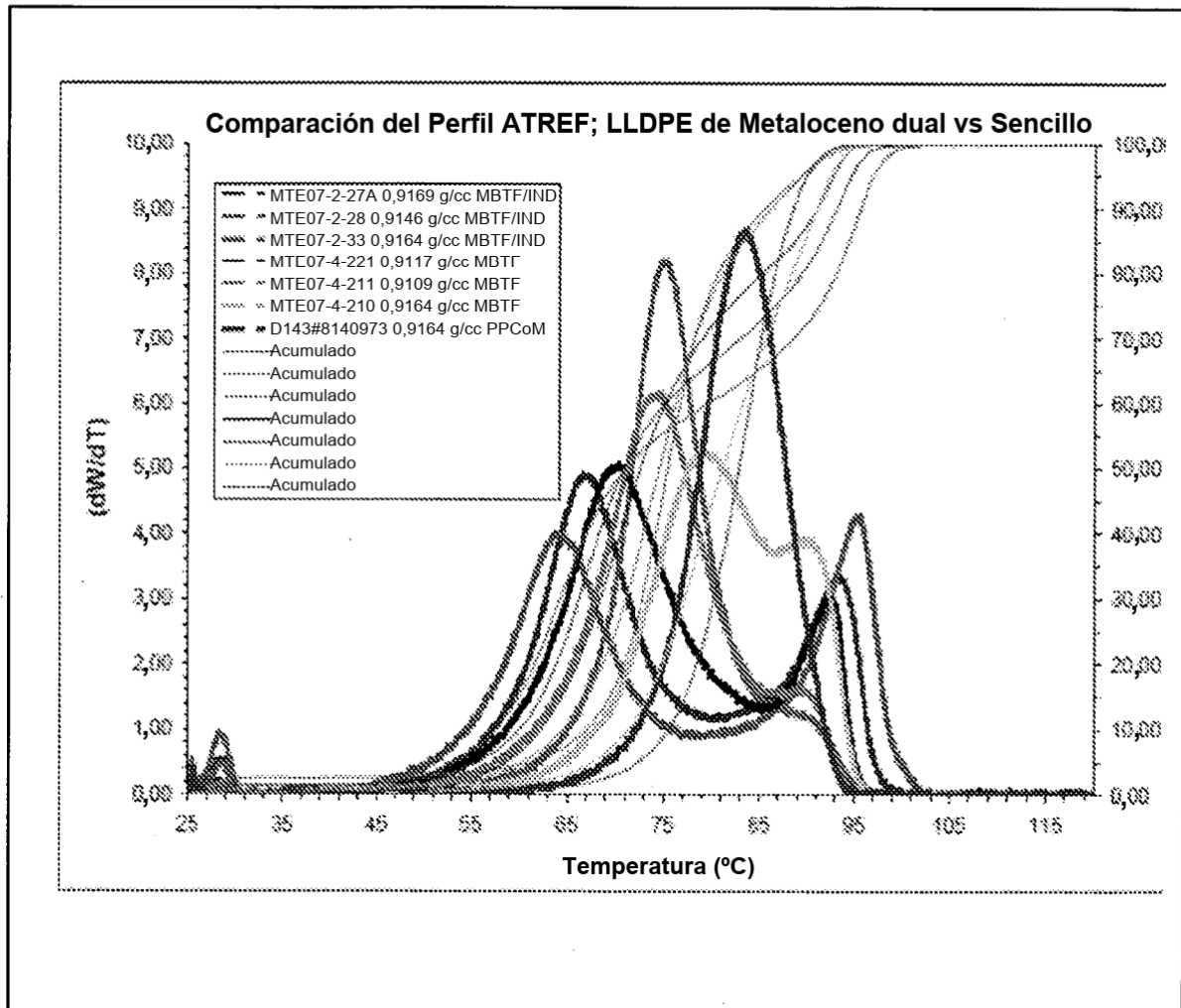


Figura 5

