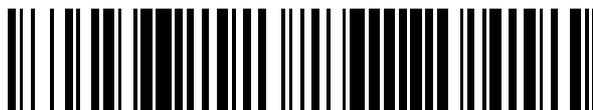


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 478 067**

51 Int. Cl.:

B29C 55/06 (2006.01)

A01F 15/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2010 E 10795684 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2516134**

54 Título: **Película de polietileno preestirada**

30 Prioridad:

21.12.2009 EP 09180184

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

18.07.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ÖHRN, LARS;
BYSTRÖM, INGER;
RUNESSON, TORBJÖRN y
LINDBERG, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 478 067 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

Película de polietileno preestirada

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a películas preestiradas para el empaqueo de material a granel, y a métodos de producción de dichas películas.

10 Antecedentes de la invención

El empaqueo convencional de productos a granel agrícolas, tales como pasto, heno, ensilaje o paja, comprende comprimir el producto en la cámara de empaqueo de un aparato de empaqueo para formar una paca redonda y posteriormente envolver una red alrededor de la paca para retener la forma comprimida, o al menos para permitir sólo una pequeña expansión, cuando la paca deja la cámara de empaqueo. Para la producción de ensilaje, que requiere condiciones anaerobias, a continuación se aplica una película de envoltura protectora alrededor de la paca comprimida y protegida con red. La película protectora debe proporcionar una barrera frente a la humedad, el oxígeno y la luz UV.

Sin embargo, el uso de una red para retener la forma de la paca tiene varios inconvenientes. La red, que generalmente está fabricada de cintas de polietileno o polipropileno de alta densidad, es difícil de abrir por corte cuando se debe extraer el ensilaje de la paca. Además, la red se enreda fácilmente con el ensilaje. Por estos motivos, la red usada es difícil de reciclar, en especial puesto que se debe separar de la película de envoltura protectora, que en general está fabricada de polietileno de baja densidad lineal. En vista de estos inconvenientes, se ha sugerido reemplazar la red con una película para mejorar la protección de la paca, facilitar el manejo y/o para facilitar el reciclaje del material. Sin embargo, las películas de envoltura protectora convencionales no se pueden usar con este propósito puesto que estas películas, en general, no son lo suficiente duras para que se puede retener sustancialmente la forma comprimida de la paca, sino que permiten demasiada expansión del material comprimido. Además, cuando dichas películas se estiran antes de aplicarse sobre una paca, se obtiene una estricción o constricción, es decir, un estrechamiento de la anchura de la película, lo que puede dar como resultado que la película no cubra la paca como se desea. Si una película de reemplazo de red no cubre toda la anchura de una paca redonda, el producto comprimido se expandirá en los bordes de la paca, dando como resultado áreas permanentemente débiles en los bordes cuando la paca se envuelva posteriormente con una película de envoltura protectora. Dichas áreas son susceptibles de daño mecánico, tal como la perforación de la película protectora, lo que puede comprometer su función de barrera, de modo que el oxígeno y la humedad puedan penetrar en el ensilaje. Como resultado, se reduce la estabilidad en almacenamiento y la calidad nutricional del producto de ensilaje. Además, la expansión del material comprimido en los bordes también provoca la formación de bolsas de aire con forma de cuña cerca de los bordes de la paca cuando se envuelve posteriormente con la película protectora, dando como resultado la retención de humedad y oxígeno en la paca.

El documento WO 2008/155129 hace referencia a los inconvenientes anteriores y sugiere una película de reemplazo de red, que es una película preestirada que se ha estirado en sentido longitudinal hasta al menos un 60 % de su porcentaje de elongación en rotura, de modo que en el sentido longitudinal a la película sólo le queda una capacidad de elongación de un máximo de 180 %. El objetivo del documento WO 2008/155129 es proporcionar una película por medio de la que se puede formar una paca compacta, cubierta sobre la anchura total. Sin embargo, la película del documento WO 2008/155129 sufre del inconveniente de que tiene una rigidez muy grande en sentido longitudinal. Cuando una película de este tipo se estira adicionalmente, por ejemplo, antes de su aplicación alrededor de una paca, la película se vuelve aún más dura y es muy susceptible de daño mecánico. Si la película se perfora o se rompe, la rotura puede extenderse rápidamente sobre toda la anchura de la película, incrementando el riesgo de exposición del contenido de la paca a la humedad y el oxígeno. Además, si una película de reemplazo de red de este tipo se rasga seriamente, podría afectar a la forma de la paca o incluso dar lugar al colapso de la paca. Por lo tanto, aunque la película del documento WO 2008/155129 puede resistir de forma aceptable la fuerza expansiva de una paca comprimida, es susceptible a la rotura, y por tanto, no se puede usar en aplicaciones de empaqueo que requieran un mayor grado de estiramiento antes de su aplicación alrededor de la paca.

Por lo tanto, sigue existiendo una necesidad en la técnica de mejorar los métodos de empaqueo de ensilaje y de las películas usadas para este propósito.

Sumario de la invención

Es un objetivo de la presente invención superar al menos en parte los problemas anteriores y proporcionar una película de reemplazo de red y un método de uso de una película de este tipo en el empaqueo de material a granel comprimido. En particular, es un objetivo de la invención proporcionar una película de reemplazo de red que incremente la eficacia y la economía en el proceso de empaqueo, permitiendo un empaqueo más rápido, el uso de una menor cantidad de película de envoltura protectora y/o una mejora en la protección del producto, por ejemplo, para garantizar una cantidad nutricional alta en el caso de ensilaje.

Estos y otros objetivos se logran por una película de acuerdo con la presente invención.

En un primer aspecto, la invención se refiere a una película de polietileno de baja densidad lineal preestirada que tiene una proporción de estirado longitudinal de desde aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:4, preferentemente de 1:2 a 1:3, y más preferentemente de aproximadamente 1:2,5, y que tiene una capacidad de elongación longitudinal de al menos un 190 %, más preferentemente al menos 195 % y aún más preferentemente al menos un 200 %, comprendiendo dicha capacidad de elongación un componente elástico.

La película preestirada de acuerdo con la invención presenta un equilibrio entre la capacidad de elongación y la estricción lo que la hace excelente para su uso en la envoltura de material a granel comprimido, en particular pasto para la producción de ensilaje. Cuando la película preestirada se estira adicionalmente en la empacadora, sólo se produce una pequeña estricción y por tanto una película que tiene un ajuste de anchura estándar en la empacadora aún puede cubrir la anchura de la paca comprimida hasta un grado satisfactorio. Al cubrir bien toda la anchura de la paca, se puede reducir o evitar completamente la formación de bolsas de aire perjudiciales adyacentes a los bordes de la paca. Por tanto, se mejora la resistencia a la perforación y se reduce el contenido en humedad y oxígeno en la paca envuelta. Además, la película de reemplazo de red permite que el contenido en dióxido de carbono dentro de la paca se incremente más rápidamente, lo que se puede prevenir eficazmente el crecimiento de microorganismos no deseados.

Además, sorprendentemente se ha descubierto que la película de reemplazo de red de acuerdo con la invención puede reducir significativamente el volumen de una paca alrededor de la que se aplica, en comparación con el volumen de una paca envuelta con una red convencional. La película de reemplazo de red puede retener completamente la forma y el volumen de la paca formada por la empacadora, es decir, prevenir cualquier expansión del material comprimido cuando se abre la cámara de empacado. Se ha descubierto que la película de reemplazo de red puede al menos prevenir la expansión de la paca de modo que una paca envuelta con la película de reemplazo de red de acuerdo con la invención tiene un volumen que se reduce hasta un 17 % en comparación con el volumen de una paca protegida con red convencional.

Debido al volumen reducido, se requiere una menor cantidad de película de envoltura protectora por paca, y se puede acortar el tiempo requerido para envolver cada paca. Por lo tanto, la película de reemplazo de red de acuerdo con la invención permite ahorrar tanto tiempo como material, incrementando así la eficacia y el rendimiento (número de pacas por rollo de película y unidad de tiempo) del proceso de empacado/envoltura.

Dicha reducción en el volumen por la película de reemplazo de red en comparación con una red convencional se debe a una reducción en el contenido en volumen de aire de la paca. Por lo tanto, la reducción de volumen no sólo mejora la eficacia y el rendimiento del proceso de empacado, sino que también reduce el contenido en oxígeno en la paca, proporcionando así una mejora en las condiciones para la producción de ensilaje de alta calidad.

La película preestirada comprende polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), típicamente en un contenido en el intervalo de un 60-99,9 % en peso, preferentemente un 70-96 % en peso y más preferentemente un 90-96 % en peso. Además, típicamente la película también comprende polietileno de baja densidad (LDPE), preferentemente en un contenido en el intervalo de un 0,1-20 % en peso, y más preferentemente un 2,5-10 % en peso.

En modos de realización de la invención, la película preestirada puede comprender además un agente de pegajosidad. Típicamente, el contenido del agente de pegajosidad es suficiente para que la película se adhiera a sí misma. Por tanto, al adherirse a sí misma en las áreas de las capas superpuestas, la película no requiere que se aplique ningún otro medio para unirse al material comprimido alrededor del que está aplicada.

En modos de realización de la invención, la película preestirada puede tener un espesor en el intervalo de 5-40 micrómetros, típicamente 10-30 micrómetros y preferentemente 15-30 micrómetros.

Un método para producir una película de polietileno preestirada como se describe anteriormente, comprende producir una película de polietileno precursora, estirando dicha película precursora hasta una proporción de estirado de desde aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:4, para formar una película preestirada, y recoger dicha película preestirada. Típicamente, la película precursora se estira hasta una proporción de estirado de desde 1:2 a 1:3, por ejemplo aproximadamente 1:2,5.

En otro aspecto, la invención se refiere al uso de la película preestirada como se describe anteriormente para envolver una paca de material a granel comprimido, tal como una paca agrícola, en el que la película se aplica en contacto directo con el material a granel comprimido.

En otro aspecto, la invención se refiere a un método para envolver material a granel comprimido, que comprende las etapas de:

- (a) comprimir material a granel en una cámara para formar una paca de material a granel comprimido,
- (b) estirar adicionalmente la película preestirada como se describe anteriormente hasta una proporción de estirado

de desde 1:1,02 a 1:2,5 con relación a la longitud de la película preestirada,

(c) aplicar dicha película bajo tensión alrededor de dicha paca, en contacto directo con el material a granel comprimido, y

5

(d) envolver dicha película bajo tensión al menos 1,5 vueltas alrededor de dicha paca;

en el que sustancialmente no se produce expansión de la paca de material a granel comprimido cuando se retira la paca de la cámara.

10

Como se menciona anteriormente, el uso de una película en lugar de una red facilita el manejo de la paca por el usuario y el reciclaje de la envoltura protectora aplicada fuera de la película de reemplazo de red. Además, se reduce el riesgo de penetración de humedad y oxígeno en la paca. Puesto que la película preestirada experimenta sólo una estricción muy pequeña en la etapa (b), la película aún puede cubrir el material a granel comprimido hasta un grado satisfactorio. Al cubrir toda la anchura del material a granel comprimido, se puede reducir o evitar completamente la formación de bolsas de aire perjudiciales adyacentes a los bordes de la paca cuando se envuelve posteriormente. Por tanto, se mejora la resistencia a la perforación y se reduce el contenido en humedad y oxígeno en la paca.

15

20

Cuando se aplica sobre una paca redonda, en general la película de envoltura protectora se aplica de modo que se requieran varias capas de película para cubrir toda la paca. Como consecuencia, la humedad y el oxígeno pueden penetrar entre capas adyacentes de la película protectora. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, puesto que la película de reemplazo de red de la invención proporciona una segunda barrera, se reduce el número de capas de película de envoltura protectora requeridas para lograr una barrera suficiente para la humedad y el oxígeno. Por tanto, el uso de una película de reemplazo de red puede acortar el proceso de envoltura posterior y ahorrar película de envoltura protectora. Un proceso de envoltura con menos consumo de tiempo y/o de película es altamente deseable por motivos económicos.

25

30

Además, de forma importante, se ha descubierto que el método anterior puede reducir significativamente el volumen del material a granel comprimido, en comparación con el volumen de una paca envuelta con una red convencional. Al usar el método de acuerdo con la invención, la forma y el volumen de la paca formada por la empacadora se pueden retener sustancialmente, es decir, se puede prevenir cualquier expansión del material comprimido cuando se abre la empacadora. Se ha descubierto que el método de acuerdo con la invención permite prevenir la expansión de la paca de modo que una paca envuelta con la película de reemplazo de red tiene un volumen que se reduce hasta un 17 % en comparación con el volumen de una paca protegida con red convencional.

35

40

Debido al volumen reducido, se requiere una menor cantidad de película de envoltura protectora por paca, y se puede acortar el tiempo requerido para envolver cada paca. Por lo tanto, el método de empaquetado de acuerdo con la invención permite ahorrar tanto tiempo como material, incrementando así la eficacia y el rendimiento (número de pacas por rollo de película y unidad de tiempo) del proceso de empaquetado/envoltura.

45

Dicha reducción en el volumen se debe a una reducción en el contenido en volumen de aire de la paca. Por lo tanto, la reducción de volumen no sólo mejora la eficacia y el rendimiento del proceso de empaquetado, sino que también reduce el contenido en oxígeno en la paca, proporcionando así una mejora en las condiciones para la producción de ensilaje de alta calidad.

50

En modos de realización de la invención, la película permite una expansión de hasta un 1 % de la paca de material a granel comprimido cuando se retira la paca de la cámara, en comparación con el volumen teórico de la paca en la cámara.

En modos de realización de la invención, se puede lograr una compresión adicional del material a granel comprimido por la película, en comparación con las dimensiones teóricas de la cámara de empaquetado.

55

En el caso de una paca redonda, puesto que el número de capas de película de envoltura protectora, en general, es menor cerca de los bordes de las superficies laterales de una paca redonda que centralmente sobre las superficies laterales, una paca redonda convencional está menos protegida cerca de los bordes de sus superficies laterales. Sin embargo, en modos de realización de la presente invención, cuando la paca de material a granel comprimido es una paca redonda que tiene una superficie envolvente y dos superficies laterales, la película en la etapa (b) se puede aplicar sobre la superficie envolvente de la paca a lo largo de su circunferencia y de modo que la película se extienda sobre un borde de dicha superficie envolvente para cubrir parte de al menos una de las superficies laterales de la paca. De este modo, se refuerzan las superficies laterales de la paca redonda cerca de los bordes de la paca, proporcionando una mejora en la protección mecánica así como una mejora en la barrera para la humedad y el oxígeno.

60

65

En modos de realización de la invención, una capa individual de la película de reemplazo de red puede cubrir toda la anchura de la superficie envolvente.

Puesto que la empacadora típicamente está parada mientras se envuelve el material a granel en la cámara de empacado, el número de capas aplicadas alrededor de cada paca afecta al tiempo dedicado por paca producida. Por motivos de economía, es deseable reducir la cantidad de tiempo requerido para envolver cada paca. Por lo tanto, existe un incentivo para mantener el número de capas de película de reemplazo de red lo más bajo posible. Sin embargo, más capas de película de reemplazo de red pueden mejorar tanto la barrera protectora como la retención de la forma o la compresión lograda usando la película de reemplazo de red de la invención. Los presentes inventores han descubierto que la aplicación de 2-10 capas puede equilibrar de forma deseable los requisitos de calidad, rendimiento y eficacia en el proceso de empacado/envoltura. Dentro de este intervalo, la aplicación de menos capas puede incrementar la velocidad del proceso de empacado, mientras que la aplicación de más capas puede mejorar la protección de la paca y también mejorar la retención de la forma o compresión obtenida y por tanto reducir el número de capas de película de envoltura protectora requeridas en un proceso de envoltura posterior. Por tanto, el usuario puede elegir el número de capas de película de reemplazo de red dentro del intervalo de 2-10 para adaptarse mejor a sus necesidades y deseos. En general, se pueden preferir 3-5 capas de película de reemplazo de red. Además, el número de capas de película de envoltura protectora aplicadas fuera de la película de reemplazo de red se puede adaptar para proporcionar una protección óptima para la producción de ensilaje de alta calidad, o bien para incrementar la eficacia del proceso de empacado/envoltura, o para equilibrar estos dos como se desee.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración esquemática de un método para producir una película preestirada de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una paca redonda que ilustra la forma y las características a las que se hace referencia en la descripción de la presente invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una paca redonda envuelta con una película de reemplazo de red de acuerdo con la invención.

La figura 4 muestra una curva de tensión-deformación de una película polimérica usada convencionalmente como envoltorio de paca.

La figura 5 es un gráfico que ilustra la relación entre la deformación elástica y plástica tras el estiramiento de tiras de películas poliméricas.

La figura 6 muestra una curva de tensión-deformación de una película polimérica preestirada.

Descripción detallada de la invención

Los presentes inventores han descubierto sorprendentemente que una película de polietileno preestirada que tiene una proporción de estirado longitudinal de desde aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:4 y que tiene una capaz de elongación longitudinal restante de al menos un 170 %, que comprende un componente elástico, puede comprimir adicionalmente una paca agrícola cuando se aplica como una película de reemplazo de red.

Por "estiramiento" se quiere decir estiramiento de la película en el sentido longitudinal aplicando una fuerza de tracción. Típicamente, el estiramiento se logra pasando la película entre un par de rodillos, en el que un rodillo gira a una velocidad mayor que el otro.

Como se usa en el presente documento, el término "proporción de estirado" quiere decir la proporción de longitud de película total antes del estiramiento con respecto a la longitud de película total después del estiramiento. Por lo tanto, una proporción de estiramiento de 1:1,5 quiere decir que la película se ha estirado en un 50 % de su longitud antes de dicho estiramiento.

En general, cuando se estira una película polimérica (por ejemplo una película a base de polietileno tal como las usadas para la envoltura de productos agrícolas), la deformación puede ser elástica, es decir, reversible, y/o plástica, es decir, no reversible. Inicialmente, el estiramiento da como resultado una deformación completamente elástica, de modo que la película recupera su forma original cuando se libera la tensión de tracción. Sin embargo, a un determinado grado de estiramiento (fuerza de tracción aplicada), la deformación se vuelve parcialmente plástica, lo que quiere decir que el material polimérico no puede volver a retener completamente su forma original, debido a dislocaciones en la estructura polimérica. Por lo tanto, la película se estira de forma parcialmente irreversible. Esta propiedad no elástica se utiliza para reducir permanentemente el espesor de películas fundidas o sopladadas. El nivel de estirado al que una película polimérica comienza a sufrir una deformación plástica se denomina "límite elástico" o "límite de elasticidad" (en una de tensión-deformación) y es dependiente del material.

Un ejemplo de una curva de tensión-deformación se muestra en la figura 4. Esta curva muestra la relación de tensión-deformación para una película polimérica de 25 μm de espesor compuesta principalmente de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) y con cantidades menores de polietileno de baja densidad (LDPE), que representan un

envoltorio de paca estándar usado para envolver de forma protectora las pacas agrícolas, que no se ha sometido a estiramiento previo. Como se puede observar, a una tensión de tracción ligeramente superior a 10 MPa, que corresponde a una elongación de aproximadamente un 10 %, la curva comienza a aplanarse, lo que representa el límite de elasticidad.

5 También por encima del límite de elasticidad, la deformación del material de película todavía es parcialmente elástica. Por tanto, la deformación que se produce por encima del límite de elasticidad tiene un componente elástico y un componente plástico. Sin embargo, cuanto más se estira un material polimérico, menor es el componente elástico, y cuanto más se estira una película polimérica por encima del límite de elasticidad, más dura se vuelve.
10 Finalmente, si continúa el estiramiento, la película se rompe, como se puede observar en la figura 4 a una tensión de tracción de aproximadamente 32 MPa (elongación de aproximadamente un 530 %).

15 La figura 5 ilustra la relación entre deformación elástica y plástica tras el estiramiento de tiras de películas de composición similar a la de la figura 4. Se realizó la prueba sobre tiras de plástico del mismo material de película que en la figura 4, que tienen una anchura de 15 mm. Se estiró cada tira hasta una cierta tensión de tracción y se midió la elongación entre dos puntos predeterminados sobre la tira. A continuación, se liberó la tensión, lo que permitió que la tira se relajase, y se midió de nuevo la elongación entre las marcas predeterminadas, representando la diferencia entre la primera medida y la segunda medida la deformación elástica. Como se puede observar en la figura 5, a niveles de estirado bajos, la deformación es casi totalmente elástica. A un nivel de estirado de un 100 %, el componente elástico representa más de un 75 % y el componente plástico representa menos de un 25 %. Sin embargo, a un estiramiento de un 300 %, la deformación elástica y plástica son responsables en un 50 % cada una de la deformación. A un estiramiento de aproximadamente un 550 %, justo antes de que la película se rompa, el componente elástico es sólo un 30 % de la deformación total.

25 Como se usa en el presente documento, "preestirado" quiere decir que la película se ha estirado al menos una vez durante su producción, y por tanto, ya se estira antes de ponerse en uso, por ejemplo, en una empacadora o envolvente (donde se estira adicionalmente). Una película preestirada se comporta de forma diferente cuando se somete a un estiramiento adicional en comparación con una película no preestirada. La figura 6 muestra la curva de tensión-deformación de una película polimérica de la misma composición que la película de la figura 4, pero que se preestiró, reduciendo de este modo el espesor hasta aproximadamente 19 micrómetros. Para todos los fines prácticos, el límite de elasticidad de esta película preestirada es ligeramente superior a 20 MPa.

35 Como se ha mencionado anteriormente, la película divulgada en el documento WO 2008/155129 se produce por estirando la película en sentido longitudinal hasta al menos un 60 % de su elongación de rotura, de modo que a la película sólo le queda una capacidad de elongación de un máximo de 180 %. Por lo tanto, la película preestirada del documento WO 2008/155129 tiene una elasticidad baja y una rigidez muy grande en sentido longitudinal. Cuando una película de este tipo se estira adicionalmente, por ejemplo, antes de su aplicación alrededor de una paca, la película se vuelve aún más dura y es muy susceptible de daño mecánico. Si la película se perfora o se rompe, la rotura puede extenderse rápidamente sobre toda la anchura de la película, incrementando el riesgo de exposición del contenido de la paca a la humedad y el oxígeno. Además, si una película de reemplazo de red se rasga seriamente, podría afectar a la forma de la paca o incluso dar lugar al colapso de la paca.

45 Como se describe anteriormente, el fin de la red convencional aplicada alrededor de la paca después de la compresión, así como el de las películas de reemplazo de red conocidas, es retener la forma comprimida de la paca todo lo posible, permitiendo típicamente un grado de expansión pequeño (por ejemplo, de un 5 %). La película de la presente invención, sin embargo, se puede estirar adicionalmente antes de aplicarse sobre la paca, dando como resultado de este estiramiento una deformación elástica y plástica, y cuando posteriormente se envuelve fuerte alrededor de la paca, la película ejerce fuerza(s) sobre la paca para prevenir al menos sustancialmente cualquier expansión de la paca. De este modo, se ha descubierto que el volumen total de la paca se reduce hasta un 17 %, y el contenido en volumen de aire se reduce en un 10-34 %, en comparación con el volumen total y el contenido de aire, respectivamente, de una paca protegida con red convencional.

55 Una película polimérica que sólo ha sufrido un poco estiramiento todavía puede tener una capacidad relativamente grande de deformación elástica tras un estiramiento adicional, mientras que a una película que se ha estirado hasta un alto grado le puede quedar sólo poca capacidad de deformación elástica, es decir, cualquier deformación restante será sustancialmente plástica. Por tanto, no todas las películas poliméricas tienen la misma capacidad de deformación elástica, puesto que esta propiedad es dependiente del grado de estiramiento previo al que se haya sometido la película. Por ejemplo, la película preestirada del documento WO 2008/155129 tiene un nivel de preestiramiento alto, lo que deja sólo poca capacidad de deformación elástica adicional.

60 Además, una película de polietileno que se ha sometido a un alto grado de estiramiento es dura y susceptible de daño mecánico (perforación, división). Si la película del documento WO 2008/155129, por ejemplo, se estira sólo un poco demasiado en la empacadora puede romper, lo que requiere una reaplicación o cambio del rollo de película lo que consume tiempo y por tanto es altamente no deseable.

65

Por otra parte, una película de polietileno que se ha sometido a un bajo grado de estiramiento (o a ningún estiramiento previo) después de un estiramiento adicional puede experimentar estricción, lo que quiere decir que se reduce la anchura de la película a medida que se estira la película.

5 Como se usa en el presente documento, la expresión "capacidad de elongación" quiere decir la capacidad de una película de elongarse por estiramiento sin romperse ni fracturarse. Una película que se puede estirar en un 200 % adicional de su longitud, en consecuencia, tiene una capacidad de elongación de al menos un 200 %.

10 Como se usa en el presente documento, la expresión "capacidad de elongación que comprende un componente elástico" quiere decir que tras un posterior estiramiento, parte de la elongación resultante es una deformación elástica. Por lo tanto, cuando la película preestirada de acuerdo con la invención se estira posteriormente, parte de la elongación resultante es reversible. Como resultado, cuando la película se relaja, envuelta fuertemente alrededor de la paca, a medida que vuelve a su longitud preestirada original, la película puede ejercer una fuerza de compresión sobre la paca.

15 La película de acuerdo con la presente invención tiene un grado de preestiramiento que permite un estiramiento adicional de hasta un 100 % de la longitud preestirada, o incluso de hasta un 115 % o incluso un 130 %, mientras que retiene un componente elástico dentro de este intervalo. Esto se logra por una película preestirada que tiene una proporción de estirado longitudinal de desde aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:4, y que tiene, como resultado de este nivel de estirado, una capacidad de elongación longitudinal restante de al menos un 190 %, en la que dicha capacidad de elongación comprende un componente elástico, es decir, es parcialmente reversible.

20 Como se usa en el presente documento, la expresión "primera capa de contacto" quiere decir que la película se aplica en contacto directo con el material a granel comprimido y que no se aplica ninguna otra película ni capa entre el material a granel comprimido y la película preestirada de acuerdo con la invención.

25 Como se usa en el presente documento, la expresión "sustancialmente sin expansión del material a granel comprimido" quiere decir que el volumen de la paca envuelta, comprimida de un material a granel no es sustancialmente mayor que el volumen teórico de una paca en la cámara de empaclado. Además, "sustancialmente" usado en este contexto quiere decir una desviación (es decir, incremento) de hasta un 1 %, por ejemplo un 0,8 % o menos, del volumen teórico de la paca. Por el contrario, se ha descubierto que una paca protegida con red convencional se expande hasta un 5-6 % en volumen después de dejar la cámara de empaclado, en comparación con el volumen teórico de la paca en la cámara de empaclado.

30 La película preestirada de la presente invención se puede producir por extrusión de película soplada para formar una película precursora que se estire en línea o fuera de línea para formar una película preestirada. De forma alternativa, la película precursora se puede producir por extrusión de película fundida.

35 La figura 1 ilustra un método de producción de la película preestirada de acuerdo con la invención. Se produce una película mono- o coextruida por soplado que se hace avanzar a través de rodillos de prensado primarios 1 a. Los rodillos de prensado prensan seguido la película soplada. Desde los rodillos de prensado primarios se hace pasar la película tubular plástica 2 por medio de rodillos de guía a la unidad de estirado 3, donde se realiza el estiramiento entre dos rodillos, un primer rodillo estirador 4 y un segundo rodillo estirador 5, que tiene diferentes velocidades. Después de que se estire en la unidad de estirado 3, la película tubular se hace pasar a una estación de división 6 donde se pueden cortar los bordes de la película 2 para proporcionar dos láminas individuales de película. A continuación, se hace pasar la película 2 a los rodillos de prensado secundarios 7 donde se pueden separar las láminas individuales de película 8. Cada lámina de película 8 puede pasar opcionalmente a través de una segunda estación de división (no mostrada) donde la lámina se puede dividir longitudinalmente en dos o más secciones paralelas. Finalmente, las láminas de película, o secciones de láminas de película, se enrollan sobre las bobinadoras 9. En modos de realización de la invención donde los bordes de la película tubular no se cortan en la estación de división 6, típicamente la película tubular se enrolla sobre una de las bobinadoras 9.

40 La película preestirada de acuerdo con la invención tiene una proporción de estirado en el intervalo de 1:2 a 1:4, lo que quiere decir que la película se estira, típicamente en la unidad de estirado 3, de aproximadamente un 100 % a aproximadamente un 300 % de su longitud original antes del estiramiento (esto es, la película preestirada tiene una longitud total después del estiramiento que es de un 200 % a un 400 % en comparación con su longitud original). Por ejemplo, la película preestirada puede tener una proporción de estirado de aproximadamente 1:2,5.

45 Para lograr las proporciones de estirado anteriores, la película se puede estirar y posteriormente relajar. Por ejemplo, la película precursora se puede estirar un 180 % de su longitud y a continuación, relajar parcialmente para proporcionar una película preestirada que tiene una proporción de estirado de 1:2,5 (estirada un 150 %). Por tanto, como se usa en el presente documento, la proporción de estirado de la película preestirada se refiere a la proporción de estirado de la película resultante, opcionalmente relajada, y no necesariamente al grado máximo de estiramiento experimentado por la película. Típicamente, el estiramiento se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 50 60 65 20 °C a 70 °C.

La película preestirada tiene una capacidad de elongación restante, con relación a su longitud preestirada, de al menos un 190 %. Por lo tanto, la película preestirada se puede estirar adicionalmente al menos un 190 % de su longitud preestirada. La capacidad de elongación restante es dependiente del material de película y la proporción de estirado de la película preestirada. Típicamente, para una película de acuerdo con la invención, la capacidad de elongación incluye un componente tanto elástico como plástico (irreversible). Por tanto, tras el estiramiento y la relajación adicionales de la película preestirada, parte de la elongación lograda durante el estiramiento adicional se revierte durante la relajación y por tanto la película obtiene una longitud final en el intervalo entre la primera longitud preestirada y la longitud máxima durante la etapa de estiramiento adicional.

10 Típicamente, la película preestirada tiene un espesor en el intervalo de 5-40 micrómetros, tal como 10-30 micrómetros. En modos de realización preferentes de la invención, la película preestirada puede tener un espesor en el intervalo de 15-30 micrómetros. Usando un espesor en este intervalo, se puede lograr el efecto de compresión sobre la paca usando sólo unas pocas capas de la película preestirada.

15 La composición de la película preestirada comprende al menos un polietileno, típicamente polietileno de baja densidad lineal (LLDPE). En modos de realización de la invención, la película puede comprender LLDPE y también polietileno de baja densidad (LDPE). Ambos de estos polímeros son bien conocidos para los expertos en la técnica. Típicamente, el contenido en LDPE da un estiramiento más uniforme y también proporciona propiedades adhesivas. De acuerdo con la presente invención, el contenido de LLDPE puede estar en el intervalo de un 60-99,9 % en peso, preferentemente un 70-96 % en peso, más preferentemente un 90-96 % y el contenido de LDPE puede estar en el intervalo de un 0,1-20 % en peso, preferentemente un 2,5-10 % en peso.

25 La película preestirada puede comprender además un agente de pegajosidad. El agente de pegajosidad proporciona propiedades de adhesión a la película de modo que la película se adhiera a sí misma, por ejemplo, cuando se aplica como varias capas alrededor de un objeto. Por tanto, la película preestirada se puede asegurar cuando se aplica más de una vuelta completa alrededor de un objeto tal como una paca de material a granel comprimido, incluso si la película no se adhiere particularmente al objeto en sí. El agente de pegajosidad se puede fijar sobre la superficie de la película o migrar en la película.

30 Los ejemplos de agente de pegajosidad incluyen poliisobuteno (PIB), copolímeros de etileno y alcohol vinílico (EVA), polietileno de baja densidad muy lineal (VLLDPE), polietileno de baja densidad ultra lineal (ULLDPE), y combinaciones de los mismos. En general, el contenido del agente de pegajosidad puede estar en el intervalo de un 0,1-10 % en peso, y puede depender del tipo de agentes de pegajosidad usados. Por ejemplo, si sólo se usa PIB como agente de pegajosidad, el contenido en PIB puede estar en el intervalo de un 2-10 % y típicamente un 4-7 % en peso. Como otro ejemplo, al combinar PIB y EVA como agentes de pegajosidad, el contenido en alcohol vinílico puede estar en el intervalo de un 0,1-6 % y típicamente de un 0,5-4 % en peso, y el contenido en PIB puede estar en el intervalo de un 0,1-6 %, preferentemente de un 1-4 % en peso. Preferentemente, el contenido de agente de pegajosidad en la película preestirada es lo suficientemente alto para proporcionar propiedades de pegajosidad de modo que la película se adhiera a sí misma en condiciones de exterior normales.

40 La película preestirada puede comprender además aditivos convencionales tales como pigmentos y/o estabilizante de UV.

45 La película preestirada de acuerdo con la invención se puede usar como una primera capa de contacto para envolver material a granel comprimido.

La figura 2 ilustra una paca redonda agrícola típica, por ejemplo, para la producción de ensilaje. La paca 200, que se ha comprimido en la cámara de empacado de la empacadora (no mostrado), tiene una forma generalmente cilíndrica que comprende una superficie envolvente 201 y dos superficies laterales 202.

50 Cuando se usa en el proceso de empacado, típicamente, la película preestirada de acuerdo con la invención se proporciona en forma de un rollo de película montado en la empacadora usada para el empacado, y se dispensa desde el rollo por medio de medios de dispensación de película hasta una segunda unidad de estirado también provista en la empacadora. En la segunda unidad de estirado, la película se somete a un segundo estiramiento, efectuado en una o más etapas de estiramiento. En la segunda unidad de estirado, la película preestirada se puede estirar longitudinalmente en un 2-150 % con relación a su longitud preestirada, correspondiente a una proporción de estirado de desde 1:1,02 a 1:2,5. Después del segundo estiramiento, se aplica la película bajo tensión sobre la paca, aún dentro de la cámara de empacado. Las empacadoras provistas de medios para mantener un rollo de película, medios de dispensación de película y una unidad de estirado son conocidas en la técnica y se pueden emplear en un método de acuerdo con la presente invención.

65 El método de empacado descrito en el presente documento puede reducir el volumen de la paca de material comprimido hasta en un 17 % en comparación con el volumen de una paca envuelta con una red convencional. Incluso es posible que la película de reemplazo de red pueda lograr una compresión adicional de la paca en comparación con sus dimensiones antes de su envoltura; sin embargo, una compresión de este tipo es difícil de determinar puesto que se desconocen las dimensiones reales exactas de la paca comprimida en la cámara de

empacado y por tanto, se usan las dimensiones internas de la cámara para calcular un volumen de paca teórico.

Durante el segundo estiramiento, sólo se produce una pequeña estricción de la película. Típicamente, la película se constriñe desde un 5 a un 20 % de su anchura, por ejemplo de un 7 a un 11 %.

5 Se puede aplicar la película al menos aproximadamente 1,5 vueltas alrededor de la paca, es decir que se cubre al menos aproximadamente la mitad de la superficie envolvente de la paca por dos capas de la película y se cubre la parte restante de la superficie envolvente de la paca por una única capa de la película. Al aplicar la película con al menos la mitad de una vuelta de superposición entre capas de película, una película que comprende un agente de pegajosidad como se describe anteriormente se adhiere de forma suficientemente firme a sí misma para ejercer la(s) fuerza(s) necesaria(s) sobre la paca. La presente película también se puede aplicar más de 1,5 vueltas alrededor de la paca, por ejemplo, la película se puede aplicar para proporcionar de 2 a 10 capas de película medidas centralmente sobre la superficie envolvente de la paca. Típicamente, de 3 a 5 capas de película se aplican alrededor de la paca.

15 Si la película no contiene un agente de pegajosidad, se debe unir la película por otros medios cuando se aplica sobre la paca. Los ejemplos de dichos medios incluyen tiras de cinta y adhesivo, que se pueden aplicar sobre la película, por ejemplo, en el área de capas superpuestas, para que la posterior capa de película se adhiera a la capa de película anterior.

20 Típicamente, la presente película se aplica sobre la paca como una primera capa de contacto, esto es, la primera capa de película se aplica directamente sobre el material a granel. Típicamente, no se aplica ninguna red alrededor de la paca antes de aplicar la presente película. Por lo tanto, la presente película se puede usar para reemplazar la red, evitando así muchos inconvenientes de los métodos de empacado convencionales, mientras que también se ofrece la nueva ventaja de reducción del volumen de la paca.

25 Cuando se ha aplicado el número deseado de capas de película, la película se corta y, en caso necesario, se une a la capa posterior y a continuación, la paca envuelta se expulsa desde la cámara de empacado.

30 La figura 3 ilustra la paca redonda de la figura 2 envuelta con la película de acuerdo con la invención. Como se puede observar en esta figura, la película se ha aplicado de modo que parte de la película se extiende sobre los bordes 303, 303' de la paca. Al aplicar la película sobre los bordes de la paca se reduce el riesgo de perforación y se evita la formación de bolsas de aire bajo la envoltura.

35 Debido al pequeño grado de estricción, la película puede ser más ancha que la anchura de la paca (longitud de la superficie envolvente) aún después del segundo estiramiento, de modo que cuando se aplica sobre la paca, la película se puede extender simultáneamente sobre ambos bordes 303, 303' y por tanto por una única capa de película se cubre parte de las áreas laterales 302, 302' de la paca.

40 Por lo tanto, en modos de realización de la invención, la película puede ser lo suficientemente ancha cuando se aplica sobre la paca para que se cubra por una única capa toda la anchura de la paca (longitud de la superficie envolvente 201), y preferentemente de modo que también se extienda sobre ambos bordes de la paca. Por lo tanto, se puede lograr una cobertura máxima de la paca, y por tanto, una fuerza de compresión máxima por la película, usando el menor número de capas de película.

45 En modos de realización alternativos, la película puede tener una anchura que es igual a o incluso menor que la longitud de la superficie envolvente de la paca.

50 En modos de realización de la invención, la película, que opcionalmente puede ser más ancha que la anchura de la paca después del segundo estiramiento, se puede desplazar con relación a la paca en sentido transversal a la dirección de alimentación de la película (es decir, desplazarse lateralmente a lo largo de la anchura de la paca) de modo que una primera capa de película se extiende sobre el borde 303 (pero no el 303') y cubre parte de la superficie lateral 302 (pero no la superficie lateral 302') mientras que una capa posterior en cambio se extiende sobre el borde 303' y cubre parte de la superficie lateral 302'.

55 En modos de realización alternativos de la invención, cuando la película tiene una anchura que es igual a o incluso menor que la longitud de la superficie envolvente de la paca 201, puede envolver ventajosamente la paca usando dos rollos de la película de la invención, aplicando la película desde el primer rollo de modo que cubra parte de la superficie envolvente y se extienda sobre el borde 303 y cubra parte de la superficie lateral 302, y posterior o simultáneamente aplicando la película desde el otro rollo de modo que cubra la parte de la superficie envolvente no cubierta por la película del primer rollo y superponga parcialmente la primera película, y se extienda sobre el borde 303' de la paca y cubra parte de la superficie lateral 302'.

65 La paca redonda envuelta con la película de reemplazo de red de la invención se puede envolver posteriormente con una película protectora convencional como se describe anteriormente.

Ejemplos

Se produjeron tres películas de acuerdo con diferentes modos de realización de la invención como se describe a continuación. Se usó una de estas películas para una prueba de empacado comparativa.

5

Película 1

Se produjo una película de reemplazo de red mono-extrudida (película 1) de acuerdo con la invención por extrusión de película por soplado y se preestiró hasta una proporción de estirado de 1:2,5 (preestirada un 150 % de su longitud original). La película preestirada tenía una anchura de 1600 mm y un espesor de 20 μm . La película contenía LLDPE/LDPE en una proporción de 94:6, poliisobuteno (PIB) en un contenido de un 6 % en peso y un estabilizante de UV convencional en un contenido de 2000 ppm en peso. La película 1 tenía una capacidad de elongación restante de un 222 %.

15 Película 2

Se produjo una película de reemplazo de red (película 2), que tenía la misma composición que la película 1, de manera idéntica a la de la película 1 excepto que se preestiró la película 2 en una proporción de 1:2 (estiramiento del 100 %). La película 2 tenía una capacidad de elongación restante de un 291 %.

20

Película 3

Se produjo una película de reemplazo de red de tres capas co-extrudida (película 3) de acuerdo con la invención por extrusión de película por soplado y se preestiró a una proporción de estirado de 1:2,5 (preestirada un 150 % de su longitud original). La película tenía una anchura de 1600 mm y un espesor de 20 μm . La primera capa consistía en EVA y aditivos (véase a continuación). El contenido total en alcohol vinílico era de un 1,7 % en peso, en base al peso de película total. La segunda capa era una mezcla de LLDPE/LDPE como se describe en el presente documento y la tercera capa también era una mezcla de LLDPE/LDPE como se describe en el presente documento. La proporción total de LLDPE:LDPE en la película de 3 capas era de 97:3. La segunda capa contenía adicionalmente pigmento blanco (TiO_2) en un contenido total de un 2,3 % en peso, en base al peso de película total. Las diversas capas también contenían PIB y estabilizante de UV en un contenido total de un 8,9 % en peso de PIB y 2900 ppm en peso de estabilizante de UV, en base al peso de película total. La película 3 tenía una capacidad de elongación restante de un 232 %.

35 Prueba de empacado

Se usó la película 1 (véase anteriormente), que tenía una anchura de 1600 mm, como una película de reemplazo de red y se comparó en un proceso de empacado con una red de borde a borde convencional que tenía una anchura de 1230 mm.

40

Se produjeron doce pacas redondas de pasto por una empacadora redonda. Se aplicó la película de reemplazo de red de acuerdo con la invención y la red convencional cada una en seis pacas. Se estiró la película de reemplazo de red de acuerdo con la invención en la empacadora en una proporción de estirado de aproximadamente 1:2 (estiramiento adicional aproximadamente del 100 %) antes de aplicarse 7 vueltas (capas) alrededor de la paca. La película de reemplazo de red experimentó una estricción de un 15 %. Posteriormente, se envolvieron las doce pacas con 6 capas de película de envoltura de paca convencional y se midieron para el cálculo del volumen de paca.

45

Cálculo de volúmenes de paca

50 Las pacas se trataron geoméricamente como cilindros. Se midió centralmente la circunferencia de cada paca sometida a prueba sobre la superficie envolvente, y se calcularon los valores medios para las pacas con red o película de reemplazo de red, respectivamente, ajustando la anchura de las pacas (es decir, altura del cilindro) a 1 m.

55 El diámetro interno de la cámara de empacado era de 1,25 m, lo que da una circunferencia interna de 3,93 m y por tanto, asumiendo una anchura (altura del cilindro) de 1 m, un volumen de paca teórico de 1,23 m^3 .

Los resultados se presentan en la tabla 1.

60 Tabla 1

	Circunferencia (media, n=6)	Volumen (calculado)
Pacas con red (referencia)	4,05 m	1,31 m^3
Pacas con película de reemplazo de red	3,9 m	1,21 m^3

Como se puede deducir de los datos presentados en la tabla 1, las pacas envueltas con la película de reemplazo de red de acuerdo con la presente invención tenían un volumen promedio que era un 7,8 % más pequeño que el volumen promedio de las pacas envueltas con red convencional.

- 5 Además, se compararon las dimensiones individuales de la paca protegida con red más grande y de la paca más pequeña envuelta con película de reemplazo de red de acuerdo con la invención. Los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

	Circunferencia	Volumen (calc.)
Paca más grande con red (referencia)	4,15 m	1,37 m ³
Paca más pequeña con película de reemplazo de red	3,84 m	1,17 m ³
Diferencia	0,31 m	0,20 m ³

- 10 Como se puede observar en la tabla 2, la comparación de los extremos reveló que la diferencia en el volumen entre pacas individuales era de hasta 0,20 m³, lo que quiere decir una diferencia en el volumen de un 17 %. Además, el volumen de la paca más pequeña envuelta con la película de reemplazo de red de acuerdo con un modo de realización de la invención era de 0,06 m³ menor que el volumen teórico de la paca en la empacadora (véase anteriormente), correspondiente a una diferencia (reducción) de un 5 %. Por lo tanto, se obtuvo una compresión adicional de la paca en comparación con el volumen teórico de la paca en la cámara de empacado.

Cálculo del contenido en volumen de aire

- 20 Se calculó el contenido en aire de cada paca. Para los cálculos, se usaron los siguientes datos de entrada:

Peso de paca: 700 kg (asumido)

Contenido seco la paca comprimida: 50 % (asumido)

- 25 Densidad de materia seca de pasto comprimido: 1450 kg/m³

Densidad de agua: 1000 kg/m³

- 30 De lo anterior se deduce que:

- volumen de contenido en materia seca por paca (350 kg) = 0,24 m³

- volumen de contenido en agua por paca (350 kg) = 0,35 m³

- 35 Los resultados (media y mayor diferencia) se presentan en las tablas 3 y 4, respectivamente.

Tabla 3

	Volumen total (véase la tabla 1)	Volumen de contenido en aire (calc.)
Pacas con red (referencia) (media, n=6)	1,31 m ³	0,71 m ³
Pacas con película de reemplazo de red (media, n=6)	1,21 m ³	0,62 m ³
Diferencia		0,09 m ³ (15 %)

- 40 Tabla 4

	Volumen total (véase la tabla 1)	Volumen de contenido en aire
Paca más grande con red (referencia)	1,37 m ³	0,78 m ³
Paca con película de reemplazo de red más pequeña	1,17 m ³	0,58 m ³
Diferencia		0,20 m ³ (34 %)

Como se puede observar en las tablas 3 y 4, las pacas envueltas con la película de reemplazo de red de acuerdo con la invención tenían un contenido en aire sorprendentemente menor en comparación con las pacas envueltas con red convencional. En consecuencia, las pacas envueltas con la película de reemplazo de red están menos

expuestas al oxígeno presente dentro de la paca, independientemente de cómo esté protegida la paca sobre su exterior.

5 La película preestirada de la presente invención, aunque a veces se denomina como película de reemplazo de red, no está limitada al uso para ensilaje envolvente, como se aprecia fácilmente por un experto en la técnica. De hecho, cualquier ventaja y efecto obtenidos usando la película descrita en el presente documento pueden ser beneficiosos cuando se usa la película para envolver cualquier tipo de material a granel comprimido, agrícola o de otro tipo. Por ejemplo, se puede usar la película preestirada de la invención para envolver heno, pulpa de remolacha azucarera prensada, varios cultivos tales como maíz o grano, material de desecho, o material para la recuperación de energía.

10 Por tanto, el experto en la técnica se da cuenta de que la presente invención de ninguna manera está limitada a los modos de realización preferentes descritos anteriormente. Por el contrario, son posibles muchas modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una película de polietileno preestirada que comprende polietileno de baja densidad lineal, teniendo dicha película preestirada una proporción de estirado longitudinal de desde aproximadamente 1:2 a aproximadamente 1:4 y teniendo una capacidad de elongación longitudinal de al menos un 190 %, comprendiendo dicha capacidad de elongación un componente elástico.
- 10 2. Una película preestirada de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene una proporción de estirado de aproximadamente 1:2,5.
3. Una película preestirada de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la película comprende además polietileno de baja densidad (LDPE).
- 15 4. Una película preestirada de acuerdo con la reivindicación 3, que tiene un contenido de LLDPE en el intervalo de un 60-99,9 % en peso y un contenido de LDPE en el intervalo de un 0,1-20 % en peso.
- 20 5. Una película preestirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un agente de pegajosidad.
6. Una película preestirada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que tiene un espesor en el intervalo de 5 a 40 micrómetros.
- 25 7. Uso de de una película de polietileno preestirada como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, para envolver una paca de material a granel comprimido, en el que se aplica la película en contacto directo con el material a granel comprimido.
- 30 8. Un método para envolver material a granel comprimido, que comprende las etapas de
- (a) comprimir material a granel en una cámara para formar una paca de material a granel comprimido,
- (b) estirar adicionalmente una película de polietileno preestirada como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 hasta una proporción de estirado de desde 1:1,02 a 1:2,5 con relación a la longitud de la película preestirada,
- 35 (c) aplicar dicha película bajo tensión alrededor de dicha paca, en contacto directo con el material a granel comprimido, y
- (d) envolver dicha película bajo tensión al menos 1,5 vueltas alrededor de dicha paca;
- 40 en el que sustancialmente no se produce expansión de la paca de material a granel comprimido cuando se retira la paca de la cámara.
- 45 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se logra una compresión adicional del material a granel comprimido por dicha película.
- 50 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que dicho material a granel comprimido es una paca redonda (200, 300) que tiene una superficie envolvente (201, 301) y dos superficies laterales (202, 202', 302, 302'), y se aplica la película en la etapa (b) sobre la superficie envolvente a lo largo de su circunferencia, y de modo que la película se extiende sobre un borde de dicha superficie envolvente para que cubra parte de al menos una de dichas superficies laterales.
- 55 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que una única capa de la película cubre toda la anchura de la superficie envolvente.
12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que se aplican 2-10 capas de dicha película preestirada alrededor de la paca de material a granel comprimido, medida centralmente sobre una superficie envolvente de la paca de material a granel comprimido.

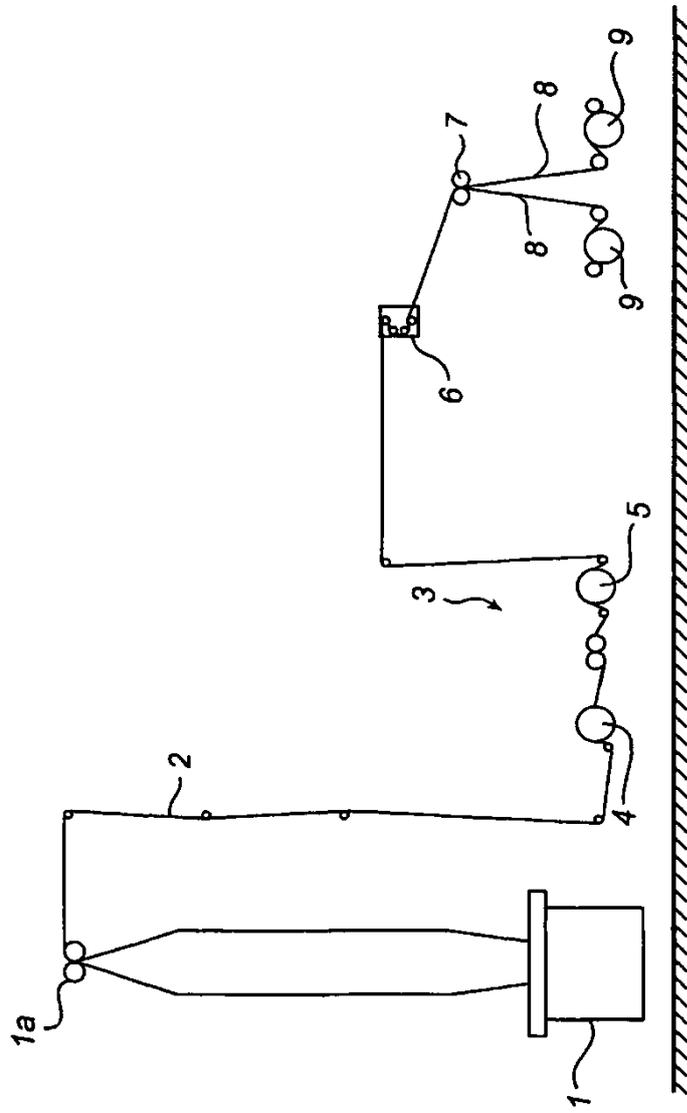


Fig. 1

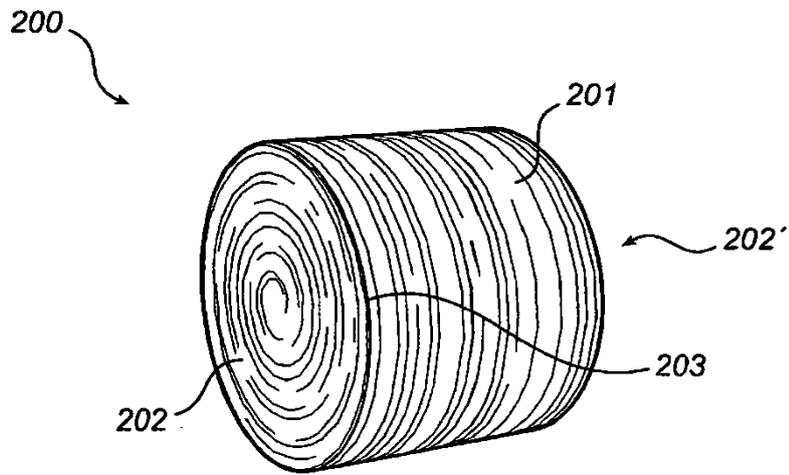


Fig. 2

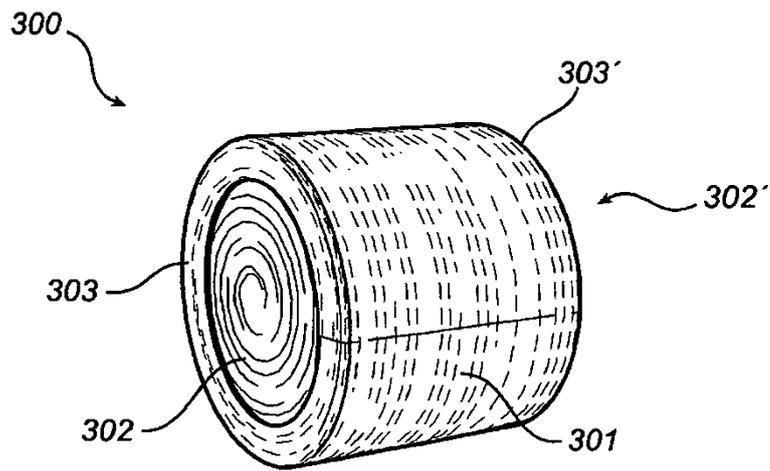


Fig. 3

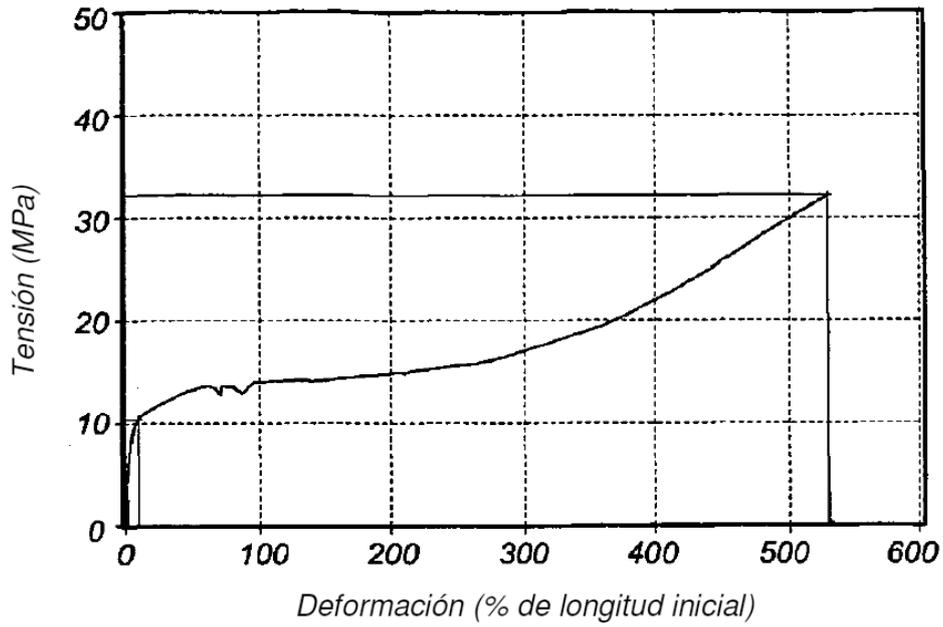


Fig. 4

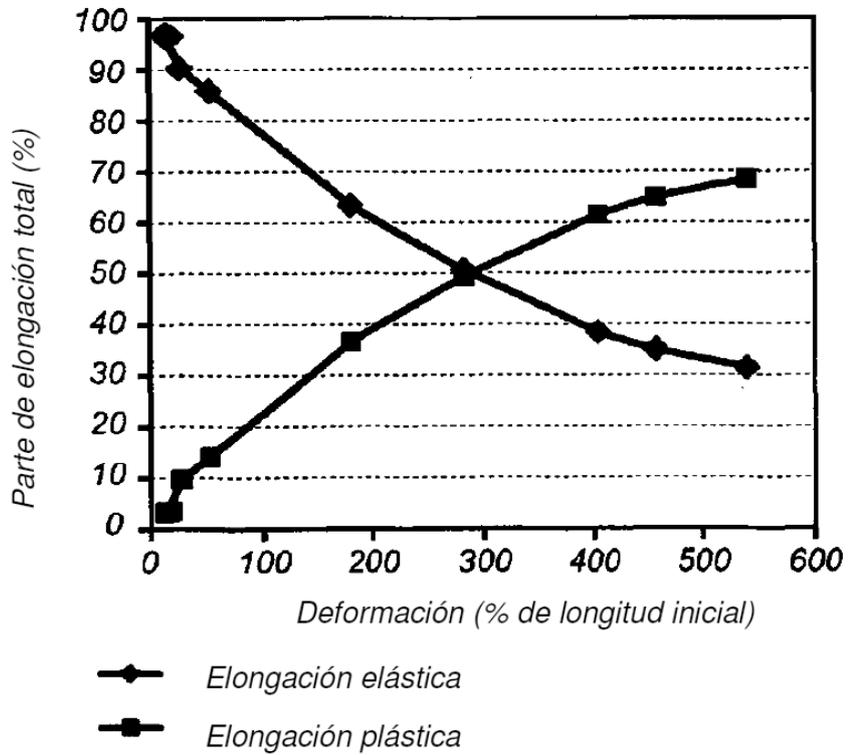


Fig. 5

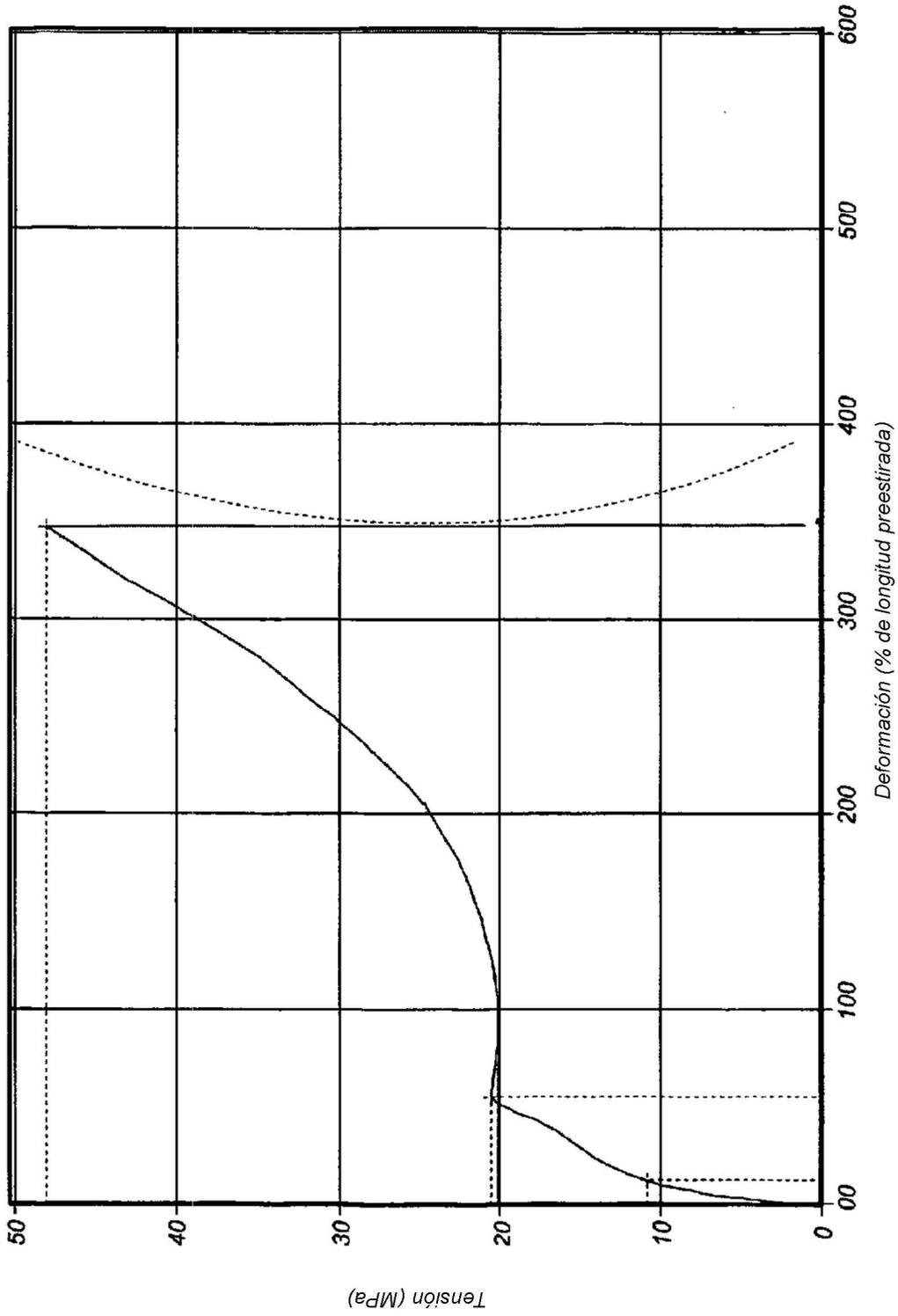


Fig. 6