

## PELÍCULAS MULTICAPA Y ARTÍCULOS QUE COMPRENDEN

### PELÍCULAS MULTICAPA

#### CAMPO

5

Esta descripción se relaciona con películas multicapa y con artículos que comprenden películas multicapa.

10

#### INTRODUCCIÓN

Los envases de líquidos flexibles de bolsa en caja (“envases BIB”) en todos los formatos (p. ej., recipientes a granel intermedios (IBC), tanques flexibles) se usan para contener una variedad de líquidos. Estas bolsas pueden contener típicamente de 0,5 galones a 6000 galones de líquido, tales como alimentos (p. ej., jugos y otras bebidas, salsas, condimentos, etc.) y líquidos industriales. A medida que aumenta el interés en los envases BIB, se prestará más atención al rendimiento de tales envases en una variedad de condiciones, que varían desde el llenado hasta la manipulación, el transporte y el almacenamiento. Las estructuras de película para los envases BIB generalmente varían de películas monocapa a multicapa que consisten en polietileno y otros materiales (p. ej., poliamida,

15

20

25

alcohol etilenvinílico, tereftalato de polietileno metalizado) según el producto que se vaya a envasar y/o el rendimiento que se requiera.

Para bolsas de gran formato (p. ej., 250 galones o más), los defectos en la bolsa típicamente se producen durante el transporte. Por ejemplo, los agujeros pequeños se originan típicamente en regiones de alta tensión (p. ej., cerca de la línea de agua o líquido) donde se observa la flexión más intensa de la película. La fuga a través de estos agujeros pequeños típicamente da como resultado la pérdida de material, rechazo de carga y/o limpiezas costosas. Existen varios enfoques para reducir el riesgo causado por los agujeros pequeños. Estos incluyen el uso de múltiples capas para una sola bolsa, e incluso el uso de sistemas de estiba, que pueden agregar un costo significativo en términos de material y mano de obra.

Muchas aplicaciones requieren un cierto nivel de rendimiento de agrietamiento por flexión, típicamente medido mediante la resistencia al agrietamiento por flexión Gelbo. Para algunas de las aplicaciones más exigentes, se desea una resistencia al agrietamiento por flexión Gelbo de dos o menos agujeros pequeños en 20.000 ciclos. Para lograr tal rendimiento, algunos convertidores de películas han estado explorando el uso de estructuras de películas complejas que consisten en materiales multicomponentes. Las

estructuras multicomponentes tienen, generalmente, mayores costos de materia prima que todas las estructuras de poliolefina. Además de los costos, no todos los convertidores de películas están equipados para procesar una variedad de materiales ya que algunos materiales requieren equipos de extrusión especiales que pueden tener necesidades especiales de mantenimiento. Además, puede haber pérdidas de producto debido a que una estructura de película esté fuera de especificación ya que las líneas de fabricación se purgan cuando se pasa de una estructura de película a otra.

Además, las estructuras multicapa que incorporan una variedad de materiales, que incluyen, por ejemplo, polipropileno, poliamida y tereftalato de polietileno, se usan ampliamente en el envasado de alimentos. Tales estructuras requieren, frecuentemente, propiedades deseables tales como rendimiento contra el agrietamiento por flexión, por ejemplo, para evitar la rotura durante el transporte. La combinación de capas y materiales puede permitir un buen rendimiento, pero tales estructuras de múltiples capas pueden ser difíciles, si no imposibles, de reciclar juntas debido a los diferentes tipos de materiales que no son compatibles para reciclaje entre sí.

Permanece una necesidad de nuevas estructuras de película que sean más sostenibles, menos costosas y

pueden proporcionar propiedades deseables tales como el rendimiento de agrietamiento por flexión.

## **SUMARIO**

5

La presente invención proporciona películas multicapa que pueden usarse, en algunas modalidades, para envasar líquidos. De acuerdo con algunas modalidades, las películas multicapa de la presente invención pueden proporcionar un rendimiento de agrietamiento por flexión deseable cuando se incorporan en bolsas. En algunas modalidades, las películas multicapa también proporcionan buena resistencia al calor superficial y/o reducida pegajosidad superficial. En algunas modalidades, las películas multicapa pueden ventajosamente proporcionar un rendimiento de agrietamiento por flexión deseable mientras también están compuestas sustancialmente de un único tipo de poliolefina (p. ej., todo polietileno o todo polipropileno). Tales modalidades proporcionan ventajosamente un alto nivel de resistencia al agrietamiento por flexión, mientras que son altamente reciclables, lo que representa una solución de alto rendimiento que también es sustentable.

En un aspecto, la presente invención proporciona una película multicapa que comprende al menos 3 capas:

(a) una primera capa superficial que comprende  
(1) al menos una poliolefina que tiene una  
densidad de  $0,87 \text{ g/cm}^3$  a  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , en donde  
la primera capa superficial comprende al  
menos 90 por ciento en peso de poliolefina  
basado en el peso total de la primera capa  
superficial; y (2) de 0,05 por ciento en peso  
a 5,0 por ciento en peso de al menos un  
polidimetilsiloxano, basado en el peso total  
de la primera capa superficial, en donde al  
menos uno del polidimetilsiloxano tiene un  
peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de  
 $20.000 \text{ g/mol}$  a  $700.000 \text{ g/mol}$ , en donde la  
primera capa superficial tiene una superficie  
exterior y una superficie interior, y en  
donde la superficie exterior es una  
superficie más exterior de la película  
multicapa;

(b) una capa central que comprende (1) al menos  
una poliolefina que tiene una densidad de  
 $0,87 \text{ g/cm}^3$  a  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , en donde la capa  
central comprende al menos 90 por ciento en  
peso de poliolefina basado en el peso total  
de la capa central; y (2) de 0,05 por ciento  
en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos  
un polidimetilsiloxano, basado en el peso

total de la capa central, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol, y en donde la  
5 composición de la capa central es diferente de la composición de la primera capa superficial; y

(c) una segunda capa superficial opuesta a la primera capa superficial.

10 Como se analiza a continuación, la presente invención también proporciona bolsas y otros artículos formados a partir de cualquiera de las películas multicapa inventivas descritas en la presente descripción.

Estas y otras modalidades se describen con mayor  
15 detalle en la Descripción detallada.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

A menos que se indique lo contrario, sea implícito a partir del contexto, o habitual en la técnica, todas las partes y porcentajes son basadas en el peso, todas las temperaturas son en °C, y todos los métodos de prueba son actuales a la fecha de presentación de la presente descripción.

Cualquier referencia a la tabla periódica de elementos es con respecto a la publicada por CRC Press, Inc., 1990-1991. La referencia a un grupo de elementos en esta tabla es por la nueva notación para grupos de numeración.

El término “alquenilo” (o “grupo alquenilo”) se refiere a un radical orgánico derivado de un hidrocarburo alifático mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno de un grupo alqueno. Un ejemplo no limitativo de un grupo alquenilo es un grupo vinilo. Un “grupo de vinilo” es un grupo  $-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

“Alcoxi” (o “grupo alcoxi”) se refiere al radical- $\text{OZ}^1$ , donde el representante  $\text{Z}^1$  incluye alquilo, alquilo sustituido, cicloalquilo, cicloalquilo sustituido, heterocicloalquilo, heterocicloalquilo sustituido, grupos sililo y combinaciones de estos. Los ejemplos no limitativos de radicales alcoxi adecuados incluyen metoxi, etoxi, benciloxi y t-butoxi.

El término “alquilo” (o grupo alquilo) se refiere a un radical orgánico derivado de un hidrocarburo alifático mediante la eliminación de un átomo de hidrógeno de este. Un grupo alquilo puede ser lineal, ramificado, cíclico o una combinación de estos. La expresión “alquilo sustituido” se refiere a un alquilo, en el que al menos un átomo de hidrógeno está sustituido por un sustituyente que comprende al menos un heteroátomo. Los heteroátomos incluyen, pero no se limitan a, O, N, P y S. Los sustituyentes incluyen, pero no se limitan a, haluro, OR', NR'<sup>2</sup>, PR'<sup>2</sup>, P(=O)R'<sup>2</sup>, SiR'<sup>3</sup>; donde cada R' es independientemente un grupo hidrocarbilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>.

El término “alquinilo” (o “grupo alquinilo”) se refiere a un radical orgánico derivado de un hidrocarburo alifático al eliminar un átomo de hidrógeno de un grupo alquino.

El término “arilo” (o “grupo arilo”) se refieren a un radical orgánico derivado de un hidrocarburo aromático al eliminar un átomo de hidrógeno de este. Un grupo arilo puede ser un sistema de anillos monocíclicos y/o fusionados, donde cada anillo de este contiene adecuadamente de 5 a 7, preferentemente de 5 o 6 átomos. También se incluyen estructuras en donde dos o más grupos arilo se combinan a través de uno o más enlaces simples. Los ejemplos específicos incluyen, pero no se limitan a, fenilo, tolilo, naftilo, bifenilo, antrilo, indenilo,

fluorenilo, benzofluorenilo, fenantrilo, trifenilenilo, pirenilo, perilenilo, crisenilo, naftacenilo, fluorantenilo y similares. La expresión “arilo sustituido” se refiere a un arilo, en el que al menos un átomo de hidrógeno está sustituido por un sustituyente que comprende al menos un heteroátomo. Los heteroátomos incluyen, pero no se limitan a, O, N, P y S. Los sustituyentes incluyen, pero no se limitan a, haluro, OR', NR'<sub>2</sub>, PR'<sub>2</sub>, P(=O)R'<sub>2</sub>, SiR'<sub>3</sub>; donde cada R' es independientemente un grupo hidrocarbilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>.

Un “cicloalquilo” es un radical de hidrocarburo cíclico no aromático saturado que tiene un único anillo o múltiples anillos condensados. Los ejemplos no limitantes de radicales cicloalquilos adecuados incluyen ciclopentilo, ciclohexilo, ciclooctilo, biciclooctilo, etc. En modalidades particulares, los cicloalquilos tienen entre 3 y 200 átomos de carbono, entre 3 y 50 átomos de carbono o entre 3 y 20 átomos de carbono.

El término “composición”, como se usa en la presente descripción, se refiere a una mezcla de materiales que comprende la composición, así como productos de reacción y productos de descomposición formados a partir de los materiales de la composición.

“Polímero” significa un compuesto polimérico preparado mediante la polimerización de monómeros, ya sean del mismo tipo o de un tipo diferente. Por lo tanto, el

término genérico polímero abarca el término homopolímero (usado para referirse a polímeros preparados a partir de un solo tipo de monómero, con el entendimiento de que pueden incorporarse cantidades traza de impurezas en la estructura de polímero) y el término interpolímero tal como se define de aquí en adelante. Pueden incorporarse cantidades mínimas de impurezas (por ejemplo, residuos del catalizador) en y/o dentro del polímero. Un polímero puede ser un polímero único o una mezcla de polímeros, que incluyen las mezclas de polímeros que se forman *in situ* durante la polimerización.

El término “interpolímero”, como se usa en la presente descripción, se refiere a polímeros preparados mediante la polimerización de al menos dos tipos diferentes de monómeros. El término genérico interpolímero incluye, por tanto, copolímeros (empleados para referirse a polímeros preparados a partir de dos tipos diferentes de monómeros) y polímeros preparados a partir de más de dos tipos diferentes de monómeros.

Como se usan en la presente descripción, los términos “polímero a base de olefina” o “poliolefina” se refieren a un polímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria de monómero de olefina, por ejemplo, etileno o propileno (basado en el peso del polímero) y opcionalmente pueden comprender uno o más comonómeros.

La expresión “interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina”, como se usa en la presente descripción, se refiere a un interpolímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria (>50 % en moles) de unidades derivadas de monómero de etileno, y las unidades restantes derivadas de una o más  $\alpha$ -olefinas. Las  $\alpha$ -olefinas típicas usadas en la formación de interpolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina son alquenos C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>.

Como se usa en la presente descripción, la expresión “copolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina” se refiere a un copolímero que comprende, en forma polimerizada, una cantidad mayoritaria (>50 % molar) de monómero de etileno y una  $\alpha$ -olefina como los únicos dos tipos de monómero.

El término “ $\alpha$ -olefina”, como se usa en la presente descripción, se refiere a un alqueno que tiene un enlace doble en la posición primaria o alfa ( $\alpha$ ).

“Polietileno” o la expresión “polímero a base de etileno” significarán polímeros que comprenden una cantidad mayoritaria (>50 % molar) de unidades derivadas de monómero de etileno. Esto incluye homopolímeros de polietileno, interpolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina y copolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina. Las formas comunes de polietileno conocidas en la técnica incluyen polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés); polietileno lineal de baja densidad (LLDPE, por sus

siglas en inglés); polietileno de ultra baja densidad (ULDPE, por sus siglas en inglés); polietileno de muy baja densidad (VLDPE, por sus siglas en inglés); polietileno de media densidad (MDPE, por sus siglas en inglés); polietileno de alta densidad (HDPE) polietileno mejorado elastómeros de polietileno; y plastómeros de polietileno. Estos materiales de polietileno son generalmente conocidos en la técnica; sin embargo, las siguientes descripciones pueden ser útiles para comprender las diferencias entre algunas de estas diferentes resinas de polietileno.

El término “LDPE” también puede denominarse “polímero de etileno de alta presión” o “polietileno altamente ramificado” y se define como el polímero que se homopolimeriza o se copolimeriza parcial o completamente en reactores de autoclave o tubulares a presiones mayores de 14.500 psi (100 MPa) con el uso de iniciadores de radicales libres, tales como peróxidos (ver, por ejemplo, US 4.599.392, que se incorpora en la presente descripción como referencia). Típicamente, las resinas de LDPE tienen una densidad en el rango de 0,916 a 0,935 g/cm<sup>3</sup>.

El término “LLDPE” incluye tanto la resina elaborada mediante los sistemas de catalizadores Ziegler-Natta tradicionales y sistemas de catalizadores a base de cromo, así como catalizadores de un solo sitio, que incluyen, pero no se limitan a, catalizadores de bis-

metalloceno (a veces denominados "m-LLDPE") y catalizadores de geometría restringida (CGC) y catalizadores moleculares. Las resinas incluyen copolímeros u homopolímeros de polietileno lineales, 5 sustancialmente lineales o heterogéneos. Los LLDPE contienen menos ramificación de cadena larga que los LDPE e incluyen los polímeros de etileno sustancialmente lineales que se definen adicionalmente en la patente de los EE. UU. núm. 5.272.236, la patente de los EE. UU. 10 núm. 5.278.272, la patente de los EE. UU. núm. 5.582.923 y la patente de los EE. UU. núm. 5.733.155; las composiciones poliméricas de etileno lineal homogéneamente ramificadas, tales como aquellas en la patente de los EE. UU. núm. 3.645.992; los polímeros de 15 etileno heterogéneamente ramificados, tales como los preparados de acuerdo con el proceso descrito en la patente de los EE. UU. 4.076.698; y/o mezclas de estos (tales como los descritos en US 3.914.342 o US 5.854.045). Los LLDPE pueden fabricarse mediante 20 polimerización en fase gaseosa, en fase solución o en suspensión, o cualquier combinación de estas, usando cualquier tipo de reactor o configuración de reactor conocida en la técnica.

El término "MDPE" se refiere a polietilenos que 25 tienen densidades de 0,926 a 0,935 g/cm<sup>3</sup>. "MDPE" se elabora normalmente usando catalizadores de cromo o

Ziegler-Natta o usando catalizadores de un solo sitio que incluyen, pero no se limitan a, catalizadores de bis-metaloceno, catalizadores de geometría restringida y catalizadores moleculares, y tienen generalmente una  
5 distribución de peso molecular ("MWD") mayor de 2,5.

El término "HDPE" se refiere a polietilenos que tienen densidades mayores que aproximadamente 0,940 g/cm<sup>3</sup> y hasta aproximadamente 0,970 g/cm<sup>3</sup>, que generalmente se preparan con catalizadores Ziegler-Natta, catalizadores  
10 de cromo o catalizadores de un solo sitio que incluyen, pero no se limitan a, catalizadores de bis-metaloceno y catalizadores de geometría restringida.

El término "ULDPE" se refiere a polietilenos que tienen densidades de 0,880 a 0,912 g/cm<sup>3</sup>, que generalmente  
15 se preparan con catalizadores Ziegler-Natta, catalizadores de cromo o catalizadores de un solo sitio que incluyen, pero no se limitan a, catalizadores de bis-metaloceno y catalizadores de geometría restringida.

Los "plastómeros/elastómeros de polietileno"  
20 son sustancialmente lineales, o lineales, copolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina que contienen una distribución de ramificación de cadena corta homogénea que comprende unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de al menos un comonomero de  $\alpha$ -olefina C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>, o al menos un  
25 comonomero de  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>, o al menos un comonomero de  $\alpha$ -olefina C<sub>6</sub>-C<sub>8</sub>. Los plastómeros/elastómeros de

polietileno tienen una densidad de 0,870 g/cm<sup>3</sup>, o 0,880 g/cm<sup>3</sup>, o 0,890 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, o 0,902 g/cm<sup>3</sup>, o 0,904 g/cm<sup>3</sup>, o 0,909 g/cm<sup>3</sup>, o 0,910 g/cm<sup>3</sup>, o 0,912 g/cm<sup>3</sup>.

Los ejemplos no limitativos de plastómeros/elastómeros de polietileno incluyen plastómeros y elastómeros AFFINITY™ (disponibles de The Dow Chemical Company), plastómeros EXACT (disponibles de ExxonMobil Chemical), Tafmer (disponible de Mitsui), Nexlene™ (disponible de SK Chemicals Co.) y Lucene (disponible de LG Chem Ltd.).

“Mezcla”, “mezcla de polímero” y expresiones similares se refieren a una composición de dos o más polímeros. Tal mezcla puede ser miscible o no. Tal mezcla puede estar separada en fases o no. Tal mezcla puede contener o no una o más configuraciones de dominio, determinadas a partir de espectroscopía por transmisión de electrones, dispersión de luz, dispersión de rayos X y cualquier otro método conocido en la técnica. Las mezclas no son laminados, pero una o más capas de un laminado pueden contener una mezcla. Tales mezclas pueden prepararse como mezclas secas, formadas *in situ* (por ejemplo, en un reactor), mezclas fundidas, o mediante el uso de otras técnicas conocidas por las personas del oficio de nivel medio.

La expresión “en contacto adherente” y las expresiones similares significan que una superficie

facial de una capa y una superficie facial de otra capa se tocan y están en contacto de fijación entre sí.

Los términos “que comprende”, “que incluye”, “que tiene” y sus derivados no pretenden excluir la presencia de ningún componente, etapa o procedimiento adicional, ya sea que este esté descrito de manera específica o no. Para evitar cualquier duda, todas las composiciones reivindicadas con el uso del término “que comprende” pueden incluir cualquier aditivo, adyuvante o compuesto adicional, ya sea polimérico o de otro modo, a menos que se indique lo contrario. Por el contrario, el término “que consiste esencialmente en” excluye del alcance de cualquier mención sucesiva cualquier otro componente, etapa o procedimiento, excepto aquellos que no son esenciales para la operatividad. El término “que consiste en” excluye cualquier componente, etapa o procedimiento no delineado o enumerado específicamente.

En algunas modalidades, una película multicapa de la presente invención comprende al menos 3 capas con:

- (a) una primera capa superficial que comprende
  - (1) al menos una poliolefina que tiene una densidad de  $0,87 \text{ g/cm}^3$  a  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , en donde la primera capa superficial comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la primera capa

superficial; y (2) de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la primera capa superficial, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol, en donde la primera capa superficial tiene una superficie exterior y una superficie interior, y en donde la superficie exterior es una superficie más exterior de la película multicapa;

(b) una capa central que comprende (1) al menos una poliolefina que tiene una densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>, en donde la capa central comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la capa central; y (2) de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la capa central, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol, y en donde la composición de la capa central es diferente

de la composición de la primera capa superficial; y

(c) una segunda capa superficial opuesta a la primera capa superficial.

5           En algunas modalidades, la poliolefina en la primera capa superficial es un polietileno que tiene un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos. En algunas modalidades, la poliolefina en la primera capa superficial es polipropileno que tiene una  
10   velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos.

          En algunas modalidades, la poliolefina en la capa central es un polietileno que tiene un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos. En  
15   algunas modalidades, la poliolefina en la capa central es polipropileno que tiene una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos.

          En algunas modalidades, la película multicapa comprende al menos 90 por ciento en peso polietileno basado  
20   en el peso total de la película multicapa.

          En algunas modalidades, al menos uno del polidimetilsiloxano en la capa central es diferente de al menos uno del polidimetilsiloxano en la primera capa superficial.

25           En algunas modalidades, la capa central tiene una primera superficie y una segunda superficie, y la

primera superficie de la capa central está en contacto adherente con la superficie interior de la primera capa superficial. En una modalidad adicional, la segunda capa superficial tiene una superficie interior y una superficie exterior, y la segunda superficie de la capa central está en contacto adherente con la superficie interior de la segunda capa superficial.

La capa central, en algunas modalidades, comprende al menos uno de polipropileno, LLDPE, MDPE, HDPE o una combinación de estos. En algunas modalidades, el espesor de la capa central es 5 % hasta 90 % del espesor de la película multicapa. La primera capa superficial, en algunas modalidades, comprende polipropileno, LLDPE, MDPE, HDPE o una combinación de estos.

En algunas modalidades, la segunda capa es una capa selladora. La segunda capa superficial, en algunas modalidades, comprende además de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la segunda capa superficial, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso, Mw, de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol.

La película multicapa, en algunas modalidades, comprende de tres a siete capas. En algunas modalidades, la

película multicapa tiene un espesor total de 1 mil (25,4 micrómetros) a 10 mils (254 micrómetros).

En algunas modalidades, la película multicapa comprende además una cuarta capa, y la cuarta capa  
5 comprende además de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la cuarta capa, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol.

10 Una película multicapa de la presente invención puede comprender una combinación de dos o más modalidades como se describe en la presente descripción.

Algunas modalidades de la presente invención se relacionan con artículos. Un artículo de acuerdo con las  
15 modalidades de la presente invención comprende una película multicapa de acuerdo con cualquiera de las modalidades inventivas descritas en la presente descripción. Un artículo de la presente invención puede comprender una combinación de dos o más modalidades como  
20 se describe en la presente descripción.

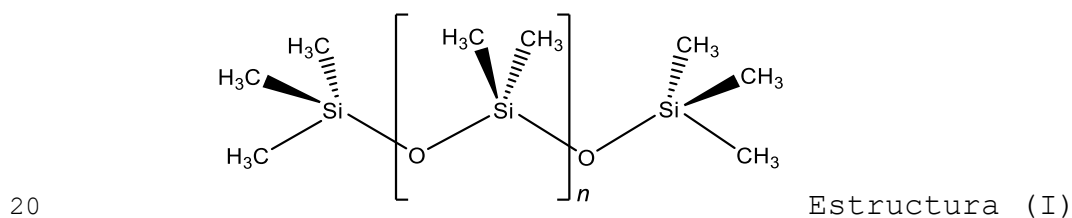
Algunas modalidades de la presente invención se relacionan con bolsas. Una bolsa de acuerdo con las  
modalidades de la presente invención comprende una película multicapa de acuerdo con cualquiera de las  
25 modalidades inventivas descritas en la presente descripción. Una bolsa de la presente invención puede

comprender una combinación de dos o más modalidades como se describe en la presente descripción.

### Polidimetilsiloxano

5 Las películas multicapa de acuerdo con la presente invención comprenden una primera capa superficial, una segunda capa superficial, y una capa central. La capa central se coloca entre las capas superficiales. La primera capa superficial y la capa  
10 central comprenden cada una 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la capa respectiva, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a  
15 700.000 g/mol.

El “polidimetilsiloxano” (“PDMS”) es un compuesto de organosilicio polimérico con la siguiente Estructura general (I):



en donde  $n$  es la cantidad de unidades de monómero repetitivo  $[\text{SiO}(\text{CH}_3)_2]$  y  $n$  es mayor que o igual a 2, o de

2 a 5500. El PDMS puede estar no sustituido o sustituido. Un "PDMS sustituido" es un PDMS en el que al menos un grupo metilo de la Estructura (I) está sustituido por un sustituyente. Los ejemplos no limitantes de sustituyentes

5 incluyen átomos halógenos (tales como cloro, flúor, bromo y yodo); grupos que contienen átomos de halógeno (tales como grupos de clorometilo, grupos de perfluorobutilo, grupos de trifluoroetilo, y grupos de nonafluorohexilo); grupos que contienen átomos de oxígeno (tales como grupos

10 de hidroxilo, grupos de alcoxi (tales como grupos de metoxi y grupos de etoxi), grupos de epoxi acrílicos (meta) y grupos de carboxilo); grupos que contienen átomos de nitrógeno tales como grupos amino funcionales, grupos amido funcionales, y grupos ciano funcionales;

15 grupos que contienen átomos de azufre (tales como grupos mercapto); hidrógeno; grupos alquilo  $C_2-C_{10}$  (tales como un grupo etilo); grupos alquinilo  $C_2-C_{10}$ ; grupos alquenilo (tales como grupos vinilo y grupos hexenilo); grupos arilo (tales como grupos fenilo y grupos fenilo

20 sustituidos); grupos cicloalquilo (tales como grupos ciclohexano); y combinaciones de estos. El grupo metilo sustituido puede ser un grupo metilo terminal o un grupo metilo no terminal. Los ejemplos no limitantes de PDMS adecuados sustituidos incluyen PDMS terminado en

25 trialquilsililo en donde al menos un alquilo es un alquilo  $C_2-C_{10}$ ; PDMS terminado en dialquilhidroxisililo;

PDMS terminado en dialquilhidrogensililo; PDMS terminado en sililo dialquilalquenilo; y PDMS terminado en dialquilvinilsililo. En una modalidad, el PDMS sustituido es un PDMS terminado en dimetilhidroxisililo. En otra 5 modalidad, el PDMS sustituido es un PDMS terminado en dimetilvinilsililo.

En una modalidad, el PDMS sustituido excluye los grupos que contienen átomos de nitrógeno. En otra modalidad, el PDMS sustituido excluye los grupos 10 sustituyentes de epoxi.

En una modalidad, el PDMS no está sustituido. Un “PDMS no sustituido” es un PDMS de la Estructura (I) en donde ningún grupo metilo en la Estructura (I) está sustituido con un sustituyente. En una modalidad, el PDMS 15 no sustituido es un PDMS terminado en trimetilsililo.

En algunas modalidades, el PDMS tiene una viscosidad de 1000 cSt a 2.000.000 cSt.

En una modalidad, el PDMS tiene un número promedio de peso molecular,  $M_n$ , de 30.000 g/mol a 20 2.000.000 g/mol.

En una modalidad, el PDMS (tal como los PDMS terminados en dimetilhidroxisililo) tiene una, algunas o todas las siguientes propiedades:

(i) una viscosidad de 1000 cSt a 2.000.000 cSt, 25 o 5000 cSt a 1.500.000 cSt, o 10.000 cSt a 1.000.000 cSt, o 30.000 cSt a 500.000 cSt,

o 45.000 cSt a 250.000 cSt, o 50.000 cSt a 200.000 cSt;

(ii) un número promedio de peso molecular,  $M_n$ ,

de un límite menor que 15.000 g/mol, o

5 25.000 g/mol, o 35.000 g/mol, o

40.000 g/mol, o 45.000 g/mol, o

48.000 g/mol a 49.000 g/mol, o

50.000 g/mol, o 55.000 g/mol, o

60.000 g/mol, o 65.000 g/mol, o

10 70.000 g/mol, o 75.000 g/mol, o

80.000 g/mol, o 90.000 g/mol, o

100.000 g/mol, o 150.000 g/mol, o

200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o

290.000 g/mol, o 300.000 g/mol a un límite

15 superior de 65.000 g/mol, o 70.000 g/mol, o

75.000 g/mol, o 80.000 g/mol, o

90.000 g/mol, o 100.000 g/mol, o

150.000 g/mol, o 200.000 g/mol, o

250.000 g/mol, o 290.000 g/mol, o

20 300.000 g/mol o 400.000 g/mol; y/o

(iii) un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de

un límite menor que 20.000 g/mol,

30.000 g/mol, o 40.000 g/mol, o

45.000 g/mol, o 50.000 g/mol, o

25 55.000 g/mol, o 60.000 g/mol, o

65.000 g/mol, o 70.000 g/mol, o

75.000 g/mol, o 80.000 g/mol, o  
 90.000 g/mol, o 100.000 g/mol, o  
 120.000 g/mol a 130.000 g/mol, o  
 140.000 g/mol, o 150.000 g/mol, o  
 5 200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o  
 290.000 g/mol, o 300.000 g/mol a un límite  
 superior de 130.000 g/mol, o 140.000 g/mol,  
 o 150.000 g/mol, o 200.000 g/mol, o  
 250.000 g/mol, o 290.000 g/mol, o  
 10 300.000 g/mol, o 350.000 g/mol, o  
 400.000 g/mol, o 450.000 g/mol, o  
 500.000 g/mol, o 550.000 g/mol, o  
 600.000 g/mol, o 650.000 g/mol, o  
 700.000 g/mol; y/o  
 15 (iv) una distribución de peso molecular  
 (Mw/Mn) de un límite menor que 1,0, o  
 1,5, o 2,0, o 2,1, o 2,2, o 2,3, o 2,4 a  
 2,5, o 2,6, o 2,7, o 2,8, o 2,9, o 3,0, o  
 3,5 a un límite superior de 1,5, o 2,0, o  
 20 2,1, o 2,2, o 2,3, o 2,4 a 2,5, o 2,6, o  
 2,7, o 2,8, o 2,9, o 3,0, o 3,5; y/o  
 (v) el PDMS tiene la Estructura (I) y *n* es  
 desde un límite menor que 200, o 250, o  
 300, o 350, o 400, o 450, o 500, o 550, o  
 25 600, o 650 a 700, o 750, o 800, o 850, o  
 900, o 950, o 1000, o 1100, o 1200, o

1300, o 1400, o 1500, o 1600, o 1700, o  
1800, o 1900, o 2000, o 2500, o 3000, o  
3500, o 4000, o 4054 a un límite superior  
de 250, o 300, o 350, o 400, o 450, o 500,  
5 o 550, o 600, o 650 a 700, o 750, o 800, o  
850, o 900, o 950, o 1000, o 1100, o 1200,  
o 1300, o 1400, o 1500, o 1600, o 1700, o  
1800, o 1900, o 2000, o 2500, o 3000, o  
3500, o 4000, o 4054, o 5000, o 5500.

10 El PDMS puede comprender dos o más modalidades  
descritas en la presente descripción.

Como se describe en otra parte, la primera capa  
superficial y la capa central comprenden, cada una, al  
menos un PDMS y puede incorporar diferentes PDMS'. En  
15 algunas modalidades, la primera capa superficial y la  
capa central usan el mismo PDMS.

#### Primera capa superficial

La película multicapa comprende al menos tres  
20 capas que incluyen una primera capa superficial. En  
algunas modalidades, la primera capa superficial  
comprende (1) al menos una poliolefina que tiene una  
densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>, en donde la primera  
capa superficial comprende al menos 90 por ciento en peso  
25 de poliolefina basado en el peso total de la primera capa  
superficial; y (2) de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por

ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la primera capa superficial, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 5 700.000 g/mol, en donde la primera capa superficial tiene una superficie exterior y una superficie interior, y en donde la superficie exterior es una superficie más exterior de la película multicapa.

En algunas modalidades, las capas superficiales 10 se forman a partir de una poliolefina. La primera capa superficial, en algunas modalidades, se forma a partir de una mezcla de poliolefinas que proporcionan la densidad general especificada. La densidad general de una capa formada a partir de una mezcla de poliolefinas es la suma 15 ponderada de las densidades de las resinas individuales que componen la primera capa superficial.

En algunas modalidades, la al menos una poliolefina de la primera capa superficial tiene una densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>. Todos los valores 20 individuales y subrangos de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup> se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la al menos una poliolefina de la primera capa superficial puede tener una densidad con un límite menor que 0,88 g/cm<sup>3</sup>, 0,89 g/cm<sup>3</sup>, 0,90 g/cm<sup>3</sup> o 0,91 g/cm<sup>3</sup> a una 25 densidad con un límite superior de 0,97 g/cm<sup>3</sup>,

0,96 g/cm<sup>3</sup>, 0,95 g/cm<sup>3</sup>, 0,94 g/cm<sup>3</sup>, 0,93 g/cm<sup>3</sup>, o  
0,92 g/cm<sup>3</sup>.

En algunas modalidades, la primera capa superficial comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina, basado en el peso de la primera capa superficial. Todos los valores y subrangos individuales de al menos 90 por ciento de peso se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la primera capa superficial puede comprender al menos 90 por ciento en peso, 91 por ciento en peso, 92 por ciento en peso, 93 por ciento en peso, 94 por ciento en peso, 95 por ciento en peso, 96 por ciento en peso, 97 por ciento en peso, 98 por ciento en peso o 99 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la primera capa superficial.

En algunas modalidades, la primera capa superficial comprende al menos 90 por ciento en peso de polietileno, basado en el peso de la primera capa superficial. Todos los valores y subrangos individuales de al menos 90 por ciento de peso se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la primera capa superficial puede comprender al menos 90 por ciento en peso, 91 por ciento en peso, 92 por ciento en peso, 93 por ciento en peso, 94 por ciento en peso, 95 por ciento en peso, 96 por ciento en peso, 97 por ciento en peso, 98 por ciento en peso o 99 por ciento en peso de polietileno basado en el peso total de la primera capa superficial.

En algunas modalidades, la primera capa superficial comprende de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, en base al peso total de la primera capa superficial. Todos los valores individuales y subrangos de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la primera capa superficial puede comprender de 0,05 a 5,0 por ciento en peso, de 0,1 a 5,0 por ciento en peso, de 0,5 a 5,0 por ciento en peso, de 1,0 a 5,0 por ciento en peso, o de 1,25 a 5,0 por ciento en peso de polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la primera capa superficial.

En algunas modalidades, la primera capa superficial comprende un polidimetilsiloxano. En algunas modalidades, la primera capa superficial comprende una mezcla de polidimetilsiloxano (p. ej., dos, tres o más polidimetilsiloxano). En algunas modalidades, al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol. Todos los valores individuales y subrangos de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, al menos un polidimetilsiloxano de la primera capa superficial puede tener un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de un límite menor que 20.000 g/mol, 30.000 g/mol, o 40.000 g/mol, o 45.000 g/mol,

o 50.000 g/mol, o 55.000 g/mol, o 60.000 g/mol, o  
65.000 g/mol, o 70.000 g/mol, o 75.000 g/mol, o  
80.000 g/mol, o 90.000 g/mol, o 100.000 g/mol, o  
120.000 g/mol to 130.000 g/mol, o 140.000 g/mol, o  
5 150.000 g/mol, o 200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o  
290.000 g/mol, o 300.000 g/mol a un límite superior de  
130.000 g/mol, o 140.000 g/mol, o 150.000 g/mol, o  
200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o 290.000 g/mol, o  
300.000 g/mol, o 350.000 g/mol, o 400.000 g/mol, o  
10 450.000 g/mol, o 500.000 g/mol, o 550.000 g/mol, o  
600.000 g/mol, o 650.000 g/mol, o 700.000 g/mol.

Por ejemplo, en algunas modalidades, la primera  
capa superficial comprende un polidimetilsiloxano, en donde  
el polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en  
15 peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 200.000 g/mol. En algunas  
modalidades, la primera capa superficial comprende un  
polidimetilsiloxano en donde el polidimetilsiloxano tiene  
un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 500.000 g/mol a  
700.000 g/mol. En algunas modalidades, la primera capa  
20 superficial comprende dos polidimetilsiloxanos (p. ej., una  
mezcla de polidimetilsiloxano en una formulación de mezcla  
madre), en donde uno del polidimetilsiloxano tiene un peso  
molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a  
200.000 g/mol y otro del polidimetilsiloxano tiene un peso  
25 molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 500.000 g/mol a  
700.000 g/mol.

En algunas modalidades, la poliolefina en la primera capa superficial es un polietileno que tiene un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos. Todos los valores individuales de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polietileno en la primera capa superficial puede tener un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 20 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 10 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 5 g/10 minutos, o de 0,5 g/10 minutos a 1 g/10 minutos.

En algunas modalidades, la primera capa superficial comprende LLDPE, MDPE, HDPE, o combinaciones de estos.

Los polietilenos que son particularmente adecuados para usarse en las capas superficiales de algunas modalidades de la presente invención incluyen, sin limitarse a, polietileno de baja densidad (LDPE), plastómero/elastómero de polietileno, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), otros polímeros a base de etileno (p. ej., polietileno mejorado) que tienen una densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>, copolímeros en bloque de olefina, y combinaciones de estos. Se contemplan diversos polietilenos disponibles comercialmente para su uso como poliolefinas en algunas

modalidades de la presente invención. Los ejemplos de elastómeros/plastómeros de poliolefina disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles a través de The Dow Chemical Company con los nombres AFFINITY™ y ENGAGE™, tal como AFFINITY™ PL 1880G. Los ejemplos de LDPE disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles de The Dow Chemical Company con los nombres DOW LDPE™ y AGILITY™. Los ejemplos de HDPE y LLDPE disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles comercialmente de The Dow Chemical Company con el nombre de DOWLEX™. Los ejemplos de copolímeros en bloque de olefina disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles comercialmente de The Dow Chemical Company con el nombre de INFUSE™. Los ejemplos de otros HDPE y polímeros a base de etileno disponibles comercialmente que tienen una densidad de 0,865 a 0,97 g/cm<sup>3</sup> que pueden usarse en algunas modalidades incluyen aquellos disponibles de The Dow Chemical Company con los nombres ELITE™, ELITE™ AT, e INNATE™. Otro ejemplo de otro HDPE disponible comercialmente que pueden usarse en algunas modalidades incluyen DOW™, DMDC, 1250, disponibles de The Dow Chemical Company.

En algunas modalidades, la poliolefina en la primera capa superficial es polipropileno que tiene una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup> y/o una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos.

5 Todos los valores individuales y subrangos de una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup> se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polipropileno de la primera capa superficial puede tener una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, 0,870 g/cm<sup>3</sup> a 0,895 g/cm<sup>3</sup>, 10 0,870 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, 0,875 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, o 0,875 g/cm<sup>3</sup> a 0,885 g/cm<sup>3</sup>. Todos los valores individuales y subrangos de una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polipropileno de la 15 primera capa superficial puede tener una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 15,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 13,0 g/10 minutos, 1,0 g/10 minutos a 11,0 g/10 minutos, 3,0 g/10 minutos a 10,0 g/10 minutos, 1,0 g/10 minutos a 8,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 7,0 g/10 20 minutos, 2,0 g/10 minutos a 6,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 5,0 g/10 minutos, 3,0 g/10 minutos a 9,0 g/10 minutos o 4,0 g/10 minutos a 9,0 g/10 minutos.

#### Capa central

25 La película multicapa comprende al menos tres capas que incluyen una capa central. En algunas

modalidades, la capa central comprende (1) al menos una poliolefina que tiene una densidad de  $0,87 \text{ g/cm}^3$  a  $0,97 \text{ g/cm}^3$ , en donde la capa central comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la capa central; y (2) de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, en base al peso total de la capa central, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de  $20.000 \text{ g/mol}$  a  $700.000 \text{ g/mol}$ , y en donde la composición de la capa central es diferente de la composición de la primera capa superficial.

En algunas modalidades, la capa central está formada por una poliolefina. La capa superficial, en algunas modalidades, se forma a partir de una mezcla de poliolefinas que proporcionan la densidad general especificada. La densidad general de una capa formada a partir de una mezcla de poliolefinas es la suma ponderada de las densidades de las resinas individuales que componen la capa.

En algunas modalidades, la al menos una poliolefina de la capa central tiene una densidad de  $0,87 \text{ g/cm}^3$  a  $0,97 \text{ g/cm}^3$ . Todos los valores individuales y subrangos de  $0,87 \text{ g/cm}^3$  a  $0,97 \text{ g/cm}^3$  se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el al menos un polietileno de la capa central puede tener una densidad con

un límite menor que 0,88 g/cm<sup>3</sup>, 0,89 g/cm<sup>3</sup>, 0,90 g/cm<sup>3</sup> o 0,91 g/cm<sup>3</sup> a una densidad con un límite superior de 0,97 g/cm<sup>3</sup>, 0,96 g/cm<sup>3</sup>, 0,95 g/cm<sup>3</sup>, 0,94 g/cm<sup>3</sup>, 0,93 g/cm<sup>3</sup>, o 0,92 g/cm<sup>3</sup>.

5                En algunas modalidades, la capa central comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la capa central. Todos los valores y subrangos individuales de al menos 90 por ciento de peso se describen e incluyen en la presente  
10 descripción. Por ejemplo, la capa central puede comprender al menos 90 por ciento en peso, 91 por ciento en peso, 92 por ciento en peso, 93 por ciento en peso, 94 por ciento en peso, 95 por ciento en peso, 96 por ciento en peso, 97 por ciento en peso, 98 por ciento en peso o  
15 99 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la capa central.

              En algunas modalidades, la capa central comprende al menos 90 por ciento en peso de polietileno basado en el peso de la capa central. Todos los valores y  
20 subrangos individuales de al menos 90 por ciento de peso se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la capa central puede comprender al menos 90 por ciento en peso, 91 por ciento en peso, 92 por ciento en peso, 93 por ciento en peso, 94 por ciento en peso, 95  
25 por ciento en peso, 96 por ciento en peso, 97 por ciento

en peso, 98 por ciento en peso o 99 por ciento en peso de polietileno basado en el peso total de la capa central.

En algunas modalidades, la capa exterior comprende 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano en base al peso total de la capa central. Todos los valores individuales y subrangos de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la capa central puede comprender de 0,05 a 5,0 por ciento en peso, de 0,1 a 5,0 por ciento en peso, de 0,5 a 5,0 por ciento en peso, de 1,0 a 5,0 por ciento en peso, o de 1,25 a 5,0 por ciento en peso de polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la capa central.

En algunas modalidades, la capa central comprende un polidimetilsiloxano. En algunas modalidades, la capa central comprende una mezcla de polidimetilsiloxano (p. ej., dos, tres o más polidimetilsiloxano). En algunas modalidades, al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $MW$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol. Todos los valores individuales y subrangos de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, al menos un polidimetilsiloxano de la capa central puede tener un peso molecular promedio en peso,  $Mw$ , de un límite menor que 20.000 g/mol, 30.000 g/mol, o 40.000 g/mol, o 45.000 g/mol,

o 50.000 g/mol, o 55.000 g/mol, o 60.000 g/mol, o  
65.000 g/mol, o 70.000 g/mol, o 75.000 g/mol, u  
80.000 g/mol, o 90.000 g/mol, o 100.000 g/mol, o  
120.000 g/mol a 130.000 g/mol, o 140.000 g/mol, o  
5 150.000 g/mol, o 200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o  
290.000 g/mol, o 300.000 g/mol a un límite superior de  
130.000 g/mol, o 140.000 g/mol, o 150.000 g/mol, o  
200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o 290.000 g/mol, o  
300.000 g/mol, o 350.000 g/mol, o 400.000 g/mol, o  
10 450.000 g/mol, o 500.000 g/mol, o 550.000 g/mol, o  
600.000 g/mol, o 650.000 g/mol, o 700.000 g/mol.

Por ejemplo, en algunas modalidades, la capa  
central comprende un polidimetilsiloxano, en donde el  
polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en  
15 peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 200.000 g/mol. En algunas  
modalidades, la capa central comprende un  
polidimetilsiloxano en donde el polidimetilsiloxano tiene  
un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 500.000 g/mol a  
700.000 g/mol. En algunas modalidades, la capa central  
20 comprende dos polidimetilsiloxano (p. ej., una mezcla de  
polidimetilsiloxano en una formulación de mezcla madre),  
en donde uno del polidimetilsiloxano tiene un peso  
molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a  
200.000 g/mol y otro del polidimetilsiloxano tiene un peso  
25 molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 500.000 g/mol a  
700.000 g/mol.

En algunas modalidades, al menos uno del polidimetilsiloxano en la capa central es diferente de al menos uno del polidimetilsiloxano en la primera capa superficial.

5 En algunas modalidades, la poliolefina en la capa central es un polietileno que tiene un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos. Todos los valores individuales de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos se describen e incluyen en la presente  
10 descripción. Por ejemplo, el polietileno en la capa central puede tener un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 20 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 10 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 5 g/10 minutos, o de 0,5 g/10 minutos a 1 g/10  
15 minutos.

Los polietilenos que son particularmente adecuados para usarse en las capas superficiales de algunas modalidades de la presente invención incluyen, pero no se limitan a, polietileno de baja densidad (LDPE),  
20 plastómero/elastómero de polietileno, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), otros polímeros a base de etileno (p. ej., polietileno mejorado) que tienen una densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>,  
25 copolímeros en bloque de olefina y combinaciones de estos. En algunas modalidades, la capa central comprende LLDPE,

MDPE, HDPE, o una combinación de estos. Se contemplan diversos poliolefinas disponibles comercialmente para usarse en algunas modalidades de la presente invención. Los ejemplos de elastómeros/plastómeros de poliolefina  
5 disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles a través de The Dow Chemical Company con los nombres AFFINITY™ y ENGAGE™, tal como AFFINITY™ PL 1880G. Los ejemplos de LDPE disponibles comercialmente que pueden  
10 usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles de The Dow Chemical Company con los nombres DOW LDPE™ y AGILITY™. Los ejemplos de HDPE y LLDPE disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención DOWLEX™ disponible comercialmente  
15 de The Dow Chemical Company. Los ejemplos de copolímeros en bloque de olefina disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos disponibles comercialmente de The Dow Chemical Company con el nombre de INFUSE™. Los ejemplos de otros  
20 HDPE y polímeros a base de etileno disponibles comercialmente que tienen una densidad de 0,865 a 0,97 g/cm<sup>3</sup> que pueden usarse en algunas modalidades incluyen aquellos disponibles de The Dow Chemical Company con los nombres ELITE™, ELITE™ AT, e INNATE™. Los ejemplos  
25 de HDPE disponibles comercialmente que pueden usarse en modalidades de la presente invención incluyen aquellos

disponibles de The Dow Chemical Company con los nombres DOW™, DMDC 1250.

En algunas modalidades, la poliolefina en la capa central es polipropileno que tiene una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup> y/o una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos. Todos los valores individuales y subrangos de una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup> se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polipropileno de la capa central puede tener una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, 0,870 g/cm<sup>3</sup> a 0,895 g/cm<sup>3</sup>, 0,870 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, 0,875 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, o 0,875 g/cm<sup>3</sup> a 0,885 g/cm<sup>3</sup>. Todos los valores individuales y subrangos de una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polipropileno de la capa central puede tener una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 15,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 13,0 g/10 minutos, 1,0 g/10 minutos a 11,0 g/10 minutos, 3,0 g/10 minutos a 10,0 g/10 minutos, 1,0 g/10 minutos a 8,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 7,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 6,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 5,0 g/10 minutos, 3,0 g/10 minutos a 9,0 g/10 minutos o 4,0 g/10 minutos a 9,0 g/10 minutos.

En algunas modalidades, el espesor de la capa central es 5 % hasta 90 % del espesor de la película

multicapa. Todos los valores individuales y subrangos de una densidad de 5 % a 90 % se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el espesor de la capa central puede ser de 5 % a 90 %, 10 % a 80 %, 20 % a 70 %, 30 % a 70 % o 35 % a 65 % del espesor de la película multicapa.

En algunas modalidades, la capa central tiene una primera superficie y una segunda superficie, en donde la primera superficie de la capa central está en contacto adherente con la superficie interior de la primera capa superficial.

#### Segunda capa superficial

La película multicapa comprende al menos tres capas que incluyen una segunda capa superficial opuesta a la primera capa superficial. En algunas modalidades, la segunda capa superficial tiene la misma composición que la primera capa superficial. En algunas modalidades, la segunda capa superficial tiene la misma composición que la primera capa superficial. En algunas modalidades, la segunda capa superficial tiene una superficie interior y una superficie exterior y en donde la segunda superficie de la capa central está en contacto adherente con la superficie interior de la segunda capa superficial.

En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por

ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la segunda capa superficial, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol. En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la segunda capa superficial. Todos los valores individuales y subrangos de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la segunda capa superficial puede comprender de 0,05 a 5,0 por ciento en peso, de 0,1 a 5,0 por ciento en peso, de 0,5 a 5,0 por ciento en peso, de 1,0 a 5,0 por ciento en peso, o de 1,25 a 5,0 por ciento en peso de polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la segunda capa superficial.

En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende un polidimetilsiloxano. En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende una mezcla de polidimetilsiloxano (p. ej., dos, tres o más polidimetilsiloxano). En algunas modalidades, al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $mW$ , de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol. Todos los valores individuales y subrangos de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol se describen e incluyen en la presente

descripción. Por ejemplo, al menos un polidimetilsiloxano de la segunda capa superficial puede tener un peso molecular promedio en peso, Mw, de un límite menor que 20.000 g/mol, 30.000 g/mol, o 40.000 g/mol, o 45.000 g/mol, o 50.000 g/mol, o 55.000 g/mol, o 60.000 g/mol, o 65.000 g/mol, o 70.000 g/mol, o 75.000 g/mol, u 80.000 g/mol, o 90.000 g/mol, o 100.000 g/mol, o 120.000 g/mol a 130.000 g/mol, o 140.000 g/mol, o 150.000 g/mol, o 200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o 290.000 g/mol, o 300.000 g/mol, a un límite mayor de 130.000 g/mol, o 140.000 g/mol, o 150.000 g/mol, o 200.000 g/mol, o 250.000 g/mol, o 290.000 g/mol, o 300.000 g/mol, o 350.000 g/mol, o 400.000 g/mol, o 450.000 g/mol, o 500.000 g/mol, o 550.000 g/mol, o 600.000 g/mol, o 650.000 g/mol, o 700.000 g/mol.

Por ejemplo, en algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende un polidimetilsiloxano, en donde el polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso, Mw, de 20.000 g/mol a 200.000 g/mol. En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende un polidimetilsiloxano en donde el polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso, Mw, de 500.000 g/mol a 700.000 g/mol. En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende dos polidimetilsiloxano (p. ej., una mezcla de polidimetilsiloxano en una formulación de mezcla madre),

en donde uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 20.000 g/mol a 200.000 g/mol y otro del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso,  $M_w$ , de 500.000 g/mol a 700.000 g/mol.

En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende al menos una poliolefina que tiene una densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>, en donde la segunda capa superficial comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la segunda capa superficial.

En algunas modalidades, la segunda capa superficial se forma a partir de una poliolefina. La segunda capa superficial, en algunas modalidades, se forman a partir de una mezcla de poliolefinas que proporcionan la densidad general especificada. La densidad general de la segunda capa superficial formada a partir de una mezcla de poliolefinas es la suma ponderada de las densidades de las resinas individuales que componen la capa.

En algunas modalidades, la al menos una poliolefina de la segunda capa superficial tiene una densidad de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup>. Todos los valores individuales y subrangos de 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,97 g/cm<sup>3</sup> se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la al menos una poliolefina de la segunda capa

superficial puede tener una densidad con un límite menor que 0,88 g/cm<sup>3</sup>, 0,89 g/cm<sup>3</sup>, 0,90 g/cm<sup>3</sup> o 0,91 g/cm<sup>3</sup> a una densidad con un límite superior de 0,97 g/cm<sup>3</sup>, 0,96 g/cm<sup>3</sup>, 0,95 g/cm<sup>3</sup>, 0,94 g/cm<sup>3</sup>, 0,93 g/cm<sup>3</sup>, o  
5 0,92 g/cm<sup>3</sup>.

En algunas modalidades, la segunda capa comprende al menos 90 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la segunda capa. Todos los valores y subrangos individuales de al menos 90 por ciento de peso se  
10 describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la segunda capa superficial puede comprender al menos 90 por ciento en peso, 91 por ciento en peso, 92 por ciento en peso, 93 por ciento en peso, 94 por ciento en peso, 95 por ciento en peso, 96 por ciento en peso, 97 por  
15 ciento en peso, 98 por ciento en peso o 99 por ciento en peso de poliolefina basado en el peso total de la segunda capa superficial.

En algunas modalidades, la segunda capa superficial comprende al menos 90 por ciento en peso de polietileno, basado en el peso total de la segunda capa  
20 superficial. Todos los valores y subrangos individuales de al menos 90 por ciento de peso se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, la segunda capa superficial puede comprender al menos 90 por ciento en  
25 peso, 91 por ciento en peso, 92 por ciento en peso, 93 por ciento en peso, 94 por ciento en peso, 95 por ciento

en peso, 96 por ciento en peso, 97 por ciento en peso, 98 por ciento en peso o 99 por ciento en peso de polietileno basado en el peso total de la segunda capa superficial.

En algunas modalidades, la poliolefina en la  
5 segunda capa superficial es polietileno que tiene un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos. Todos los valores individuales de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polietileno en la  
10 segunda capa superficial puede tener un índice de fusión ( $I_2$ ) de 0,5 g/10 minutos a 30 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 20 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 10 g/10 minutos, 0,5 g/10 minutos a 5 g/10 minutos, o de 0,5 g/10 minutos a 1 g/10 minutos.

15 En algunas modalidades, la segunda capa exterior comprende LLDPE, MDPE, HDPE, o una combinación de estos.

En algunas modalidades, la poliolefina en la segunda capa superficial es polipropileno que tiene una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup> y/o una velocidad de  
20 flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos. Todos los valores individuales y subrangos de una densidad de 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup> se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polipropileno de la segunda capa superficial puede tener una densidad de  
25 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, 0,870 g/cm<sup>3</sup> a 0,895 g/cm<sup>3</sup>, 0,870 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, 0,875 g/cm<sup>3</sup> a 0,900 g/cm<sup>3</sup>, o

0,875 g/cm<sup>3</sup> a 0,885 g/cm<sup>3</sup>. Todos los valores individuales y subrangos de una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 16,0 g/10 minutos se describen e incluyen en la presente descripción. Por ejemplo, el polipropileno de la  
5 segunda capa superficial puede tener una velocidad de flujo de fusión de 1,0 g/10 minutos a 15,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 13,0 g/10 minutos, 1,0 g/10 minutos a 11,0 g/10 minutos, 3,0 g/10 minutos a 10,0 g/10 minutos, 1,0 g/10 minutos a 8,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 7,0 g/10  
10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 6,0 g/10 minutos, 2,0 g/10 minutos a 5,0 g/10 minutos, 3,0 g/10 minutos a 9,0 g/10 minutos o 4,0 g/10 minutos a 9,0 g/10 minutos.

En algunas modalidades, la segunda capa es una capa selladora. En algunas modalidades, la capa selladora  
15 puede comprender cualquier resina de polietileno conocida por aquellos con conocimientos en la técnica que sea útil como capa selladora. La capa selladora, en algunas modalidades, puede comprender uno o más polímeros a base de etileno que tienen una densidad de 0,890 a 0,925 g/cm<sup>3</sup> y un  
20 índice de fusión (I2) de 0,1 a 2,0 g/10 min. En modalidades adicionales, el polímero a base de etileno de la película selladora (o capa selladora) puede tener una densidad de 870 a 0,925 g/cm<sup>3</sup>, o de 0,900 a 0,925 g/cm<sup>3</sup>, o 0,910 a 0,925 g/cm<sup>3</sup>. Adicionalmente, el polímero a base de etileno  
25 de la película selladora (o capa selladora) puede tener un índice de fusión (I2) de 0,1 a 2,0 g/10 min, o de 0,1 a

1,5 g/10 min. Diversos polietilenos comerciales se consideran adecuados para la película selladora. Los ejemplos comerciales adecuados pueden incluir ELITE™ 5400G, ELITE™ 5401B y varios plastómeros de poliolefina AFFINITY™ (p. ej., AFFINITY™ 1888, AFFINITY™ 1140 y AFFINITY™ 1146), cada uno de los cuales está disponible en The Dow Chemical Company (Midland, MI).

#### Otras capas

La película multicapa tiene al menos tres capas. En algunas modalidades, la película multicapa comprende de tres a siete capas. En algunas modalidades, la película multicapa, además de la primera capa superficial, la segunda capa superficial y la capa central, comprende además una cuarta capa. La cuarta capa puede colocarse entre la primera capa superficial y la capa central (u otra capa interior) o entre la segunda capa superficial y la capa central (u otra capa interior). En algunas modalidades, la cuarta capa comprende de 0,05 por ciento en peso a 5,0 por ciento en peso de al menos un polidimetilsiloxano, basado en el peso total de la segunda capa superficial, en donde al menos uno del polidimetilsiloxano tiene un peso molecular promedio en peso, Mw, de 20.000 g/mol a 700.000 g/mol.

En algunas modalidades, la película multicapa tiene un espesor total de 1 mil (25,4 micrómetros) a 10

mils (254 micrómetros). Todos los valores individuales y subrangos de 1 mil (25,4 micrómetros) a 10 mil (254 micrómetros) se incluyen y se describen en la presente descripción. Por ejemplo, la película multicapa puede  
5 tener un espesor total de 1 mil a 10 mil, 2 mil a 8 mil, 3 mil a 7 mil, o 4 mil a 6 mil.

Las películas multicapa de la presente invención pueden presentar una o más propiedades deseables. Por ejemplo, en algunas modalidades, las películas multicapa  
10 pueden exhibir rigidez a la flexión deseable, rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo deseable y/u otros. Tales propiedades son particularmente ventajosas en una película que es altamente reciclable (p. ej., más del 90 % en peso de polietileno).

15 En algunas modalidades, la película multicapa comprende más de 90 % en peso, o más de 95 % en peso, o más de 99 % en peso, basado en el peso total de la película, polietileno. En otras modalidades, la película multicapa comprende más de 90 % en peso, o más de 95 % en peso, o más  
20 de 99 % en peso, basado en el peso total de la película, polipropileno.

En algunas modalidades, una película multicapa de la presente invención exhibe una rigidez a la flexión de 2,35 mN·mm o menos cuando la película tiene un espesor  
25 de 2 mils (50,8 micrómetros) cuando se mide de acuerdo con el método descrito en la sección Métodos de prueba en la

presente descripción. Una película multicapa de la presente invención, en algunas modalidades, exhibe una rigidez a la flexión de 2,00 mN·mm o menos cuando la película tiene un espesor de 2 mils (50,8 micrómetros). En algunas modalidades, una película multicapa de la presente invención exhibe una rigidez a la flexión de 2,00 mN·mm o menos cuando la película tiene un espesor de 2 mils (50,8 micrómetros).

En algunas modalidades, una película multicapa de la presente invención exhibe un rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo de 2 agujeros pequeños o menos en 20.000 ciclos. En algunas modalidades, una película multicapa de la presente invención exhibe un rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo de 1,5 agujeros pequeños o menos en 20.000 ciclos.

Las películas multicapa pueden coextrudirse como películas sopladas o películas fundidas mediante técnicas conocidas por los expertos en la técnica basado en las enseñanzas de la presente descripción. En particular, basado en las composiciones de las distintas capas de película descritas en la presente descripción, las líneas de fabricación de películas sopladas y las líneas de fabricación de películas fundidas pueden configurarse para coextrudir las películas multicapa de la presente invención en una sola etapa de extrusión usando técnicas conocidas por los expertos en la técnica basado en las

enseñanzas en la presente descripción. En algunas modalidades, las películas multicapa son películas sopladas coextrudidas.

## 5 Aditivos opcionales

En algunas modalidades, una o más capas de la película multicapa pueden incluir uno o más aditivos opcionales. Los ejemplos no limitativos de aditivos adecuados incluyen agentes antibloqueo, antioxidantes, 10 agentes antiestáticos, agentes estabilizantes, agentes nucleantes, colorantes, pigmentos, absorbentes o estabilizadores ultravioletas (UV), pirorretardantes, compatibilizadores, plastificantes, agentes de relleno, coadyuvantes de elaboración, aditivo antiniebla, agentes 15 de reticulación (p. ej., peróxidos) y combinaciones de estos.

En algunas modalidades, la primera capa superficial y/o la segunda capa superficial incluyen un agente antibloqueo. Un “agente antibloqueo” es un compuesto 20 que minimiza, o evita, el bloqueo (es decir, la adhesión) entre dos capas adyacentes de película al crear una rugosidad microscópica de la superficie de la capa de película, lo que reduce el área de contacto disponible entre capas adyacentes. El agente antibloqueo puede ser 25 orgánico o inorgánico. Los ejemplos no limitativos de agentes antibloqueo adecuados incluyen sílice, talco,

carbonato de calcio y combinaciones de estos. En una modalidad, el agente antibloqueo es sílice ( $\text{SiO}_2$ ). La sílice puede ser sílice orgánica o sílice sintética. En una modalidad, el agente antibloqueo es talco.

5           En algunas modalidades, la primera capa superficial, la capa central, y/o la segunda capa superficial contienen de 0 % en peso, o 0,01 % en peso, o 0,05 % en peso, o 0,1 % en peso, o 0,2 % en peso a 0,3 % en peso, o 0,4 % en peso, o 0,5 % en peso, o 1,0 % en peso, o 2,0 % en peso, o 3,0 % en peso, o 4,0 % en peso, o 5,0 % en peso de aditivos totales, basado en el peso total de la capa superficial.

#### Artículos

15           Las modalidades de la presente invención también comprenden artículos, tales como envases, formados a partir de o que incorporan películas multicapa de la presente invención. Tales envases pueden formarse a partir de cualquiera de las películas multicapa  
20   inventivas descritas en la presente descripción.

          Los ejemplos de tales artículos pueden incluir empaques flexibles, bolsas “pouch”, bolsas con base, y empaques o bolsas “pouch” prefabricados. En algunas modalidades, las películas multicapa de la presente  
25   invención pueden usarse para envases de alimentos. Los ejemplos de alimentos que se pueden incluir en tales

envases incluyen carnes, quesos, cereales, nueces, jugos, salsas y otros. Tales empaques pueden formarse mediante técnicas conocidas por los expertos en la técnica basado en las enseñanzas en la presente descripción y basado en el uso particular del empaque (p. ej., tipo de alimento, cantidad de alimento, etc.).

Un ejemplo de un artículo que puede formarse a partir de cualquiera de las películas multicapa inventivas descritas en la presente descripción es una bolsa grande. En algunas modalidades, tales bolsas tienen un volumen de al menos 250 galones. Tales bolsas, en algunas modalidades, tienen un volumen de hasta aproximadamente 6.000 galones. En algunas modalidades, tales bolsas pueden usarse en envases líquidos flexibles de bolsa en caja ("envases BIB"). Tales bolsas pueden usarse para una amplia variedad de líquidos.

#### Métodos de prueba

A menos que se indique de otro modo en la presente, se usan los siguientes métodos analíticos en los aspectos descriptivos de la presente invención:

#### Índice de fusión/velocidad de flujo de fusión

Los índices de fusión  $I_2$  (o  $I_2$ ) e  $I_{10}$  (o  $I_{10}$ ) se midieron de acuerdo con ASTM D-1238 (método B) a 190 °C y a una carga de 2,16 kg y 10 kg, respectivamente. Sus valores

se informan en g/10 min. La velocidad de flujo de fusión (MFR, por sus siglas en inglés) se usa para los homopolímeros de polipropileno e interpolímeros de propileno-etileno y se mide de acuerdo con ASTM D-1238 a 5 230 °C a 2,16 kg.

#### Densidad

Las muestras para la medición de densidad se preparan de acuerdo con ASTM D4703. Las mediciones se 10 realizan, de acuerdo con la ASTM D792, Método B, dentro de una hora de prensado de la muestra.

#### Detector triple - GPC (medición PDMS Mw y Mn)

El peso molecular promedio en peso (Mw) y el 15 peso molecular promedio en número (Mn) del polidimetilsiloxano se miden por GPC (Viscotek™ GPC Max) usando una capacidad de detección triple. La unidad Viscotek™ TDA305 está equipada con un refractómetro diferencial, un viscosímetro de presión diferencial en 20 línea y dispersión de luz de ángulo bajo (LALS: ángulos de detección de 7° y 90°). La fase móvil es tolueno de grado HPLC. Las columnas son dos PL Gel Mixed C de Varian - (7,5 \* 300 mm, tamaño de partícula de 5 µm) y una columna PL Gel Guard de Varian - (7,5 \* 300 mm) volumen 25 de inyección de fractom de 5 con un flujo de 1 ml/min y un tiempo de ejecución de 37 min. La temperatura de la

columna y el detector es de 40 °C. El software usado es Omnisec 4.6.1 (Viscotek™).

Los detectores se calibran mediante inyección de un estándar de poliestireno estrecho (Mw 68.100 g/mol) de una concentración conocida. Los parámetros de ejecución correctos se verifican mediante el uso de un estándar de poliestireno de distribución de peso molecular estrecho (PS71K). Los promedios de peso molecular deben estar dentro del gráfico de Control Estadístico de Procesos (SPC, por sus siglas en inglés) para validar la calibración de los detectores. La precisión y exactitud típicas de GPC<sup>3</sup> (que depende del incremento del índice de refracción) son alrededor del 2-3 %.

#### 15 Rigidez a la flexión

La rigidez a la flexión de las películas de múltiples capas se calcula basado en los principios descritos por Berry A. Morris y John D. Vansant en “The Influence of Sealant Modulus on the Bending Stiffness of Multilayer Films”, presentado en la Conferencia 1997 de polímeros TAPPI, laminaciones y revestimientos en Toronto, Ontario, Canadá del 24-28 de Agosto, 1997 y publicado en las páginas 165-172 de las Actas de la Conferencia; Además el artículo se presentó también a la Conferencia de la Sociedad de Ingenieros Plásticos ANTEC, en mayo de 1998 y publicada en las páginas 35-40 de Actas

de la Conferencia, y el artículo se publicó adicionalmente en la revista Tecnología de Envasado e Ingeniería (Barry A. Morris y John D. Vanisant, “Sealant Modulus in Multilayer Films Can Skew Bending Stiffness”, 5 Tecnología de Envasado e Ingeniería, vol. 7, núm. 5, 46-51 (mayo de 1998)).

La rigidez a la flexión o el factor de rigidez de una película multicapa, que es desviada por D, con una fuerza aplicada F puede describirse mediante:

10

$$\frac{F}{D} = (\sum_{i=1}^n E_i I_i) G'.$$

en donde  $E_i$  = módulo de la capa I,  $I_i$  = contribución al momento total de inercia de la capa I, n = número de 15 capas y  $G'$  = describe cómo se aplica la fuerza.  $\sum E_i I_i$  representa una rigidez a la flexión que describe la rigidez compuesta de la viga, película, lámina, etc.  $\sum E_i I_i$ , la rigidez a la flexión, se calcula al ubicar primero el eje neutro y luego la contribución de cada 20 capa basada en la distancia de la capa al eje neutro.

#### Rendimiento contra el agrietamiento por flexión Gelbo

El rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo se mide con un probador de flexión Gelbo 25 configurado para medir de acuerdo con ASTM F392.

Algunas modalidades de la invención se describirán en detalle a continuación en los siguientes ejemplos.

5

### Ejemplos

Las materias primas que se muestran en la Tabla 1 se usan para preparar las Películas Inventivas y las Películas Comparativas que se analizan a continuación. Cada una de estas resinas de polietileno está disponible  
10 comercialmente de The Dow Chemical Company, a menos que se indique lo contrario.

Tabla 1

| Nombre comercial   | Tipo                                                                                                                                                   | I <sub>2</sub> (g/10min) | Densidad (g/cc) |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| AFFINITY™ PL 1880G | Plastómero de polietileno                                                                                                                              | 1,0                      | 0,902           |
| ENGAGE™ 8180       | Elastómero de poliolefina                                                                                                                              | 0,5                      | 0,863           |
| INNATE™ ST50       | Polímero a base de etileno                                                                                                                             | 0,85                     | 0,918           |
| PDMS*              | Goma PDMS Mn = 336.000 g/mol<br>Goma PDMS Mw = 628.000 g/mol<br>Fluido PDMS 60.000 cSt<br>Fluido PDMS = 61.000 g/mol<br>Fluido PDMS Mw = 121.000 g/mol | N/A                      | N/A             |

\* Para producir la formulación de PDMS, un polietileno lineal de baja densidad (DOWLEX™ 2047G) se mezcla con polidimetilsiloxano (PDMS) en una extrusora de doble husillo de rotación conjunta (TSE). Se usa una extrusora de doble tornillo cogiratorio de 26 mm de Coperion con L/D de 60 para mezclar por fusión y dispersar el PDMS en la matriz de polietileno lineal de baja densidad. Específicamente, los gránulos de polietileno se alimentan a una tolva de alimentación de la tolva TSE usando un alimentador gravimétrico K-Tron. Se inyecta goma PDMS (goma PDMS 4-7034) en el TSE a una L/D de 18 usando una combinación de un alimentador Bonnet y una bomba de engranaje Maag. El fluido PDMS (PMX-200, 60.000 cSt) se inyecta en el TSE a una L/D de 34 usando una bomba de engranaje Zenith. Los barriles de TSE se ajustan a 180 °C y la velocidad del tornillo es 300 rpm. Los gránulos de polietileno se alimentan a una velocidad de 26 lb/h, la goma de PDMS se alimenta a una velocidad de 10,5 lb/h y el fluido de PDMS se inyecta a una velocidad de 3,5 lb/h. La tasa de rendimiento total se establece a 40 lb/hora. La fusión final del polímero de PDMS se granula con el uso de una peletizadora subacuática Gala para producir un tamaño de gránulo correspondiente a 32 gránulos/gm.  
15  
20  
25  
30

## Películas de la invención 1-2 y Películas comparativas A-D

Las Películas de la invención 1-2 y las Películas comparativas A-D son películas coextrudidas de tres capas (A/B/A) que se preparan de la siguiente manera. Las Películas de la invención 1-2 y las Películas comparativas A-D tienen las siguientes estructuras:

Tabla 2

| <b>Película</b>            | <b>Estructura*</b>                                                                           | <b>Relación de capa (A/B/A)</b> |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Película de la invención 1 | A: 98,5 % de INNATE™ ST50 + 1,5 % de PDMS<br>B: 98,5 % de INNATE™ ST50 + 1,5 % de PDMS       | 20 % // 60 % // 20 %            |
| Película de la invención 2 | A: 98,5 % de INNATE™ ST50 + 1,5 % de PDMS<br>B: 98,5 % de AFFINITY™ PL 1880G + 1,5 % de PDMS | 30 % // 40 % // 30 %            |
| Película comparativa A     | A: 100 % de INNATE™ ST50<br>B: 100 % de INNATE™ ST50                                         | 20 % // 60 % // 20 %            |
| Película comparativa B     | A: 100 % de INNATE™ ST50<br>B: 98,5 % de INNATE™ ST50 + 1,5 % de PDMS                        | 20 % // 60 % // 20 %            |
| Película Comparativa C     | A: 100 % de INNATE™ ST50<br>B: 100 % de ENGAGE™ 8180                                         | 40 % // 20 % // 40 %            |
| Película Comparativa D     | A: 98,5 % de INNATE™ ST50 + 1,5 % de PDMS<br>B: 100 % de INNATE™ ST50                        | 30 % // 40 % // 30 %            |

10 \* Cada película multicapa incluye 3000 pm de talco en todas las capas.

Las películas se producen con una línea de película soplada de coextrusión LabTech. La línea está compuesta por cinco extrusoras de husillo simple 30:1 L/D, equipadas con zonas de alimentación suave. Los diámetros de husillo son de 25 mm para las dos extrusoras de capa exterior y 20 mm para las tres extrusoras de capa

central. La boquilla es de 74,9 mm, y la abertura de la boquilla es de 2 mm. La temperatura de fusión es de 430 °F. La relación de soplado es de 2,5:1. La velocidad de salida es de 20 libras/hora/pulgada. El espesor nominal de cada película es de 2 mils.

Se calcula la densidad de la capa superficial de las películas. Se miden la rigidez a la flexión y el rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo a través de los métodos de prueba descritos anteriormente (el rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo se informa como “Defectos”). Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

| <b>Película</b>            | <b>Capa superficial (g/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>Defectos</b> | <b>Rigidez a la flexión (mN.mm)</b> |
|----------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Película de la invención 1 | 0,918                                      | 1,33            | 1,89                                |
| Película de la invención 2 | 0,918                                      | 1,00            | 1,82                                |
| Película comparativa A     | 0,918                                      | 10,67           | 1,89                                |
| Película comparativa B     | 0,918                                      | 8,33            | 1,89                                |
| Película Comparativa C     | 0,918                                      | 12,00           | 1,86                                |
| Película Comparativa D     | 0,918                                      | 9,33            | 1,89                                |

15

Las Películas de la invención 1 y 2 tienen un rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo excelente ( $\leq 2$ ) en comparación con las Películas comparativas A-D. Las Películas de la invención 1 y 2 también tienen una rigidez a la flexión deseable. Al comparar las Películas

20

comparativas A-D con las Películas de la invención, las Películas de la invención 1 y 2 demuestran que la inclusión de PDMS en las capas de la película mejora sorprendentemente el rendimiento de agrietamiento por flexión Gelbo.