

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 943**

51 Int. Cl.:

**B32B 27/08** (2006.01)

**B32B 27/30** (2006.01)

**B32B 27/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2016 PCT/EP2016/082078**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108891**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2016 E 16819079 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3256319**

54 Título: **Film para encintado de fardos preestirado**

30 Prioridad:

**22.12.2015 EP 15201986**

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

**07.11.2019**

73 Titular/es:

**TRIOPLAST AB (100.0%)  
P.O. Box 143  
333 00 Smålandsstenar, SE**

72 Inventor/es:

**MATTSSON, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 729 943 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**

Film para encintado de fardos preestirado

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un film de envoltura estirable agrícola preestirado adecuado para aplicaciones de enfardado, tales como, por ejemplo, empaquetar hierba, maíz, pulpa de remolacha, malta, paja para pienso, residuos domésticos y similares.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

El film plástico se utiliza para muchos fines distintos. Por ejemplo, el film plástico estirable a menudo se utiliza en distintos campos de aplicación, en particular para envolver diversos productos, por ejemplo, para envolver mercancía para envío o almacenamiento, o para envolver productos agrícolas a granel, tales como hierba, paja para pienso, diversos cultivos, etc. En aplicaciones agrícolas, el film estirable se puede utilizar, por ejemplo, como film de protección y ensilado de forraje. Para la producción de ensilado, se buscan condiciones anaeróbicas, y de esta forma el film funcionaría como una barrera contra la humedad y el oxígeno.

15

20

En la producción de ensilado, primero se utiliza una enfardadora para formar fardos compactos del producto agrícola a granel, que se envuelven ajustadamente con red, hilo o film para conservar la forma del fardo. Una vez que la red, hilo o film se ha colocado alrededor del fardo, el fardo formado se expulsa de la cámara de enfardado.

25

A continuación el fardo se envuelve con un film de envoltura estirable agrícola utilizando una encintadora. En la encintadora el film de envoltura estirable agrícola se estira, normalmente en el intervalo de 50-75 % y el fardo se envuelve con varias capas del film de envoltura estirable agrícola estirado para formar un fardo estanco e impermeable adecuado para producción de ensilado.

30

De manera convencional, los films de envoltura estirables agrícolas están hechos principalmente de uno o más polímeros, en particular poliolefinas (p. ej., polietileno). La poliolefina se extruye y se sopla para formar un film tubular. Normalmente se añaden diversos aditivos tales como pigmentos, adherentes, estabilizantes de UV, etc. a la composición del film para cumplir con los requerimientos del uso previsto. El film estirable para producciones de ensilado requiere, p. ej., una buena estabilización de UV del material de film, alta adherencia, y alto rendimiento mecánico en términos de buena resistencia a pinchazos y rasgado.

35

Los films de envoltura estirables agrícolas a menudo se preestiran en la dirección máquina (es decir, en dirección longitudinal) durante la fabricación. El preestirado ha demostrado otorgar a los films propiedades mecánicas mejoradas y menor o igual permeabilidad al oxígeno en comparación con films no estirados del mismo grosor. Posteriormente el film preestirado se estira (adicionalmente) cuando se utiliza para envoltura. El preestirado es ventajoso porque se pueden utilizar films más delgados, lo cual se traduce en, p. ej., menos material de film por fardo, más (metros de) film por rollo con el mismo peso de rollo, y menor frecuencia de cambio de rollo.

40

Por lo tanto, se entiende que cuanto mayor sea el preestirado mayor será el ahorro. No obstante, como se identifica en la solicitud internacional de patente WO2009040129A2 existen limitaciones en cuanto al grado de estirado que se puede aplicar a los films de envoltura estirables agrícolas preestirados conocidos en la actualidad. Cuando un film se estira en la encintadora, normalmente entre alrededor de 50 a 75 %, por medio de la unidad de estirado proporcionada en la encintadora, se ha descubierto que los films de envoltura estirables agrícolas preestirados que se preestiran en un grado superior a 70 % se rasgan más fácilmente cuando se estiran a este porcentaje de estirado estándar de alrededor de 50 a 75 %. Dicho rasgado se traduce en pérdida de tiempo para el usuario, en fardos mal envueltos y en un aumento en el uso del film. Para solucionar este problema, el documento WO2009040129A2 sugiere que se utilicen films preestirados en un grado inferior a 70 %. Este bajo grado de preestirado naturalmente limita las ventajas potenciales de un mayor preestirado, es decir, films más delgados, menos material de film por fardo, más (metros de) film por rollo con el mismo peso de rollo, y menor frecuencia de cambio de rollo.

50

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un film de envoltura estirable agrícola preestirado que se puede utilizar como alternativa a los films de envoltura estirables agrícolas de la técnica anterior que permiten un mayor grado de preestirado (normalmente superior a 70 %) sin las desventajas mencionadas de los films de envoltura estirables agrícolas preestirados conocidos.

55

60 **RESUMEN DE LA INVENCION**

Un objetivo de la presente invención es al menos superar parcialmente los problemas de la técnica anterior, y proporcionar un film estirable con propiedades aceptables para uso en agricultura y/o industria, que se pueda producir con un coste relativamente bajo.

65

Según un primer aspecto de la invención, este y otros objetos se consiguen mediante un film de polietileno preestirado que tiene un grado longitudinal de preestirado superior a 70 % y una capacidad de elongación longitudinal residual de al menos 300 % determinada según la norma ASTM D882, en donde el grosor del film se encuentra en el intervalo de 10 - 30  $\mu\text{m}$  y en donde el film comprende al menos 25 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE, por su sigla en inglés) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB, por su sigla en inglés) y que tiene una densidad inferior a 915  $\text{kg/m}^3$ .

Según realizaciones preferidas, se proporciona un film de polietileno preestirado que tiene un grado longitudinal de preestirado superior a 70 % y una capacidad de elongación longitudinal residual de al menos 300 % determinada según la norma ASTM D882, en donde dicho film es un film soplado coextruido que comprende al menos una capa central dispuesta entre dos capas exteriores, en donde el grosor del film se encuentra en el intervalo de 10-30  $\mu\text{m}$ , y en donde el film comprende al menos 25 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) producido utilizando un catalizador Ziegler Natta y hexeno, hepteno u octeno como comonomero y que tiene una densidad que oscila entre 910 y 915  $\text{kg/m}^3$ .

El preestirado de los films de polietileno ha demostrado otorgar a los films propiedades mecánicas mejoradas y menor o igual permeabilidad al oxígeno en comparación con films no estirados del mismo grosor. En consecuencia, se pueden utilizar films más delgados, lo cual se traduce en, p. ej., menos material de film por fardo, más (metros de) film por rollo con el mismo peso de rollo, y menor frecuencia de cambio de rollo. Una ventaja adicional del film estirable según la presente invención es los costes inferiores de materia prima.

El film de la invención comprende al menos 25 % en peso de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915  $\text{kg/m}^3$ . Utilizando este tipo particular de polietileno lineal de baja densidad se ha descubierto que se permiten mayores grados de preestirado sin perder la capacidad de elongación elevada, resolviendo de este modo los problemas de rasgado de la técnica anterior asociados con films preestirados en un grado superior a 70 %. También se ha descubierto que los films de la invención muestran rendimiento mecánico similar o mejor para uso en aplicaciones de encintado de fardos agrícolas, en comparación con los films correspondientes de la técnica anterior que comprenden LLDPE de mayor densidad en lugar del LLDPE sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tienen una densidad inferior a 915  $\text{kg/m}^3$ . La parte del film de polietileno preestirado no hecha del polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915  $\text{kg/m}^3$  puede comprender otros tipos de LLDPE, LDPE y otras poliolefinas y aditivos comúnmente utilizados en la fabricación de films de polietileno preestirados.

Según algunas realizaciones, el film de polietileno preestirado comprende al menos 35 %, preferentemente entre 35 y 95 %, en peso de dicho polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB).

Según algunas realizaciones, el film de polietileno preestirado comprende una mezcla de LLDPE sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915  $\text{kg/m}^3$  y LLDPE de mayor densidad, en donde la mezcla de LLDPE tiene una densidad inferior a 916  $\text{kg/m}^3$ , preferentemente inferior a 915  $\text{kg/m}^3$ , y más preferentemente inferior a 914  $\text{kg/m}^3$ .

Los films de polietileno preestirados comúnmente se producen a partir de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE). El LLDPE se utiliza en films estirables debido a sus características favorables respecto de, p. ej., resistencia a la tracción, elongación de rotura y resistencia a pinchazos. El LLDPE utilizado en films de envoltura estirables de polietileno, en particular films para aplicaciones agrícolas, puede ser LLDPE preparado utilizando un catalizador de tipo Ziegler Natta o Philips y un comonomero, tal como octeno, para proporcionar un grado adecuado de ramificación de cadena corta. Este tipo de LLDPE normalmente tiene una densidad de alrededor de 918  $\text{kg/m}^3$ . El LLDPE también se puede preparar utilizando un catalizador de Metaloceno y un comonomero, tal como octeno. Los catalizadores de metaloceno pueden dar pie a la formación de un pequeño grado de ramificación de cadena larga (LCB) además de la ramificación de cadena corta.

El LLDPE utilizado en los films de polietileno preestirados de la invención es preferentemente LLDPE preparado utilizando un catalizador de tipo Ziegler Natta y un comonomero, tal como hexeno, hepteno u octeno, o una mezcla correspondiente, para proporcionar un grado adecuado de ramificación de cadena corta, y sin ramificación o sustancialmente sin ramificación de cadena larga. El LLDPE utilizado en los films de polietileno preestirados de la invención tiene baja densidad en comparación con el LLDPE normalmente utilizado en films de envoltura estirables de polietileno de la técnica anterior, en particular films para aplicaciones agrícolas.

Según algunas realizaciones, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) es un LLDPE que se produce utilizando un catalizador Ziegler Natta y hexeno, hepteno u octeno o una mezcla correspondiente como comonomero. En realizaciones preferidas el comonomero es hexeno u octeno. En realizaciones más preferidas el comonomero es octeno. Preferentemente, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) comprende entre alrededor de 85 % en peso y

## ES 2 729 943 T3

alrededor de 98 % en peso de unidades recurrentes de etileno y entre alrededor de 2 % en peso y alrededor de 15 % en peso de unidades recurrentes de hexeno, hepteno u octeno.

5 Según algunas realizaciones, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) tiene una densidad que oscila entre 910 y 915 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente una densidad que oscila entre 911 y 913 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente una densidad de alrededor de 912 kg/m<sup>3</sup>.

10 Según algunas realizaciones, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) tiene un índice de fluidez (IF) comprendido en el intervalo de 0,7-1,3 g/10 min, preferentemente un índice de fluidez comprendido en el intervalo de 0,9-1,1 g/10 min, preferentemente un índice de fluidez de alrededor de 1 g/10 min, determinado según la norma ASTM D1238 a 190 °C con un peso de 2,16 kg.

15 La expresión film de polietileno preestirado significa que el film de polietileno se estira en la dirección longitudinal durante el procedimiento de producción del film antes de ser enrollado en rollos. El estirado normalmente se lleva a cabo en una unidad de preestirado de la línea de producción y conlleva pasar el film entre dos o más rodillos de estirado que giran a velocidades distintas. Preferentemente el preestirado se puede llevar a cabo directamente después de las etapas de extrusión o de soplado de film, mientras el film está todavía caliente. El grado de preestirado quiere decir la diferencia de velocidad, en porcentaje, entre los rodillos de estirado en la unidad de preestirado. La diferencia de velocidad corresponde a la elongación del film preestirado entre los rodillos de estirado en la unidad de preestirado.

20 El film de polietileno preestirado tiene un grado longitudinal de preestirado superior a 70 %. El grado longitudinal de preestirado del film de polietileno preestirado puede, por ejemplo, oscilar entre 70 % y 150 %, tal como entre 70 % y 125 %, o entre 70 % y 100 %.

25 Según algunas realizaciones preferidas, el film de polietileno preestirado tiene un grado longitudinal de preestirado que oscila entre 70 % y 85 %, preferentemente entre 71 % y 79 %, preferentemente entre 73 % y 77 %, preferentemente alrededor de 75 %.

30 El término capacidad de elongación como se utiliza en el presente documento significa el porcentaje de elongación de rotura, medido según la norma ASTM D882, en donde una tira de film con un ancho de 20 mm, sujeta entre dos grapas a una distancia de 50 mm entre sí se estira a una velocidad de 500 mm/min hasta que el film se rompe. Es preciso medir al menos cinco tiras del film, y la capacidad de elongación corresponde al valor medio de las mediciones.

35 Según algunas realizaciones, el film de polietileno preestirado tiene una capacidad de elongación longitudinal residual de al menos 320 %, preferentemente al menos 340 %, determinada según la norma ASTM D882.

40 La tensión requerida para estirar el film preestirado al 70 % en la dirección longitudinal se puede leer del gráfico de resistencia a la tracción obtenido al medir el porcentaje de elongación de rotura según la norma ASTM D882 como se describió anteriormente. Es preciso medir al menos cinco tiras del film, y la tensión al 70 % de elongación corresponde al valor medio de las mediciones.

45 Según algunas realizaciones, la tensión requerida para estirar el film de polietileno preestirado al 70 % en la dirección longitudinal es inferior a 19 MPa, preferentemente inferior a 18 MPa, determinada según la norma ASTM D882.

Según algunas realizaciones, el grosor del film oscila entre 13 y 25 µm, preferentemente entre 15 y 20 µm.

50 Normalmente, el film estirable según las realizaciones de la presente invención permite que se forme un entorno anaeróbico conservándose de este modo los nutrientes y el contenido de energía durante el almacenamiento. Un film de ensilado debería formar una barrera para gas oxígeno. Normalmente, un film de ensilado tiene una permeabilidad al oxígeno inferior a 10.000 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h, por ejemplo, dentro del intervalo de 1.000 a 10.000 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24 h medida según la norma ASTM D-1434.

55 Con el término «estabilización de UV» se refiere a protección de un material de los efectos de degradación a largo plazo de la luz, más frecuentemente radiación ultravioleta (UV).

60 Con el término «rendimiento mecánico» se refiere principalmente en el presente documento a la fuerza mecánica del material, medida en términos de al menos uno de resistencia a la tracción, resistencia al rasgado y resistencia a pinchazos. La resistencia a la tracción, medida como fuerza por unidad de superficie, se define como la tensión máxima que el material puede soportar al ser estirado o jalado antes de fallar o romperse. La resistencia al rasgado, normalmente medida como fuerza por unidad de longitud, se define como la resistencia de un material al avance de, por ejemplo, un corte cuando se somete a tensión. La elongación de rotura se define como la máxima elongación (indicada como porcentaje de la longitud inicial) de un material antes de romperse bajo tensión. La resistencia a pinchazos, normalmente medida como masa por unidad de longitud, se define como la capacidad relativa de un material de soportar la caída de un dardo sin romperse.

65

Según una realización, el film de polietileno preestirado es un film soplado multicapa coextruido que comprende al menos dos capas. Preferentemente, el film de polietileno preestirado es un film multicapa que comprende al menos tres capas: al menos una capa central dispuesta entre dos capas exteriores.

5 Según una realización, al menos una capa comprende en el intervalo de 40-99 % en peso el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB). Según una realización, la al menos una capa central comprende en el intervalo de 40-99 % en peso el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB).

10 Según una realización, al menos una de las dos capas exteriores comprende un polímero blando. Un polímero blando puede proporcionar una superficie relativamente blanda a la al menos una de las dos capas exteriores que puede aumentar la fricción y reducir el deslizamiento en una dirección sustancialmente paralela a la superficie del film. Un polímero blando puede ser ventajoso cuando el film de polietileno preestirado, p. ej., se envuelve con un recubrimiento, de modo que el film se pueda pegar o adherir a sí mismo. Con el término «adherir» se refiere a la capacidad de un material de pegarse a sí mismo o a un objeto adyacente. El objeto adyacente puede ser una capa del mismo film o de un film diferente.

15 Según una realización, el film de polietileno preestirado puede comprender un adherente. Con el término «adherente» se refiere en el presente documento a un agente que proporciona adherencia a un film. Se puede añadir un agente de este tipo a una capa del film de polietileno preestirado para aumentar la adherencia de la capa. Por ejemplo, un adherente puede ser un polímero blando, o un adherente migratorio. Por lo tanto, un adherente sirve para aumentar la adherencia del film de polietileno preestirado, en particular, de las capas exteriores.

20 Según una realización, el adherente es un adherente migratorio. Con el término «adherente migratorio» se refiere en el presente documento a un adherente que es soluble en el material del film, p. ej., en polietileno. Si se añade un adherente migratorio a un film (o capa de film) en una cantidad que excede el nivel de solubilidad del film (o capa de film), el exceso puede migrar dentro del material del film a la superficie del film (incluyendo también migrar desde una primera capa hasta y a través de otra capa, cuando la primera capa se ha saturado con el adherente migratorio). Por lo tanto, un adherente migratorio puede proporcionar una superficie adhesiva que aumenta la fricción en una dirección sustancialmente perpendicular a la superficie del film. Un adherente migratorio puede ser ventajoso cuando el film de polietileno preestirado, p. ej., se envuelve, de modo que una capa exterior de una primera parte del film de polietileno preestirado se pegue o adhiera a una capa exterior de una segunda parte del mismo film de polietileno preestirado o de un film de polietileno preestirado diferente.

25 Según una realización, el adherente migratorio está presente con un contenido de entre 1 a 15 % en peso según el peso total de la al menos una capa central. El contenido de adherente migratorio añadido a la al menos una capa central normalmente excede el contenido de adherente migratorio requerido para saturar la al menos una capa central respecto del adherente migratorio. El contenido requerido para saturar la al menos una capa central puede depender del contenido de polietileno y otras poliolefinas, en donde el adherente migratorio es soluble, en la al menos una capa central.

30 Según una realización, el film de polietileno preestirado además comprende un agente que se selecciona de entre un pigmento adicional y un estabilizante de UV. Un pigmento adicional puede ser ventajoso para variar aún más el color y/u opacidad del film de polietileno preestirado. Un estabilizante de UV puede ser ventajoso para evitar reacciones en cadena producidas, p. ej., por radicales dentro de la una o más capas de poliolefina del film de polietileno preestirado, p. ej., durante el almacenamiento en el exterior del film de polietileno preestirado.

35 Según una realización, el film de polietileno preestirado multicapa comprende entre 2 y 5 capas centrales. Sin embargo, el film de polietileno preestirado puede comprender entre 1 y hasta 20 capas centrales.

40 Según una realización, la al menos una capa central tiene un grosor comprendido entre 0,5 y 28  $\mu\text{m}$ . En realizaciones en las cuales el film comprende múltiples capas centrales, cada capa central puede tener un grosor comprendido entre 0,5  $\mu\text{m}$  y 28  $\mu\text{m}$ . Normalmente, el grosor del número total de capas centrales es inferior a 28  $\mu\text{m}$ . El film de polietileno preestirado (es decir, incluyendo todas las capas centrales y las capas exteriores) puede tener un grosor total comprendido entre 10 y 30  $\mu\text{m}$ .

45 Los valores de grosor proporcionados a lo largo de la presente memoria descriptiva se refieren al grosor del film de polietileno preestirado o una capa específica del film de polietileno preestirado después de que el film estirable se estira durante su producción (procedimiento denominado preestirado).

50 Según una realización, el film de polietileno preestirado tiene una permeabilidad al oxígeno inferior a 10.000  $\text{cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ . En particular, si el film de polietileno preestirado es usado como un film agrícola, p. ej., film de ensilado, es importante que tenga buenas propiedades de barrera contra el oxígeno y otros gases. Normalmente, un film de ensilado tiene una permeabilidad al oxígeno inferior a 10.000  $\text{cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ , por ejemplo, dentro del intervalo de 1.000 a 10.000  $\text{cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$  medida según la norma ASTM D-1434.

Según una realización, el film de polietileno preestirado es un film para encintado de fardos agrícola o film de ensilado.

En otro aspecto, la invención proporciona el uso de un film de polietileno preestirado como se describe en el presente documento. Por ejemplo, el film de polietileno preestirado se puede utilizar como un film agrícola, tal como un film para encintado de fardos o un film de ensilado. En otras realizaciones, el film estirable se puede utilizar como un film de envoltura de palés. Incluso en otras realizaciones, el film se puede utilizar como un film de envoltura de residuos.

Cabe mencionar que la invención se refiere a todas las posibles combinaciones de rasgos detallados en las reivindicaciones.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

Ahora se describirán con mayor detalle las realizaciones preferidas de la invención. No obstante, la invención se puede llevar a la práctica de varias formas diferentes y no se ha de interpretar como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan en aras de meticulosidad y exhaustividad, y expresan totalmente el alcance de la invención para el experto en la materia.

El film de la invención comprende al menos 25 % en peso de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup>.

El film puede ser un film de capa única o un film que comprende más de una capa. Un film que comprende más de una capa se puede denominar film multicapa.

Preferentemente, el film de polietileno preestirado según la presente invención es un film multicapa que comprende al menos tres capas: al menos una capa central dispuesta entre dos capas exteriores.

El film de polietileno preestirado puede comprender entre 1 y 5 capas centrales. En algunas realizaciones, donde el film de polietileno preestirado comprende más de una capa central, las capas centrales pueden tener la misma composición. Como alternativa, las varias capas centrales pueden tener distintas composiciones entre sí. En una realización preferida, el film está compuesto por tres capas; una capa central dispuesta entre dos capas exteriores.

Las dos capas exteriores pueden tener una composición igual o similar. Como alternativa, las dos capas exteriores pueden tener distintas composiciones entre sí.

El film estirable puede ser o bien soplado o moldeado. Un film estirable soplado se ha fundido y a partir de entonces refrigerado por aire cuando se sopla y sale. Un film estirable moldeado se ha enfriado sobre rodillos de refrigeración.

La al menos una capa central se puede formar a partir del 50 % al 90 %, tal como a partir del 70 % al 80 % en peso del peso total del film de polietileno preestirado. En un film de polietileno preestirado que comprende una capa central, la capa central única se puede formar a partir del 50 % al 90 %, tal como a partir del 70 % al 80 % en peso del peso total del film de polietileno preestirado. En un film de polietileno preestirado que comprende más de una capa central, el número total de capas centrales se puede formar a partir del 50 % al 90 %, tal como a partir del 70 % al 80 % en peso del peso total del film de polietileno preestirado.

Las dos capas exteriores juntas se pueden formar a partir del 10 % al 50 %, tal como a partir del 20 % al 30 % en peso del peso total del film de polietileno preestirado. Normalmente, cada una de las capas exteriores se forma a partir de alrededor del 10 % en peso del peso total del film de polietileno preestirado.

El film de polietileno preestirado puede tener un grosor de film total comprendido entre 10 µm y 30 µm, tal como entre 15 µm y 25 µm, tal como entre 12 µm y 20 µm, por ejemplo alrededor de 19 µm. El grosor de las dos capas exteriores puede estar comprendido entre 0,5 µm y 10 µm, tal como entre 1 µm y 5 µm, por ejemplo entre 2 µm y 3 µm. El grosor de la al menos una capa central puede estar comprendido entre 5 µm y 28 µm, tal como entre 5 µm y 25 µm, por ejemplo entre 10 µm y 20 µm.

En una realización, el film de polietileno preestirado comprende una capa central. El grosor de la capa central única puede estar comprendido entre 5 µm y 28 µm, tal como entre 10 µm y 25 µm, por ejemplo entre 10 µm y 20 µm. Como alternativa, el film de polietileno preestirado puede comprender más de una capa central. El grosor del número total de capas centrales puede estar comprendido entre 5 µm y 28 µm, tal como entre 5 µm y 25 µm, por ejemplo entre 10 µm y 20 µm.

En un ejemplo, un film de polietileno preestirado que comprende una capa central y dos capas exteriores entre las cuales se intercala la capa central puede tener un grosor total de film de 19 µm. La capa central puede tener un grosor de 14 µm y cada una de las capas exteriores tiene un grosor de 2,5 µm.

El film de polietileno preestirado según la presente invención comprende al menos 25 % en peso de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup>.

5 La parte del film de polietileno preestirado no hecha del polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup> puede comprender otros tipos de LLDPE, LDPE y otras poliolefinas y aditivos comúnmente utilizados en la fabricación de films de polietileno preestirados. Entre los ejemplos de componentes de poliolefina adicionales se incluyen polietileno lineal de baja  
10 (VLDPE, por su sigla en inglés), así como polipropilenos y polibutilenos. Preferentemente, la parte del film de polietileno preestirado no hecha de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y con una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup> está hecha sustancialmente de LLDPE de mayor densidad.

15 En una realización preferida, la capa central comprende una mezcla de LLDPE sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup> y LLDPE de mayor densidad, en donde la mezcla de LLDPE tiene una densidad inferior a 916 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente inferior a 915 kg/m<sup>3</sup>, y más preferentemente inferior a 914 kg/m<sup>3</sup>.

20 La capa central y las capas exteriores pueden tener composiciones distintas. Al menos una de las capas exteriores puede comprender un polímero tal como copolímero de etil vinil acetato (EVA) o copolímero de etil metacrilato (EMA).

25 La al menos una capa central puede comprender, preferentemente, entre 25 y 95 %, preferentemente entre 30 y 95 % o entre 40 y 95 % en peso del polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup>, según el peso total de la al menos una capa central. Por ejemplo, la al menos una capa central comprende el LLDPE sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup>, con un contenido que oscila entre 40 y 90 % en peso según el peso total de la capa central, tal como entre 40 y 70 %, 40 y 60 %, o 45 y 55 % en peso según el peso total de la capa central.

30 El film de polietileno preestirado según realizaciones de la invención comprende dos capas exteriores. Las capas exteriores intercalan la al menos una capa central, es decir, la capa central está dispuesta entre dos capas exteriores. Con «capa exterior» se refiere a una capa que forma al menos parte de una superficie del film.

35 Las capas exteriores pueden ser de una composición idéntica o similar o pueden tener distinta composición. No obstante, normalmente una capa exterior comprende un polímero termoplástico, tal como una poliolefina, como material de base. Entre los ejemplos de materiales de base adecuados para una capa exterior se incluyen polietileno, especialmente LLDPE o VLDPE, y copolímero de etil vinil acetato.

40 Como se describe en el presente documento, el film de polietileno preestirado según la invención comprende al menos dos capas exteriores y al menos una capa central. Normalmente, al menos una de las dos capas exteriores tiene cierta adherencia. En algunas realizaciones, una capa exterior puede tener mayor grado de adherencia que una capa exterior dispuesta en la cara opuesta de la capa central.

45 En realizaciones de la invención, el film de polietileno preestirado puede comprender un adherente. Normalmente al menos una de las capas exteriores puede comprender un adherente.

50 Los adherentes convencionales, conocidos para el experto en la materia, se pueden añadir al film de polietileno preestirado. Entre los ejemplos de adherentes convencionales se incluyen polímeros blandos y adherentes migratorios. Un polímero blando puede proporcionar una superficie relativamente blanda que puede aumentar la fricción y reducir el deslizamiento en una dirección sustancialmente paralela a la superficie del film. Por otra parte, un adherente migratorio puede proporcionar una superficie adhesiva que aumenta la fricción en una dirección sustancialmente perpendicular a la superficie del film.

55 Entre los ejemplos de polímeros blandos adecuados se incluyen copolímero de etil vinil acetato (EVA), copolímero de etil metacrilato (EMA) y polietileno de muy baja densidad (VLDPE). Por lo tanto, en las realizaciones donde una capa exterior comprende EVA, EMA o VLDPE como material de base, este puede proporcionar adherencia suficiente, de modo que no sea necesario añadir un adherente adicional. No obstante, de manera opcional, una capa que comprende un polímero blando también puede comprender un adherente migratorio.

60 En un ejemplo, la adherencia de al menos una de las capas exteriores se puede conseguir mediante el uso de un polímero blando, o una combinación de polímeros blandos, en al menos una de las dos capas exteriores.

65 Se puede añadir VLDPE a al menos una capa exterior para proporcionar adherencia a la al menos una capa exterior. En una realización, el contenido de VLDPE puede ser hasta 100 % en peso de la al menos una capa exterior. Por ejemplo, una de las dos capas exteriores puede estar compuesta por 100 % de VLDPE.

- 5 El polímero blando EVA se puede utilizar en combinación con el adherente migratorio PIB para proporcionar adherencia a al menos una capa exterior. Por ejemplo, se puede añadir PIB a la capa central con un contenido que es suficiente para permitir la migración a la superficie exterior de al menos una de las capas exteriores tras la saturación de la capa central y la al menos una superficie exterior. El EVA puede estar comprendido en la al menos una capa exterior. Una ventaja de combinar un polímero blando, p. ej., EVA, y un adherente migratorio, p. ej., PIB, en al menos una capa exterior es que la adherencia se puede mejorar debido a la resistencia aumentada de la capa exterior a fuerzas tanto sustancialmente paralelas como sustancialmente perpendiculares a la superficie exterior de la capa exterior.
- 10 Los contenidos adecuados de al menos uno de un adherente migratorio, un polímero blando y una combinación correspondiente, en la al menos una capa central y/o en cualquiera o ambas de las dos capas exteriores del film de polietileno preestirado son conocidos para el experto en la materia.
- 15 Un adherente migratorio puede migrar dentro de un material, incluyendo dentro de una capa única así como de una capa a una capa adyacente. En realizaciones de la presente invención, un adherente migratorio puede migrar desde cualquiera de las capas del film de polietileno preestirado (p. ej., la capa central) a la superficie de film del film de polietileno preestirado (normalmente la superficie de una capa exterior). Un ejemplo de un adherente migratorio es poliisobutileno (PIB).
- 20 Se puede añadir un adherente migratorio a una o más capas del film de polietileno preestirado, normalmente incluyendo la una o más capas más gruesas del film de polietileno preestirado. Cuando el film de polietileno preestirado comprende más de una capa central, el adherente migratorio se puede añadir a una o más, incluyendo todas, las capas centrales. Como alternativa, el adherente migratorio se puede añadir a la capa central más gruesa. Tras la saturación de la una o más capas más gruesas respecto del adherente migratorio, el exceso de adherente migratorio puede migrar a una o más capas adyacentes. Por ejemplo, el adherente migratorio se puede añadir inicialmente a la capa central y, tras la saturación de la capa central, el exceso de adherente migratorio puede migrar a las dos capas exteriores que intercalan la capa central. Normalmente, también las capas exteriores son saturadas con el adherente migratorio, permitiendo de este modo que el adherente migratorio migre a través de las capas exteriores y se acumule en las superficies exteriores de las capas exteriores proporcionando adherencia.
- 25 30 La adherencia de al menos una de las capas exteriores se puede conseguir añadiendo un adherente migratorio a la al menos una capa central. El adherente migratorio estará inicialmente comprendido en la capa central y con el tiempo migrará a las capas exteriores. El contenido de adherente migratorio añadido a la al menos una capa central puede exceder el contenido de adherente migratorio requerido para saturar la al menos una capa central respecto del adherente migratorio.
- 35 El adherente migratorio puede ser soluble en polietileno y otras poliolefinas. Por lo tanto, el contenido requerido para saturar la al menos una capa central puede depender del contenido de polietileno y otras poliolefinas, en donde el adherente migratorio es soluble, en la al menos una capa central.
- 40 La al menos una capa central puede comprender adherente migratorio, p. ej., en forma de poliisobutileno (PIB), con un contenido que oscila entre 0 y 15 % en peso, p. ej., entre 1 y 15 % en peso, tal como entre 3 y 7 % en peso, según el peso total de la al menos una capa central. En una realización, la al menos una capa central comprende aproximadamente 5 % en peso de PIB.
- 45 Más específicamente, en una realización, el film de polietileno preestirado comprende solo una capa central. Un adherente migratorio, p. ej., en forma de PIB, puede estar presente en la capa central con un contenido que oscila entre 0 y 15 % en peso, p. ej., entre 1 y 15 % en peso, tal como entre 3 y 7 % en peso, según el peso total de la capa central única. La capa central única puede comprender aproximadamente 5 % en peso de PIB.
- 50 En otra realización, el film de polietileno preestirado comprende más de una capa central, tal como dos o más capas centrales dispuestas adyacentes entre sí. Un adherente migratorio, p. ej., PIB, puede estar presente en una o más de las capas centrales con un contenido que oscila entre 0 y 15 % en peso, p. ej., entre 1 y 15 % en peso, tal como entre 3 y 7 % en peso, según el peso total del número total de capas centrales. Las capas centrales juntas pueden comprender aproximadamente 5 % en peso de PIB. Se prevé que cuando el film de polietileno preestirado comprende múltiples capas centrales, un adherente podría estar contenido inicialmente en solo una de las capas centrales, o en varias o todas las capas centrales. No obstante, normalmente debido a la naturaleza y el fin de un adherente migratorio, con el tiempo todas las capas pueden contener el adherente, incluso si el adherente se añadió solo a una de las capas centrales durante la fabricación del film multicapa.
- 55 60 Añadiendo un pigmento adicional a la al menos una capa central, se pueden variar adicionalmente el color y la opacidad del film de polietileno preestirado. La al menos una capa central puede comprender un pigmento adicional que oscila entre 0 y 10 % en peso, p. ej., entre 1 y 10 % en peso, según el peso total de la al menos una capa central. Un film de polietileno preestirado para ensilado normalmente comprende entre 2 y 5 % en peso de un pigmento adicional en forma de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>).
- 65



Los pigmentos blancos proporcionan opacidad esparciendo luz visible. Un ejemplo de un pigmento adicional blanco adecuado es dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>). Los pigmentos coloreados proporcionan opacidad absorbiendo la luz. Un ejemplo de un pigmento adicional coloreado adecuado es el negro de humo (NH).

5 Como alternativa, puede no haber pigmento adicional en el film de polietileno preestirado. En una realización como esta, el film de polietileno preestirado puede ser relativamente transparente.

10 En algunas aplicaciones, cierto nivel de opacidad puede ser ventajoso en términos de protección contra animales perjudiciales, tales como alimañas, aves e insectos, que pueden dañar o bien el film de polietileno preestirado o el material almacenado dentro de una disposición del film de polietileno preestirado, p. ej., un fardo de ensilado. Como ejemplo, cierto nivel de opacidad del film de polietileno preestirado puede dificultar que un ave vea el material del fardo de ensilado, dificultando de este modo que el ave perforo el film de polietileno preestirado con el pico o las garras. La transparencia del film de polietileno preestirado por lo general se encuentra dentro del intervalo que oscila entre 63 y 73 %, tal como aproximadamente 70 %, medida según la norma ASTM D-1003.

15 El film de polietileno preestirado según realizaciones de la invención puede comprender un estabilizante de UV, contenido en al menos una capa del film multicapa. Por ejemplo, se puede añadir a la al menos una capa central un estabilizante de UV convencional conocido para el experto en la materia. Un estabilizante de UV normalmente atrapa los radicales libres generados en el material de poliolefina mediante radiación de UV, y de este modo puede impedir reacciones en cadena dentro de la una o más capas de poliolefina del film de polietileno preestirado, lo cual, de otro modo, podría producir la degradación del material de poliolefina.

20 En realizaciones de la invención, todas las capas del film de polietileno preestirado pueden comprender un estabilizante de UV. Se busca una buena estabilización de UV del material de film para evitar que el film de polietileno preestirado se degrade durante el tiempo de almacenamiento en el exterior, que normalmente puede ser hasta un año.

25 Entre los ejemplos de estabilizantes de UV adecuados se encuentran Chimassorb 944 (BASF, Italia), Tinuvin 622 (BASF, Alemania), y Chimassorb 2020 (BASF, Italia). Un pigmento adicional, tal como TiO<sub>2</sub> o NH, también puede funcionar como estabilizante de UV. La al menos una capa central puede comprender un estabilizador de UV que oscila entre 0 y 0,6 % en peso según el peso total de la al menos una capa central.

30 Un film de polietileno preestirado multicapa según realizaciones de la invención se puede producir mediante un procedimiento de fabricación que conlleva las siguientes etapas:

- 35 a) Proporcionar una primera composición extruible que comprende al menos 25 % en peso de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y que tiene una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup>.
- 40 b) Proporcionar al menos una composición extruible adicional que comprende al menos un polímero;
- c) Extruir la primera composición obtenida en la etapa a) para formar al menos una capa central;
- 45 d) Extruir la al menos una composición extruible adicional para formar dos capas exteriores en caras opuestas de la capa central.

Según algunas realizaciones, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) se produce utilizando un catalizador Ziegler Natta y hexeno, hepteno u octeno como comonomero y con una densidad que oscila entre 910 y 915 kg/m<sup>3</sup>

50 Está previsto que la primera composición extruible forme una capa central. La primera composición extruible que comprende al menos 25 % en peso de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y con una densidad inferior a 915 kg/m<sup>3</sup> se puede mezclar con al menos otra poliolefina y opcionalmente al menos un aditivo, p. ej., seleccionado de entre el grupo compuesto por: estabilizantes de UV, pigmentos adicionales y adherentes.

55 Está previsto que la al menos una composición extruible adicional normalmente forme una de las capas exteriores o ambas capas exteriores. La etapa de proporcionar al menos una composición extruible adicional que comprende al menos un polímero puede conllevar proporcionar una segunda composición extruible que comprende al menos un polímero. Opcionalmente, también se puede proporcionar una tercera composición extruible que comprende al menos un polímero. En particular, en realizaciones donde las capas exteriores tienen distinta composición, está previsto que la segunda composición extruible forme una de las capas exteriores, y que la tercera composición extruible forme la otra de las capas exteriores.

60 Por ejemplo, la segunda composición extruible se puede proporcionar mezclando un polímero blando con opcionalmente al menos un aditivo seleccionado de entre el grupo compuesto por: estabilizantes de UV y adherentes. La segunda composición extruible normalmente se puede adaptar para proporcionar adherencia. La tercera

composición extruible se puede proporcionar mezclando una poliolefina, p. ej., un polietileno, con opcionalmente al menos un aditivo seleccionado de entre el grupo compuesto por: estabilizantes de UV y adherentes. La tercera composición extruible se puede adaptar para proporcionar una superficie de baja fricción.

- 5 Opcionalmente, se puede proporcionar una composición extruible adicional única, que se puede adaptar para proporcionar adherencia y/o una superficie de baja fricción.

10 La etapa de extruir la primera composición obtenida en la etapa a) para formar al menos una capa central puede conllevar que la primera composición se extruya a una capa central única o a múltiples capas centrales. Normalmente, en el caso de múltiples capas centrales, las múltiples capas centrales se extruyen simultáneamente mediante coextrusión y se adhieren entre sí debido a las propiedades químicas sustancialmente idénticas.

15 La etapa de extruir la al menos una composición extruible adicional para formar dos capas exteriores en caras opuestas de la capa central puede conllevar extruir la segunda composición extruible para formar una primera capa exterior en una primera cara de la capa central y extruir la tercera composición extruible para formar una segunda capa exterior en una segunda cara de la capa central, en donde la primera cara de la capa central está dispuesta frente a la segunda cara de la capa central.

20 Como alternativa, la composición extruible adicional única se extruye para formar dos capas exteriores en caras opuestas de la capa central.

25 Las etapas de extruir la primera composición extruible para formar al menos una capa central y la composición extruible adicional para formar dos capas exteriores, respectivamente, se pueden llevar a cabo por separado, p. ej., mediante monoextrusión, o simultáneamente, p. ej., mediante coextrusión. Normalmente, el film de polietileno preestirado se prepara mediante coextrusión, utilizando un extrusor por capa simultáneamente. La monoextrusión y la coextrusión son técnicas generalmente conocidas para el experto en la materia.

30 El experto en la materia es consciente de que la presente invención no está de ninguna manera limitada a las realizaciones preferidas descritas anteriormente. Por el contrario, es posible llevar a cabo diversas modificaciones y cambios dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Asimismo, los expertos en la materia pueden entender y realizar variaciones de las realizaciones descritas al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, el término «comprende» no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido «una» o «uno» no excluye una pluralidad. El simple hecho de que se mencionen ciertas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no se pueda utilizar como ventaja una combinación de dichas medidas.

## EJEMPLOS

### Ejemplo preliminar 1 - Film para encintado de fardos de la técnica anterior (59 % preestirado)

40 Se preparó una primera composición extruible. La primera composición extruible comprendía LLDPE (Dowlex 2045S) con una densidad de 918 kg/m<sup>3</sup> y un contenido de 88,5 % en peso, TiO<sub>2</sub> con un contenido de 6 % en peso, un adherente migratorio en forma de PIB (poliisobutileno) con un contenido de 5 % en peso, y un estabilizante de UV con un contenido de 0,5 % en peso según el peso total de la primera composición extruible.

45 Se prepararon dos composiciones extruibles adicionales, a saber, una segunda composición extruible y una tercera composición extruible. La segunda composición extruible comprendía EVA (Exxon Escorene Ultra FL 00218), con un contenido de 94,5 % en peso, un adherente migratorio en forma de PIB con un contenido de 5 % en peso, y un estabilizante de UV con un contenido de 0,5 % en peso según el peso total de la segunda composición extruible. La tercera composición extruible comprendía polietileno, es decir, una combinación de LLDPE y LDPE, con un contenido de 99,5 % en peso, y un estabilizante de UV con un contenido de 0,5 % en peso según el peso total de la tercera composición extruible.

50 Cada una de las composiciones extruibles se mezcló por separado utilizando mezcladores o licuadoras generalmente conocidos para un experto en la materia.

55 Por medio de coextrusión, se formó una capa central de la primera composición extruible y se formaron dos capas exteriores que intercalaban la capa central de la segunda composición extruible y la tercera composición extruible, respectivamente. El film coextruido se sopló y posteriormente se sometió a preestirado al 59 %. La capa central y la capa exterior juntas formaron un film de polietileno preestirado de un grosor total de 19 µm. La segunda composición extruible proporcionó adherencia al film de polietileno preestirado. La tercera composición extruible proporcionó una superficie de baja fricción al film de polietileno preestirado.

60 Cada una de las dos capas exteriores formó 10 % en peso del film total. La capa central formó 80 % en peso del film total.

65

Se llevaron a cabo varias pruebas para analizar las propiedades mecánicas del film de polietileno preestirado. Los resultados de las pruebas se resumen en la tabla 1.

Ejemplo preliminar 2 - Film para encintado de fardos de la técnica anterior (75 % preestirado)

Se prepararon una primera, segunda y tercera composiciones extruibles según el Ejemplo preliminar 1.

Por medio de coextrusión, se formó una capa central de la primera composición extruible y se formaron dos capas exteriores que intercalaban la capa central de la segunda composición extruible y la tercera composición extruible, respectivamente. El film coextruido se sopló y posteriormente se sometió a preestirado al 75 %. La capa central y la capa exterior juntas formaron un film de polietileno preestirado de un grosor total de 19  $\mu\text{m}$ . Cada una de las dos capas exteriores formó 10 % en peso del film total. La capa central formó 80 % en peso del film total. Se llevaron a cabo varias pruebas para analizar las propiedades mecánicas del film de polietileno preestirado. Los resultados de las pruebas se resumen en la tabla 1.

Ejemplo preliminar 3 - Film para encintado de fardos con LLDPE de metaloceno (75 % preestirado)

Se prepararon una primera, segunda y tercera composiciones extruibles según el Ejemplo preliminar 1 con la excepción de que la primera composición extruible comprendía una mezcla de LLDPE de un LLDPE de metaloceno con una densidad de 916  $\text{kg}/\text{m}^3$  y un índice de fluidez ( $\text{IF}_2$  medido a 190 °C con un peso de 2,16 kg) de 1,0 g/10 min con un contenido de 48 % en peso y Dowlex 2045S con una densidad de 918  $\text{kg}/\text{m}^3$  con un contenido de 40,5 % en peso según el peso total de la primera composición extruible.

Por medio de coextrusión, se formó una capa central de la primera composición extruible y se formaron dos capas exteriores que intercalaban la capa central de la segunda composición extruible y la tercera composición extruible, respectivamente. El film coextruido se sopló y posteriormente se sometió a preestirado al 75 %. La capa central y la capa exterior juntas formaron un film de polietileno preestirado de un grosor total de 19  $\mu\text{m}$ . Cada una de las dos capas exteriores formó 10 % en peso del film total. La capa central formó 80 % en peso del film total. Se llevaron a cabo varias pruebas para analizar las propiedades mecánicas del film de polietileno preestirado. Los resultados de las pruebas se resumen en la tabla 1.

Ejemplo preliminar 4 - Film para encintado de fardos con LLDPE de metaloceno (75 % preestirado)

Se prepararon una primera, segunda y tercera composiciones extruibles según el Ejemplo preliminar 1 con la excepción de que la primera composición extruible comprendía una mezcla de LLDPE de un LLDPE de metaloceno con una densidad de 915  $\text{kg}/\text{m}^3$  y un índice de fluidez ( $\text{IF}_2$  medido a 190 °C con un peso de 2,16 kg) de 1,0 g/10 min con un contenido de 48 % en peso y Dowlex 2045S con una densidad de 918  $\text{kg}/\text{m}^3$  con un contenido de 40,5 % en peso según el peso total de la primera composición extruible.

Por medio de coextrusión, se formó una capa central de la primera composición extruible y se formaron dos capas exteriores que intercalaban la capa central de la segunda composición extruible y la tercera composición extruible, respectivamente. El film coextruido se sopló y posteriormente se sometió a preestirado al 75 %. La capa central y la capa exterior juntas formaron un film de polietileno preestirado de un grosor total de 19  $\mu\text{m}$ . Cada una de las dos capas exteriores formó 10 % en peso del film total. La capa central formó 80 % en peso del film total. Se llevaron a cabo varias pruebas para analizar las propiedades mecánicas del film de polietileno preestirado. Los resultados de las pruebas se resumen en la tabla 1.

Ejemplo preliminar 5 - Film para encintado de fardos con índice de fluidez elevado (75 % preestirado)

Se prepararon una primera, segunda y tercera composiciones extruibles según el Ejemplo preliminar 1 con la excepción de que la primera composición extruible comprendía una mezcla de LLDPE de un LLDPE de metaloceno con una densidad de 918  $\text{kg}/\text{m}^3$  y un índice de fluidez ( $\text{IF}_2$  medido a 190 °C con un peso de 2,16 kg) de 2,3 g/10 min con un contenido de 48 % en peso y Dowlex 2045S con una densidad de 918  $\text{kg}/\text{m}^3$  con un contenido de 40,5 % en peso según el peso total de la primera composición extruible.

Por medio de coextrusión, se formó una capa central de la primera composición extruible y se formaron dos capas exteriores que intercalaban la capa central de la segunda composición extruible y la tercera composición extruible, respectivamente. El film coextruido se sopló y posteriormente se sometió a preestirado al 75 %. La capa central y la capa exterior juntas formaron un film de polietileno preestirado de un grosor total de 19  $\mu\text{m}$ . Cada una de las dos capas exteriores formó 10 % en peso del film total. La capa central formó 80 % en peso del film total. Se llevaron a cabo varias pruebas para analizar las propiedades mecánicas del film de polietileno preestirado. Los resultados de las pruebas se resumen en la tabla 1.

Ejemplo preliminar 6 - Film para encintado de fardos de la invención con LLDPE sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) y con una densidad inferior a 915  $\text{kg}/\text{m}^3$  (75 % preestirado)

## ES 2 729 943 T3

5 Se prepararon una primera, segunda y tercera composiciones extruibles según el Ejemplo preliminar 1 con la excepción de que la primera composición extruible comprendía una mezcla de LLDPE de un LLDPE sustancialmente libre de ramificación de cadena larga y con una densidad de 912 kg/m<sup>3</sup> y un índice de fluidez (IF<sub>2</sub> medido a 190 °C con un peso de 2,16 kg) de 1,0 g/10 min con un contenido de 48 % en peso y Dowlex 2045S con una densidad de 918 kg/m<sup>3</sup> con un contenido de 40,5 % en peso según el peso total de la primera composición extruible.

10 Por medio de coextrusión, se formó una capa central de la primera composición extruible y se formaron dos capas exteriores que intercalaban la capa central de la segunda composición extruible y la tercera composición extruible, respectivamente. El film coextruido se sopló y posteriormente se sometió a preestirado al 75 %. La capa central y la capa exterior juntas formaron un film de polietileno preestirado de un grosor total de 19 µm. Cada una de las dos capas exteriores formó 10 % en peso del film total. La capa central formó 80 % en peso del film total. Se llevaron a cabo varias pruebas para analizar las propiedades mecánicas del film de polietileno preestirado. Los resultados de las pruebas se resumen en la tabla 1.

### 15 Ejemplo - Comparación de film para encintado de fardos producido según los Ejemplos preliminares 1-6

20 El film para encintado de fardos producido según los Ejemplos preliminares 1-6 se sometió a pruebas de tracción en un dinamómetro (LLOYD instruments, LR5K plus) según la norma ASTM D882, en donde una tira de film con un ancho de 20 mm, sujeta entre dos grapas a una distancia de 50 mm entre sí se estira a una velocidad de 500 mm/min hasta que el film se rompe. Los resultados se exponen en la tabla 1. Se midieron al menos cinco tiras de cada film y la capacidad de elongación (elongación de rotura, dirección máquina, DM) corresponde al valor medio de las mediciones.

25 La tensión requerida para estirar el film preestirado al 70 % en la dirección longitudinal se leyó del gráfico de resistencia a la tracción obtenido al medir el porcentaje de elongación de rotura según la norma ASTM D882 como se describió anteriormente. Los resultados se exponen en la tabla 1. Se midieron al menos cinco tiras del film, y la tensión al 70 % de elongación corresponde al valor medio de las mediciones.

Tabla 1

| Ej. # | Co-mon. | IF <sub>2</sub> [g/10 min] | Densidad [kg/m <sup>3</sup> ] | Cat. | LCB | Preestirado [%] | Tensión DM a 70 % [MPa] | Elongación de rotura DM [%] |
|-------|---------|----------------------------|-------------------------------|------|-----|-----------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1     | Octeno  | 1,0                        | 918                           | ZN   | No  | 59 %            | 17,5                    | 367                         |
| 2     | Octeno  | 1,0                        | 918                           | ZN   | No  | 75 %            | 19,5                    | 298                         |
| 3     | Octeno  | 1,0                        | 916                           | Met. | Sí  | 75 %            | 21,5                    | 289                         |
| 4     | Octeno  | 1,0                        | 915                           | Met. | Sí  | 75 %            | 22,5                    | 263                         |
| 5     | Octeno  | 2,3                        | 918                           | ZN   | No  | 75 %            | 19,8                    | 331                         |
| 6     | Octeno  | 1,0                        | 912                           | ZN   | No  | 75 %            | 17,7                    | 340                         |

30 Los ejemplos 1-2 representan films para encintado de fardos de la técnica anterior. Los ejemplos 3-5 representan intentos previos de los autores de la invención de producir films para encintado de fardos mejorados, que dieron como resultado films con propiedades menos adecuadas. Solo el Ejemplo 6 dio como resultado un film más preestirado (75 %) con propiedades de tracción adecuadas para encintado de fardos.

35 Asimismo, se produjeron más de 1.200 fardos en diversos tipos de máquinas encintadoras en diversas condiciones de envoltura utilizando el film para encintado de fardos producido según el Ejemplo preliminar 6. No se observaron problemas de rasgado del film. Los operarios de enfardado que llevaban a cabo las pruebas de encintado de fardos informaron que el film para encintado de fardos producido según el Ejemplo preliminar 6 era menos propenso a rasgarse o romperse incluso en comparación con el film de la técnica anterior del Ejemplo 1.

40 En conclusión, el film de polietileno preestirado de la invención producido según el Ejemplo preliminar 6 mostró propiedades mecánicas que son muy buscadas para uso como film para encintado de fardos o de ensilado.

45

## REIVINDICACIONES

1. Un film de polietileno preestirado que tiene un grado longitudinal de preestirado superior a 70 % y una capacidad de elongación longitudinal residual de al menos 300 % determinada según la norma ASTM D882, en donde dicho film es un film soplado coextruido que comprende al menos una capa central dispuesta entre dos capas exteriores, en donde el grosor del film se encuentra en el intervalo de 10-30  $\mu\text{m}$ , y en donde el film comprende al menos 25 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) producido utilizando un catalizador Ziegler Natta y hexeno, hepteno u octeno como comonómero y que tiene una densidad que oscila entre 910 y 915  $\text{kg/m}^3$ .
2. Un film de polietileno preestirado según la reivindicación 1, en donde el film comprende al menos 35 %, preferentemente entre 35 y 95 %, en peso de dicho polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB).
3. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) tiene una densidad que oscila entre 911 y 913  $\text{kg/m}^3$ , preferentemente una densidad de alrededor de 912  $\text{kg/m}^3$ .
4. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) tiene un índice de fluidez (IF) comprendido en el intervalo de 0,7-1,3 g/10 min, preferentemente un índice de fluidez comprendido en el intervalo de 0,9-1,1 g/10 min, preferentemente un índice de fluidez de alrededor de 1 g/10 min, determinado según la norma ASTM D1238 (190 °C, peso 2,16 kg).
5. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB) es un LLDPE producido utilizando un catalizador Ziegler Natta y octeno como comonómero.
6. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, teniendo dicho film un grado longitudinal de preestirado que oscila entre 70 % y 100 %, preferentemente entre 70 % y 85 %, preferentemente entre 71 % y 79 %, preferentemente entre 73 % y 77 %, preferentemente alrededor de 75 %.
7. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la tensión requerida para estirar el film de polietileno preestirado al 70 % en la dirección longitudinal es inferior a 19 MPa, preferentemente inferior a 18 MPa, determinada según la norma ASTM D882.
8. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, teniendo dicho film una capacidad de elongación longitudinal residual de al menos 320 %, preferentemente al menos 340 %, determinada según la norma ASTM D882.
9. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una capa comprende en el intervalo de 40-99 % en peso dicho polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB).
10. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la al menos una capa central comprende en el intervalo de 40-99 % en peso el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) sustancialmente libre de ramificación de cadena larga (LCB).
11. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el grosor del film oscila entre 13 y 25  $\mu\text{m}$ , preferentemente entre 15 y 20  $\mu\text{m}$ .
12. Un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que es un film para encintado de fardos agrícola o film de ensilado.
13. Uso de un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores como film para encintado de fardos agrícola o film de ensilado.
14. Uso de un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores como film de envoltura de palés.
15. Uso de un film de polietileno preestirado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores como film de envoltura de residuos.