

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 670**

51 Int. Cl.:

**B32B 5/18** (2006.01)

**B32B 27/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2013 PCT/EP2013/072564**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO14067923**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2013 E 13783586 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2914423**

54 Título: **Artículo que comprende capas de ácido poliláctico y proceso de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

**30.10.2012 WO PCT/IB2012/002421**

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

**18.11.2019**

73 Titular/es:

**COMPAGNIE GERVAIS DANONE (50.0%)  
17, Boulevard Haussmann  
75009 Paris, FR y  
CLARIANT INTERNATIONAL LTD (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHIVRAC, FRÉDÉRIC;  
JACOB, ANNE-FLORE;  
WEGNER, JAN-ERIC y  
GROESLING, MIRCO**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 731 670 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**

Artículo que comprende capas de ácido poliláctico y proceso de fabricación del mismo

La invención se refiere a un artículo que comprende ácido poliláctico espumado y a un proceso para la fabricación del mismo. El artículo se puede usar en el campo del envasado. Este presenta buenas propiedades, incluyendo una buena capacidad de separación.

El ácido poliláctico (PLA) es un polímero termoplástico fabricado a partir de recursos renovables. Este tiene una importante biodegradabilidad. Las láminas de plástico de PLA se usan para fabricar recipientes termoconformados. Sin embargo, existe la necesidad de reducir la cantidad de material usado en el envasado, sin afectar significativamente a las propiedades mecánicas u otras propiedades.

Una solución para reducir la cantidad de materiales es incorporar en materiales termoplásticos, por ejemplo, en poliestireno, agentes espumantes que generan compuestos de gas al calentarse. Los ejemplos de tales agentes espumantes incluyen una asociación de ácido cítrico y bicarbonato de sodio, que reaccionan juntos al calentarse y generan dióxido de carbono y agua.

El documento CN101899167 describe la incorporación de microesferas expandibles en PLA para preparar láminas de monocapa de PLA espumado. Sin embargo, tales láminas apenas se adaptan a algunas aplicaciones de envasado, tales como las aplicaciones alimenticias, debido a que la estructura espumada no proporciona una barrera para algunos agentes, por ejemplo, a contaminantes o agentes que pueden alterar los productos alimenticios, tales como el oxígeno. El documento WO2013/160717 describe artículos de múltiples capas que comprenden una capa de PLA espumado con microesferas expandidas. Existe la necesidad de otros artículos.

Mientras tanto, la incorporación de microesferas expandibles se realiza preferiblemente sin usar una bomba de engranajes porque tal equipo implica muchas fuerzas de cizallamiento que pueden dañar las microesferas y, por tanto, reducir su expansión. Por otro lado, el uso de una bomba de engranajes para incorporar aditivos normalmente se prefiere para controlar otras propiedades, tales como la homogeneidad, que puede ser importante para los artículos en forma de lámina de plástico y las transformaciones adicionales, tales como el termoconformado. Por tanto, existe la necesidad de tecnologías distintas a las que implican microesferas expandibles.

Además, los artículos para el envasado podrían requerir algunas propiedades específicas, tales como la capacidad de separación (capacidad para separar recipientes de múltiples envases con requerimiento de flexión). Tal propiedad se obtiene normalmente en las líneas de producción de recipientes durante las etapas de corte previo. Las etapas de corte previo implican la implementación de una herramienta de recorte mecánico que impacta y penetra en la lámina de plástico con una profundidad de corte previo controlada. La implementación de esta etapa resulta particularmente difícil con el PLA, ya que este es un material frágil. Por tanto, aparecen grietas en los bordes de los recipientes y en la superficie del recipiente a lo largo de las líneas de corte previo. En consecuencia, resulta casi imposible separar los vasos sin afectar a la integridad del recipiente. Por tanto, existe la necesidad de artículos de PLA que presenten una capacidad de separación mejorada, por ejemplo, con una disminución de la fragilidad, para producir recipientes de múltiples envases. Otras propiedades de interés incluyen la densidad, las propiedades mecánicas, el equilibrio de las mismas y también la procesabilidad en etapas de conformado adicionales.

El documento US 2010/0086758 describe láminas de PLA espumado de monocapa, libres de cualquier modificador de impacto. Sin embargo, tales láminas apenas se adaptan a algunas aplicaciones de envasado, tales como las aplicaciones alimenticias, debido a que la estructura espumada no proporciona una barrera para algunos agentes, por ejemplo, a contaminantes o agentes que pueden alterar los productos alimenticios, tales como el oxígeno. También se cree que tales láminas presentan una capacidad de separación insuficiente y existe la necesidad de diferentes productos con una mejor capacidad de separación.

La patente europea EP 1798029 describe láminas de PLA de múltiples capas coextruidas que tienen una capa espumada, libres de cualquier modificador de impacto. Se cree que tales láminas presentan una capacidad de separación insuficiente y existe la necesidad de diferentes productos con una mejor capacidad de separación.

El documento WO 2007/145905 describe un método de formación de láminas espumadas de PLA con la adición de un compuesto reticulante que reacciona con el PLA. Sin embargo, tales láminas apenas se adaptan a algunas aplicaciones de envasado, tales como las aplicaciones alimenticias, debido a que la estructura espumada no proporciona una barrera para algunos agentes, por ejemplo, a contaminantes o agentes que pueden alterar los productos alimenticios, tales como el oxígeno. También se cree que tales láminas presentan una capacidad de separación insuficiente y existe la necesidad de diferentes productos con una mejor capacidad de separación.

El documento WO 2005/042627 describe un método de formación de láminas espumadas de PLA mediante la adición de un agente espumante y un agente de nucleación. Sin embargo, tales láminas apenas se adaptan a algunas aplicaciones de envasado, tales como las aplicaciones alimenticias, debido a que la estructura espumada no proporciona una barrera para algunos agentes, por ejemplo, a contaminantes o agentes que pueden alterar los productos alimenticios, tales como el oxígeno. También se cree que tales láminas presentan una capacidad de separación insuficiente y existe la necesidad de diferentes productos con una mejor capacidad de separación.

La invención aborda al menos uno de los problemas o necesidades anteriores con un artículo que comprende un material de plástico de múltiples capas, como se define en la reivindicación 1.

La solución al problema anterior se logra mediante la provisión de un artículo como se define en la reivindicación 1.

La invención también se refiere a procesos que se adaptan para preparar los artículos.

- 5 De manera sorprendente, se ha hallado que los artículos y/o el proceso de la invención permiten una buena procesabilidad y/o buenas propiedades mecánicas, tales como resistencia a la compresión, y/u otras buenas propiedades, tales como capacidad de separación. De manera sorprendente, se ha hallado que la introducción de modificadores de impacto en capas no espumadas permite una mejor capacidad de separación.

#### Definiciones

- 10 En la presente solicitud, un material de ácido poliláctico (PLA) no espumado se refiere a ácido poliláctico sustancialmente agotado de inclusiones de gas, ya sea directamente en el PLA o en microesferas embebidas en el PLA. El PLA no espumado tiene típicamente una densidad superior a 1,2. El PLA no espumado también se conoce como "PLA compacto".

- 15 En la presente solicitud, un material de ácido poliláctico (PLA) espumado se refiere a ácido poliláctico que comprende inclusiones de gas, preferiblemente directamente en el PLA, típicamente en contraste con las inclusiones de gas en microesferas embebidas en el PLA. El PLA espumado tiene típicamente una densidad de hasta 1,2, preferiblemente de menos de 1,2, preferiblemente de hasta 1,1.

- 20 En la presente solicitud, las microesferas expandibles o expandidas se refieren a productos que tienen una cubierta polimérica, típicamente una cubierta termoplástica, y un gas en la cubierta que puede expandirse al calentarse. Al calentarse, la presión del gas aumenta dentro de la cubierta y se expande la cubierta. Tales productos son conocidos por un experto en la técnica y están disponibles en el mercado, por ejemplo, tal como Expancel®.

En la presente solicitud, la capacidad de separación (o capacidad de ruptura) se refiere a la capacidad de un material en capas a ser divisible a lo largo de una línea de corte previo con requerimiento de flexión.

- 25 En la presente solicitud, los "aditivos" se refieren a productos que se pueden añadir al ácido poliláctico u otros materiales termoplásticos, diferentes de los productos que comprenden microesferas expandibles o expandidas y de los modificadores de impacto.

#### Estructura del artículo: láminas

El artículo de la invención es un material de plástico de múltiples capas, preferiblemente un material termoplástico, que comprende al menos:

- 30 A) una capa A de un material A de ácido poliláctico no espumado que comprende ácido poliláctico,

B) una capa B de un material B de ácido poliláctico espumado que comprende ácido poliláctico y que está libre de microesferas expandidas en donde "libre de microesferas expandidas" se refiere a un contenido en peso de menos del 0,1 % o el 0 %,

- 35 en donde el material A comprende del 0,1 % al 10 % en peso de un modificador de impacto y el material B está libre de modificador de impacto, en donde "libre de modificador de impacto" se refiere a un contenido en peso de menos del 0,1 % o el 0 %.

El material A es típicamente un material compacto de ácido poliláctico, que comprende un modificador de impacto y que comprende, opcionalmente, aditivos adicionales. El contenido de aditivo adicional en el material A puede ser, por ejemplo, del 0 % al 10 % en peso, preferiblemente del 0,1 % al 5 %.

- 40 El material B es un material de ácido poliláctico espumado, libre de microesferas expandidas. En la presente memoria, "libre de microesferas expandidas" se refiere a un contenido en peso de menos del 0,1 %, preferiblemente menos del 0,01 % o el 0 %.

- 45 El material B está libre de modificadores de impacto. En la presente memoria, "libre de modificadores de impacto" se refiere a un contenido en peso de menos del 0,1 %, preferiblemente menos del 0,01 % o el 0 %. Se cree que la ausencia de modificador de impacto en el material B mejora la capacidad de separación.

El material B comprende, opcionalmente, aditivos adicionales. El contenido de aditivo adicional en el material B puede ser, por ejemplo, del 0 % al 10 % en peso, preferiblemente del 0,1 % al 5 %.

- 50 Se menciona que, en una realización preferida, el material de ácido poliláctico comprende del 0 % al 0,15 % en peso, preferiblemente del 0 % al 0,1 %, de agentes de reticulación, típicamente añadidos después de la polimerización, tales como peróxidos. En una realización más preferida, el material de ácido poliláctico no comprende tales agentes de reticulación. De manera sorprendente, se ha hallado que tales agentes de reticulación son inútiles.

## ES 2 731 670 T3

5 En una realización, el artículo es una lámina de plástico o una película. Este tiene típicamente un espesor e. Este tiene típicamente otras dos dimensiones, tales como una longitud 1 y un ancho b. Típicamente, ambas otras dos dimensiones 1 y b son al menos 10 veces, preferiblemente 100 veces el espesor. La lámina o película de plástico puede tener típicamente un espesor de 0,1 mm a 5 mm, preferiblemente de 0,5 mm a 2 mm, preferiblemente de 0,6 mm a 1 mm. Los ejemplos de espesores son 0,5 mm, o 0,7 mm, o 0,8 mm, o 0,9 mm o 1 mm. El ancho puede ser típicamente de 20 cm a 200 cm. La longitud puede ser de al menos 200 cm. Las láminas de plástico se pueden presentar como rollos.

10 En una realización, el artículo es un recipiente. El envase puede ser un artículo termoconformado, preferiblemente obtenido a partir de la lámina de plástico. Este puede ser, por ejemplo, una botella o un vaso termoconformado, preferiblemente en forma de múltiples envases o en forma de vaso individual. El recipiente comprende típicamente al menos una parte que corresponde a la estructura de múltiples capas. Este puede comprender una parte estirada y una parte no estirada. La parte no estirada puede corresponder típicamente a la lámina de plástico, con el espesor de la lámina de plástico. La parte no estirada puede ser, por ejemplo, un reborde en la periferia de una parte estirada. Por ejemplo, el artículo puede ser un vaso termoconformado, que tiene un cuerpo que corresponde a una parte estirada, típicamente termoconformada, de una lámina y rebordes en la periferia del cuerpo, que corresponde a una parte no estirada de una lámina. A continuación, se proporcionan detalles adicionales sobre los recipientes.

15 El artículo puede comprender 2 o 3 capas o más. Este puede consistir en 2 o 3 capas. Este puede ser, por ejemplo, un material de dos capas (capa A)-(capa B). Este puede ser un material de tres capas (capa A)-(capa B)-(capa C). Este puede ser un material de tres capas (primera capa A)-(capa B)-(segunda capa A). La primera capa A y la segunda capa A pueden ser idénticas o diferentes. El artículo comprende preferiblemente al menos el 19 % en peso, preferiblemente al menos el 38 % en peso de capa B. Tales cantidades mejoran la disminución de densidad del artículo.

20 Las cantidades de las capas en distancia a lo largo del espesor del artículo pueden corresponder al siguiente perfil de espesor:

- 25 - capa/s A: del 10 % al 90 %,  
- capa B: del 10 % al 90 %,

siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o diferente.

30 En una realización preferida, las cantidades de las capas en distancia a lo largo del espesor del artículo corresponden al siguiente perfil de espesor:

- primera capa A: del 5 al 45 %,  
- capa B: del 10 al 90 %,  
- segunda capa A: del 5 al 45 %,

35 siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o diferente.

En una realización preferida, las cantidades de las capas en distancia a lo largo del espesor del artículo corresponden al siguiente perfil de espesor:

- 40 - primera capa A: del 10 al 30 %,  
- capa B: del 40 % al 80 %,  
- segunda capa A: del 10 al 30 %,

siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o diferente.

Las cantidades de las capas en peso de las capas pueden ser las siguientes:

- 45 - capa/s A: del 12 % al 95 %,  
- capa B: del 5 % al 88 %,

siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o diferente.

En una realización preferida, las cantidades en peso son las siguientes:

- 50 - primera capa A: del 6 % al 47,5 %,  
- capa B: del 5 % al 88 %,  
- segunda capa A: del 6 % al 47,5 %,

siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o

diferente.

En una realización preferida, las cantidades en peso son las siguientes:

- primera capa A: del 12 % al 35 %,
- capa B: del 30 % al 76 %,
- 5 - segunda capa A: del 12 % al 35 %,

siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o diferente.

#### Ácido poliláctico

- 10 Los polímeros de ácido poliláctico (PLA) son conocidos por un experto en la técnica y están disponibles en el mercado. Estos se obtienen típicamente mediante la polimerización de monómeros de ácido láctico. El monómero de ácido láctico se obtiene típicamente mediante un proceso microbiológico, que implica microorganismos, tales como las bacterias.

#### Espumado y agentes espumantes

- 15 El material B es un material espumado que comprende inclusiones de gas. Las inclusiones de gas se pueden generar mediante cualquier medio adecuado diferente de las microesferas expandibles. Los medios adecuados incluyen la introducción de agentes espumantes químicos (CFA) y la introducción directa de un compuesto de gas en forma de gas o en forma de líquido o en forma supercrítica, tal como CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> o alcanos, por ejemplo, n-butano y/o i-butano y/o n-pentano y/o i-pentano y/o neopentano. Las tecnologías adecuadas para la introducción directa de gas en una masa fundida de polímero son conocidas por un experto en la técnica.

- 20 En una realización preferida, se usa un agente espumante químico (CFA). Tales agentes generan un gas al procesarse, típicamente mediante la activación de calor y, por tanto, permiten un espumado. Una vez que se genera el gas y se espuma el material, tal agente deja típicamente un aducto de reacción en el material.

Por tanto, el material B contiene preferiblemente al menos un aducto de un agente espumante químico.

- 25 El agente espumante químico es típicamente un compuesto o una mezcla de compuestos que se somete a descomposición térmica para generar un compuesto de gas como producto de descomposición. La elección del agente espumante puede depender de la temperatura de procesamiento a la que se procesa el material B. El material B se procesa típicamente en el barril de una extrusora. Típicamente, el agente espumante químico tiene una temperatura de descomposición en el intervalo de más de 150 °C a 280 °C. Tales agentes espumantes son típicamente dióxido de carbono y, opcionalmente, generadores de humedad del agua. Los CFA adecuados incluyen carbonatos y bicarbonatos de un metal, por ejemplo, bicarbonato de sodio y/o ácido cítrico puro. Además de la generación de CO<sub>2</sub> y, opcionalmente, de H<sub>2</sub>O, la degradación térmica de estos CFA también genera típicamente los siguientes aductos de subproductos: citrato de sodio, ácido cis-aconítico, ácido trans-aconítico, anhídrido cis-aconítico, anhídrido trans-aconítico, anhídrido itacónico y anhídrido citracónico.
- 30

El agente espumante químico comprende preferiblemente ácido cítrico y, opcionalmente, bicarbonato de sodio.

- 35 El aducto es típicamente citrato de sodio, ácido cis-aconítico, ácido trans-aconítico, anhídrido cis-aconítico, anhídrido trans-aconítico, anhídrido itacónico y anhídrido citracónico o una mezcla de los mismos.

- 40 La cantidad de agente espumante usado puede depender del nivel de espumado deseado en el producto y, por tanto, de la densidad deseada. En una realización preferida, el material B tiene una densidad de 0,5 a 1,2, preferiblemente de 0,75 a 1,1. En una realización preferida, el material de ácido poliláctico espumado (material B) comprende del 0,1 al 10 % en peso, preferiblemente del 0,5 % al 4 % de CFA activo (por ejemplo, ácido cítrico puro o bicarbonato de sodio/ácido cítrico). En una realización preferida, el artículo (que incluye todas las capas) tiene una densidad de 0,75 a 1,2, preferiblemente de 0,75 a menos de 1,2 o menos de 1,0. El CFA, la cantidad del mismo, la/s capa/s A, opcionalmente, las capas adicionales, y las composiciones de las capas se pueden seleccionar para ello.

- 45 Se menciona que los agentes espumantes químicos se pueden añadir en forma de mezclas madre, en donde el aditivo se dispersa en una matriz de polímero, por ejemplo, PLA o un polímero de monómeros etilénicamente insaturados, tal como un copolímero de vinil acetato de etileno.

- 50 Se menciona que el compuesto de gas que se genera mediante el agente espumante químico puede estar en forma disuelta en la masa fundida de polímero a presión, típicamente en una extrusora, y se puede transformar en una forma de gas, lo que permite inclusiones de gas tras una disminución de la presión, típicamente después de un troquel de extrusora.

#### Modificador de impacto

El material A comprende al menos un modificador de impacto. Tales compuestos son conocidos por un experto en la

técnica y están disponibles en el mercado como tales. Estos modifican las propiedades mecánicas de los termoplásticos mediante el aumento de la tensión de tracción de dichos termoplásticos. Pueden estar implicados diversos mecanismos, tales como la cavitación en el momento del impacto o la energía difusa liberada en el momento del impacto. Los compuestos que tienen tales propiedades son típicamente adecuados. Los ejemplos de modificadores de impacto incluyen sulfonatos de alquilo, poliésteres aromáticos alifáticos, poli(adipato-co-tereftalato de butileno), por ejemplo, aquellos descritos en la patente europea EP 2065435, copolímeros de etileno, por ejemplo, descritos en el documento WO 2011119639, citrato de acetil tributilo, citrato de trietilo, succinato de polibutileno, alcohol de polivinilo (PVA), vinil acetato de etileno, aceite hidrogenado de suelo.

En una realización preferida, el modificador de impacto es un compuesto polimérico de núcleo/cubierta o un compuesto de sulfonato de alquilo.

En una realización preferida, el material A comprende del 0,5 al 5 % en peso de un modificador de impacto.

Los modificadores de impacto se pueden añadir en forma de mezclas madre, en donde el modificador de impacto se dispersa en una matriz de polímero, por ejemplo, PLA o un polímero de monómeros etilénicamente insaturados, tal como un copolímero de vinil acetato de etileno.

El compuesto polimérico de núcleo-cubierta, también conocido como copolímero de núcleo-cubierta, está típicamente en forma de partículas finas que tienen un núcleo de elastómero y al menos una cubierta termoplástica, siendo el tamaño de partícula generalmente menor de 1 micrómetro y, de manera ventajosa, entre 150 y 500 nm y preferiblemente de 200 nm a 450 nm. Los copolímeros núcleo-cubierta pueden ser monodispersos o polidispersos.

A modo de ejemplo del núcleo, se pueden mencionar los homopolímeros de isopreno o los homopolímeros de butadieno, los copolímeros de isopreno con, como máximo, el 3 % en moles de un monómero de vinilo y los copolímeros de butadieno con, como máximo, el 35 % en moles de un monómero de vinilo y preferiblemente el 30 % en nanomoles o menos. El monómero de vinilo puede ser un estireno, un alquilestireno, un acrilonitrilo o un (met)acrilato de alquilo. Otra familia de núcleos consiste en los homopolímeros de un (met)acrilato de alquilo y los copolímeros de un (met)acrilato de alquilo con, como máximo, el 35 % en moles de un monómero de vinilo y preferiblemente el 30 % en moles o menos. El (met)acrilato de alquilo es, de manera ventajosa, acrilato de butilo. Otra alternativa consiste en un copolímero totalmente acrílico de acrilato de 2-octilo con un acrilato de alquilo inferior, tal como acrilato de n-butilo, etilo, isobutilo o 2-etilhexilo. El acrilato de alquilo es, de manera ventajosa, acrilato de butilo o acrilato de 2-etilhexilo o mezclas de los mismos. Según una realización más preferida, el comonómero de 2-octilacrilato se elige entre acrilato de butilo y acrilato de 2-etilhexilo. El monómero de vinilo puede ser un estireno, un alquilestireno, un acrilonitrilo, un butadieno o un isopreno. El núcleo del copolímero puede estar reticulado completa o parcialmente. Todo lo que se requiere es añadir al menos monómeros difuncionales durante la preparación del núcleo; estos monómeros se pueden elegir de ésteres poli(met)acrílicos de polioles, tales como di(met)acrilato de butileno y trimetacrilato de trimetilopropano. Otros monómeros difuncionales son, por ejemplo, divinilbenceno, trivinilbenceno, acrilato de vinilo y metacrilato de vinilo. El núcleo también se puede reticular mediante la introducción en el mismo, mediante el injerto, o como comonómero durante la polimerización, de monómeros funcionales insaturados, tales como anhídridos de ácidos carboxílicos insaturados, ácidos carboxílicos insaturados y epóxidos insaturados. Se puede mencionar, a modo de ejemplo, el anhídrido maleico, el ácido (met)acrílico y el metacrilato de glicidilo.

Las cubiertas son típicamente homopolímeros de estireno, homopolímeros de alquilestireno u homopolímeros de metacrilato de metilo o copolímeros que comprenden al menos el 70 % en moles de uno de los monómeros anteriores y al menos un comonómero elegido de los otros monómeros anteriores, acetato de vinilo y acrilonitrilo. La cubierta se puede funcionalizar mediante la introducción en la misma, mediante el injerto, o como comonómero durante la polimerización, de monómeros funcionales insaturados, tales como anhídridos de ácidos carboxílicos insaturados, ácidos carboxílicos insaturados y epóxidos insaturados. Se puede mencionar, por ejemplo, el anhídrido maleico, el ácido (met)acrílico y el metacrilato de glicidilo. A modo de ejemplo, se pueden mencionar los copolímeros (A) de núcleo-cubierta que tienen una cubierta de poliestireno y los copolímeros (A) de núcleo-cubierta que tienen una cubierta de PMMA. La cubierta también podría contener grupos funcionales o hidrófilos para ayudar en la dispersión y la compatibilidad con diferentes fases de polímeros. También hay copolímeros (A) de núcleo-cubierta que tienen dos cubiertas, una fabricada de poliestireno y la otra, en el exterior, fabricada de PMMA. Los ejemplos de copolímeros (A) y su método de preparación se describen en la siguiente patente estadounidense n.º 4.180.494, patente estadounidense n.º 3.808.180, patente estadounidense n.º 4.096.202, patente estadounidense n.º 4.260.693, patente estadounidense n.º 3.287.443, patente estadounidense n.º 3.657.391, patente estadounidense n.º 4.299.928 y la patente estadounidense n.º 3.985.704.

La relación de núcleo/cubierta puede estar, por ejemplo, en un intervalo entre 10/90 y 90/10, más preferiblemente 40/60 y 90/10, de manera ventajosa de 60/40 a 90/10 y lo más ventajosamente entre 70/30 y 95/15.

Los ejemplos de modificadores de impacto de núcleo/cubierta adecuados incluyen gamas de Biostrength, por ejemplo, Biostrength 150, comercializadas por Arkema.

#### Aditivos adicionales

El material A y/o el material B pueden comprender aditivos adicionales. En la presente memoria, los aditivos

adicionales se entienden como compuestos diferentes de los modificadores de impacto y las microesferas expandibles. Los aditivos adicionales en el material A y/o el material B, si están presentes, pueden ser idénticos o diferentes. Los aditivos que se pueden usar incluyen, por ejemplo:

- 5 - agentes de nucleación, tales como talco
- cargas,
- modificadores de aspecto, tales como pigmentos o colorantes,
- estabilizantes,
- lubricantes,
- mezclas o asociaciones de los mismos.

10 Los agentes de nucleación son, por ejemplo; partículas de talco. Tal agente puede acelerar la producción de espuma y/o ayudar a controlar el tamaño de la inclusión de gas. Tales agentes están disponibles en el mercado, por ejemplo, en forma de mezclas madre.

Los pigmentos pueden ser, por ejemplo, pigmentos de TiO<sub>2</sub>, por ejemplo, descritos en el documento WO 2011119639.

15 Los aditivos adicionales se pueden añadir en forma de mezclas madre, en donde el aditivo se dispersa en una matriz de polímero, por ejemplo, PLA o un polímero de monómeros etilénicamente insaturados, tal como un copolímero de vinil acetato de etileno.

Los aditivos adicionales, si están presentes, en el material A y/o el material B pueden estar presentes típicamente en una cantidad del 0,1 % al 15 % en peso, por ejemplo, en una cantidad del 1 % al 10 % en peso.

#### Recipientes

20 El artículo puede ser un recipiente, por ejemplo, un recipiente usado como recipiente de productos lácteos, tal como un vaso de yogur. La invención también se refiere al recipiente relleno de un producto alimenticio o no alimenticio, preferiblemente un producto lácteo, preferiblemente un producto a base de leche (siendo la leche una leche animal o un sustituto de leche vegetal, tal como leche de soja o leche de arroz, etc.), preferiblemente un producto lácteo fermentado, por ejemplo, un yogur. El envase puede tener forma de vaso de yogur, por ejemplo, con una sección transversal cuadrada o un cuadrado con una sección transversal de esquinas redondeadas o una sección transversal redonda. El recipiente puede tener un fondo cónico, preferiblemente un fondo redondeado cónico. El recipiente tiene paredes (perpendiculares a la sección transversal) que pueden estar provistas de elementos, tales como adhesivos o insignias. Los elementos, tales como insignias, pueden contribuir a reforzar la resistencia mecánica del recipiente. El recipiente puede ser, por ejemplo, un recipiente de 50 ml (o 50 g) a 1 l (o 1 kg), por ejemplo, un recipiente de 50 ml (o 50 g) a 80 ml (o 80 g), o de 80 ml (o 80 g) a 100 ml (o 100 g), o de 100 ml (o 100 g) a 125 ml (o 125 g), o de 125 ml (o 125 g) a 150 ml (o 150 g), o de 150 ml (o 150 g) a 200 ml (o 200 g), o de 200 ml (o 200 g) a 250 ml (o 250 g) a 300 ml (o 300 g), o de 300 ml (o 300 g) a 500 ml (o 500 g), o de 500 ml (o 500 g) a 750 ml (o 750 g) o de 750 ml (o 750 g) a 1 l (o 1 kg).

#### Proceso

35 El artículo se puede preparar mediante cualquier proceso adecuado. El material A y/o el material B se pueden preparar antes de conformar el artículo o durante el conformado del artículo. Los materiales termoplásticos, tales como PLA, se pueden introducir en forma de polvo, pellas o gránulos.

Típicamente, el proceso comprende una etapa de mezclado de ácido poliláctico y un agente espumante químico y una etapa de calentamiento para generar un compuesto de gas a partir del agente espumante químico.

40 El material A es una mezcla de varios ingredientes: al menos PLA y modificador de impacto. Estos ingredientes se pueden mezclar tras el conformado del artículo, típicamente en una extrusora. Se pueden implementar mezclas madre de modificadores de impacto y, opcionalmente, de aditivos adicionales para mezclarse con un material termoplástico. En otra realización, se pueden usar compuestos mezclados previamente típicamente en forma de polvo, pellas o gránulos.

45 El material B puede ser una mezcla de ingredientes, por ejemplo, ácido poliláctico y gas o ácido poliláctico y agente espumante químico. Estos ingredientes se pueden mezclar tras el conformado del artículo, típicamente en una extrusora. Se pueden implementar mezclas madre de agentes de conformado químicos y, opcionalmente, de aditivos adicionales o incluso varias mezclas madre, a fin de mezclarse con ácido poliláctico. En otra realización, se pueden usar compuestos mezclados previamente en forma de polvo, pellas o gránulos. Los procesos útiles típicamente incluyen una etapa de mezclado de ácido poliláctico y agentes espumantes químicos y una etapa de calentamiento para generar compuestos de gas. Estos compuestos de gas pueden disolverse en la matriz del material B y, después, expandirse como gas cuando la presión disminuye, típicamente después de un troquel de una extrusora, permitiendo que el material B se expanda. La temperatura de calentamiento puede ser, por ejemplo, de 150 °C a 250 °C, preferiblemente de 150 °C a 200 °C o de 200 °C a 230 °C, por ejemplo, de 180 °C a 230 °C. El calentamiento se puede realizar durante la etapa de mezclado o en una etapa adicional. El mezclado y/o el calentamiento se pueden realizar en una extrusora, en una etapa de extrusión. El calentamiento se realiza típicamente durante una etapa de extrusión para formar la capa B.

En una realización, el agente espumante químico comprende ácido cítrico y, opcionalmente, bicarbonato de sodio y el compuesto de gas que se genera comprende CO<sub>2</sub>, también se genera, opcionalmente, H<sub>2</sub>O.

5 En una realización preferida, la capa A y la capa B están coextruidas, típicamente a partir del material A y el material B fluye en forma fundida. Los procesos de coextrusión son conocidos por un experto en la técnica. Estos típicamente implican extruir flujos separados a través de troqueles separados de lado a lado. Más allá de los troqueles, los flujos se fusionan y forman al menos una interfaz. Hay una interfaz para los artículos de dos capas y dos interfaces para los artículos de tres capas. Los materiales se enfrían después para formar un artículo sólido. Se pueden implementar tratamientos adecuados después de la coextrusión con el fin de obtener el producto deseado, por ejemplo, una lámina o una película. Las etapas de tratamiento son, por ejemplo, tratamientos de prensado, calandrado, estiramiento, etc...

10 Los parámetros de estas etapas de tratamiento, tales como temperaturas, presión, velocidad, número de tratamientos, se pueden adaptar para obtener el producto deseado, por ejemplo, una lámina. En una realización, el artículo es una lámina preparada mediante un proceso que implica la coextrusión y el calandrado.

En una realización, el artículo es un recipiente termoconformado obtenido a partir de una lámina de plástico. El artículo termoconformado se obtiene preferiblemente mediante:

- 15 1) la coextrusión de al menos la capa A y la capa B para obtener una lámina de plástico de múltiples capas y  
2) el termoconformado de la lámina de plástico para obtener un recipiente.

El termoconformado es una operación conocida. En la presente memoria, el termoconformado se refiere a cualquier proceso en donde un material de plástico se calienta y se estira en una cavidad, por ejemplo, con un tapón (que es el termoconformado convencional) y/o mediante soplado. Se puede termoconformar la lámina para obtener el producto final de la forma deseada. Se menciona que se produce algo de estiramiento tras el termoconformado. El termoconformado se puede realizar, por ejemplo, gracias a una línea de termoconformado Form Fill Seal. Tal proceso está bien adaptado para obtener vasos en forma de múltiples envases. Como alternativa, el termoconformado se puede realizar según un proceso de conformado de un vaso individual, a fin de proporcionar vasos individuales conformados previamente antes del relleno. En una realización, se implementa un proceso en donde una lámina se transforma en tiras, las tiras se conforman en un tubo y se sueldan y, después, el tubo se sopla en un molde. Por lo tanto, tal proceso y un equipo se comercializan, por ejemplo, como "Roll N Blow" por Agami y/o se describen en los documentos FR2851227 y/o WO201007004.

20

25

El termoconformado puede presentar las siguientes etapas:

- 30 - introducción de la lámina en las cadenas de guía (es decir, puntas o mordazas);  
- calentamiento de la lámina, mediante el calentamiento de placas de contacto;  
- conformado gracias a un molde negativo, asistido por el conformado de tapones y la presión del aire. El molde puede comprender o no una etiqueta.

En una línea de termoconformado Form Fill Seal, se pueden realizar típicamente las siguientes etapas después del termoconformado:

- 35 - las formas resultantes se rellenan con un producto y, después, se termosellan con una película de tapa,  
- finalmente, se cortan y, opcionalmente, se cortan previamente con una o varias herramientas de recorte mecánico.

Los detalles y ventajas adicionales de la invención podrían aparecer en los siguientes ejemplos no limitantes.

### Ejemplos

Los ejemplos se implementan con el uso de los siguientes materiales:

- 40 - PLA: Ingeo® 2003D comercializado por NatureWorks  
- modificador de impacto 1 (IM1): Biostrength 150 comercializado por Arkema, en forma de una mezcla madre de PLA del 50 % en peso  
- agente espumante químico 1 (CFA1): mezcla madre de ácido cítrico (40 % de CFA1 en PLA)  
- agente espumante químico 2 (CFA2): mezcla madre de ácido cítrico + bicarbonato de sodio (30 % de CFA1 en PLA)

### 45 Ejemplo 1: lámina de plástico

#### Ejemplos 1.3-1.5

Las láminas de plástico expandido de PLA de tres capas se preparan según el siguiente procedimiento.

Procedimiento para el Ejemplo 1.3-1.4 y el Ejemplo comparativo 1.5:

La estructura de múltiples capas se produce mediante coextrusión.

- 50 Los materiales (mezclas madre de PLA, CFA y mezclas madre de modificador de impacto) de la capa interna de PLA espumado se extruyen con una extrusora Fairex que tiene un diámetro interno de 45 mm y una longitud de 24D. Con

CFA1, el perfil de temperatura a lo largo del husillo está comprendido entre 165 y 230 °C. Con CFA2, el perfil de temperatura a lo largo del husillo está comprendido entre 165 y 220 °C.

5 Los materiales (PLA y mezclas madre) de las dos capas compactas externas se extruyen con una extrusora Scannex que tiene un diámetro interno de 30 mm y una longitud de 26D. El PLA fundido obtenido se separa después en dos flujos diferentes en el bloque de alimentación para formar las capas compactas externas. La temperatura a lo largo del husillo está comprendida entre 165 y 195 °C. Después de las extrusoras, los diferentes flujos de PLA se alimentan a los canales de bloque de alimentación a través de diferentes pasos separados por dos planos delgados (troquel). Al final de los planos de separación, los tres flujos se fusionan y forman dos interfaces y la lámina se extruye a través de un troquel con una temperatura comprendida entre 185 y 195 °C. La lámina después se somete a calandrado en 3 10 rollos que obtienen una temperatura de 40 °C. La presión entre el primer y el segundo rollo de calandrado se mantiene a cero para estabilizar la estructura de espuma y para evitar cualquier colapso de la estructura expandida.

#### Ejemplos comparativos 1.1-1.2

Como referencias, dos láminas de plástico de PLA compacto (PLA con y sin modificadores de impacto) se preparan según el siguiente procedimiento.

15 Procedimiento para los Ejemplos comparativos 1.1-1.2:

20 Los materiales (PLA y mezclas madre) de la capa compacta se extruyen con una extrusora Fairex que tiene un diámetro interno de 45 mm y una longitud de 24D. La temperatura a lo largo del husillo está comprendida entre 180 y 200 °C. El PLA fundido se extruye a través de un troquel con una temperatura comprendida entre 185 y 195 °C para producir una lámina compacta. La lámina después se somete a calandrado en 3 rollos que obtienen una temperatura de 40 °C.

La Tabla I, a continuación, presenta composiciones de diversas láminas compactas o en capas (el contenido se proporciona en peso).

Tabla I

		Agente espumante químico	Modificador de impacto	Capa	Reparto de capas a lo largo del espesor de la lámina (en distancia)	Reparto de capas a lo largo del espesor de la lámina (en peso)	Contenido de PLA (en peso)	Contenido de mezcla madre de CFA (en peso)	Contenido de modificador de impacto (en peso)
Ejemplo 1.1 (comparativo)	PLA compacto virgen	/	/	Capa compacta	100 %	100 %	100 %	/	/
Ejemplo 1.2 (comparativo)	PLA compacto 1	/	IM1	Capa compacta	100 %	100 %	99 %	/	1 %
Ejemplo 1.3	Espuma 1 de PLA	CFA1	IM1	Capa compacta	22 %	26 %	99 %	/	1 %
				Capa espumada	58 %	51 %	98 %	2 %	1 %
				Capa compacta	20 %	23 %	99 %	/	1 %
Ejemplo 1.4	Espuma 2 de PLA	CFA2	IM1	Capa compacta	21 %	24 %	99 %	/	1 %
				Capa espumada	62 %	56 %	98 %	2 %	1 %
				Capa compacta	17 %	20 %	99 %	/	1 %
Ejemplo 1.5 (comparativo)	Espuma 3 de PLA	CFA1	IM1	Capa compacta	22 %	26 %	99 %	/	1 %
				Capa espumada	58 %	51 %	97 %	2 %	1 %
				Capa compacta	20 %	23 %	99 %	/	1 %

Evaluaciones

5 En ambos Ejemplos 1.3 y 1.4, no se observa ninguna disminución significativa en la viscosidad del PLA espumado (en comparación con el PLA no espumado) durante la extrusión, lo que confirma que el CO<sub>2</sub> y la humedad del agua generada durante la producción de la lámina no degradan el PLA. Como consecuencia, el PLA espumado y compacto tiene casi las mismas viscosidades, lo que facilita la fusión de los diferentes flujos de PLA en el bloque de alimentación y, después, la extrusión a través del troquel.

10 El espesor global de las láminas de todos los ejemplos y ejemplos comparativos es de 700 µm. El reparto de capas de la estructura de múltiples capas se confirma mediante microscopía óptica. En la Figura 1 se presenta una imagen de la estructura intercalada del PLA obtenida en el Ejemplo 1.3. La estructura de espuma se observa fácilmente, lo que confirma que el PLA ha de espumarse.

La densidad de la lámina se determina mediante mediciones gravimétricas y es igual a 1,07 en los Ejemplos 1.3, 1.4 y 1.5. Este resultado confirma una caída de densidad en comparación con el PLA compacto (los Ejemplos comparativos 1.1 y 1.2 tienen una densidad de 1,25).

**Ejemplo 2: vasos de yogur**

15 Las láminas de plástico del Ejemplo 1 se termoconforman en vasos de yogur según el siguiente procedimiento.

Procedimiento:

La lámina se introduce en una línea de termoconformado F.F.S. y, después, se transforma con los siguientes parámetros:

- temperatura de las placas de calentamiento: 90 °C;
- 20 - la lámina se calienta gradualmente gracias a seis etapas de calentamiento, teniendo cada una de las cajas de calentamiento un tiempo de cierre de 140 ms;
- la etapa de termoconformado se realiza con tapones de conformado de fieltro convencionales;
- la temperatura del molde se fija a 40 °C para activar la masa fundida en caliente de etiqueta y enfriar el material de PLA;
- 25 - presión de aire de conformado: 0,4 MPa (4 bares);
- tiempo de soplado: 200 ms;
- velocidad de la máquina: 29 carreras por minuto.

30 Los vasos de yogur se cortan en 2 vasos adjuntos (lo que se denomina "múltiples envases"), con una línea de corte previo entre cada uno de los 2 vasos. Las líneas de corte previo se realizan en el equipo F.F.S. Los operarios implementan y controlan diversas profundidades.

Evaluaciones:

- Los rendimientos mecánicos del vaso de yogur se determinan mediante ensayos de compresión denominados como carga superior. El valor de carga superior se evalúa según el siguiente protocolo:
- uso de una máquina de ensayo de tracción/compresión tipo ADAMEL LHOMARGY DY 34
- 35 - aplicación de compresión en vasos (en 2 vasos) con una velocidad de 10 mm/min a temperatura ambiente
- evaluación del valor de carga superior como: máximo de la curva de compresión.

Como referencia, se han incorporado los resultados de carga superior registrados a partir de vasos de PLA compacto producidos con una lámina de PLA que tenía un espesor de 650 µm.

- La profundidad de la línea de corte previo se mide mediante microscopía óptica con al menos 3 mediciones.
- 40 - La capacidad de separación se determina mediante mediciones manuales con una escala de marcado que representa la capacidad de los vasos para separarse con requerimiento de flexión:
- Marca 0: no se rompe en tres requerimientos o no sigue la línea de corte previo;
- Marca 1: se rompe en tres requerimientos y sigue la línea de corte previo;
- Marca 3: se rompe en dos requerimientos y sigue la línea de corte previo;

- Marca 5: se rompe en un requerimiento y sigue la línea de corte.
- Después, la capacidad de separación se compara con la profundidad de corte previo para determinar la profundidad de corte previo mínima requerida para obtener una buena capacidad de separación.

Resultados de las evaluaciones:

- 5 - No se informó de ningún problema durante la etapa de termoconformado, estando el perfil de espesor de PLA espumado y compacto medido cerca. Por tanto, la estructura de espuma no altera la etapa de termoconformado.
- Los rendimientos mecánicos del vaso se determinan a partir de mediciones de compresión:
  - lámina de PLA 1 compacto: densidad  $d = 1,25$ , carga superior =  $53,3 \pm 4,1$  daN
  - lámina de espuma 1 de PLA: densidad  $d = 1,07$ , carga superior =  $59,9 \pm 2,9$  daN
- 10 - lámina de espuma 2 de PLA: densidad  $d = 1,07$ , carga superior =  $60,6 \pm 6,5$  daN
- lámina de espuma 3 de PLA: densidad  $d = 1,08$ , carga superior =  $58,2 \pm 3,4$  daN
- Estos rendimientos de carga superior están en línea con los rendimientos requeridos con materiales convencionales, tales como poliestireno compacto.
- 15 - Al contrario que el PLA compacto (Ejemplo comparativo 1.1), no se observa fragilidad residual durante la introducción de la lámina en la línea de termoconformado F.F.S. con PLA compacto y espumado modificado con modificadores de impacto (Ejemplos 1.3, 1.4, Ejemplo comparativo 1.5).
- La Figura 2 presenta la marca de capacidad de separación en función de la profundidad de corte previo en el PLA sin aditivos (Ejemplo comparativo 1.1), el PLA 1 compacto (Ejemplo comparativo 1.3) y la espuma 1 de PLA (Ejemplo 1.3), 2 (Ejemplo 1.4) y 3 (Ejemplo comparativo 1.5) de PLA.
- 20 - Se observa que, sin modificadores de impacto, no resulta posible separar los vasos sin afectar a sus integridades (la profundidad de corte previo requerida es del 100 %, que es un corte completo).
- El PLA 1 compacto (Ejemplo comparativo 1.2) se vuelve realmente fácil de separar, con una marca superior a 3, en una profundidad de corte previo superior al 62 %.
- 25 - La espuma 1 de PLA (Ejemplo 1.3) y la espuma 2 de PLA (Ejemplo 1.4) presentan una profundidad de corte previo inferior para alcanzar una marca de 5, en concreto, del 40 % y el 55 %. Aparte, se observa que el ácido CFA1 cítrico puro favorece la capacidad de separación, en comparación con CFA2.
- Finalmente, se observa que con la espuma 3 de PLA (Ejemplo comparativo 1.5), que contiene un modificador de impacto en la capa expandida, la profundidad de corte previo debe ser más profunda que el 70 % para alcanzar una marca de 5. Este resultado se explica en la Figura 3, que presenta una imagen del corte previo realizado en la lámina de espuma 3 de PLA (Ejemplo comparativo 1.5). Se observa que la capa expandida se deforma mediante el impacto de las cuchillas y que no se realiza un corte previo real.
- 30 - Estos resultados muestran que los modificadores de impacto son necesarios para obtener una buena capacidad de separación y que no existe la necesidad de un modificador de impacto en la capa expandida para alcanzar una buena capacidad de separación. Tal estructura potencia la capacidad de rotura de los vasos, en comparación con el PLA compacto con modificador de impacto. Al contrario, con modificador de impacto en la capa expandida, la capacidad de separación se altera ligeramente debido a la deformación de la capa expandida.
- 35

**REIVINDICACIONES**

1. Un artículo que comprende un material de plástico de múltiples capas que comprende al menos:
- A) una capa A de un material A de ácido poliláctico no espumado que comprende ácido poliláctico,
- 5 B) una capa B de un material B de ácido poliláctico espumado que comprende ácido poliláctico y que está libre de microesferas expandidas, en donde "libre de microesferas expandidas" se refiere a un contenido en peso de menos del 0,1 % o el 0 %,
- en donde el material A comprende del 0,1 % al 10 % en peso de un modificador de impacto y el material B está libre de modificador de impacto, en donde "libre de modificador de impacto" se refiere a un contenido en peso de menos del 0,1 % o el 0 %.
- 10 2. Un artículo según la reivindicación precedente, en donde el material B contiene al menos un aducto de un agente espumante químico.
3. Un artículo según la reivindicación 2, en donde el agente espumante químico comprende ácido cítrico y, opcionalmente, bicarbonato de sodio.
- 15 4. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en donde el aducto es citrato de sodio, ácido cis-aconítico, ácido trans-aconítico, anhídrido cis-aconítico, anhídrido trans-aconítico, anhídrido itacónico y anhídrido citracónico o una mezcla de los mismos.
5. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el material B tiene una densidad de 0,5 a 1,2, preferiblemente de 0,75 a 1,1.
6. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene una densidad de 0,75 a 1,2.
- 20 7. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el modificador de impacto es un compuesto polimérico de núcleo/cubierta, un compuesto de sulfonato de alquilo, citrato de acetil tributilo, citrato de trietilo, succinato de polibutileno, PVA, vinil acetato de etileno y aceite hidrogenado de suelo.
8. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el material A comprende del 0,5 % al 5 % en peso de modificador de impacto.
- 25 9. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos el 19 % en peso, preferiblemente al menos el 38 % en peso de capa B.
10. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que es un material de tres capas (primera capa A)-(capa B)-(segunda capa A).
- 30 11. Un artículo según la reivindicación 10, en donde las cantidades de las capas en distancia a lo largo del espesor del artículo corresponden al siguiente perfil:
- primera capa A: del 5 al 45 %,
  - capa B: del 10 al 90 %,
  - segunda capa A: del 5 al 45 %,
- 35 siendo el total el 100 % del espesor, y en donde la primera capa A y la segunda capa A tienen un espesor idéntico o diferente.
12. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que es una lámina de plástico.
13. Un artículo según la reivindicación 12, en donde la lámina de plástico tiene un espesor de 0,5 mm a 2 mm, preferiblemente de 0,6 a 1 mm.
14. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que es un recipiente.
- 40 15. Un artículo según la reivindicación 14, en donde el recipiente es un artículo termoconformado, preferiblemente obtenido a partir de un artículo de lámina de plástico según cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13.
16. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15, que es una botella o un vaso termoconformado, preferiblemente en forma de múltiples envases o en forma de vaso individual.
- 45 17. Un proceso de fabricación de un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una etapa de mezclado de ácido poliláctico y un agente espumante químico y una etapa de calentamiento para generar un compuesto de gas a partir del agente espumante químico.
18. Un proceso según la reivindicación 17, en donde el agente espumante químico comprende ácido cítrico y,

opcionalmente, bicarbonato de sodio, y en donde el compuesto de gas comprende CO<sub>2</sub> y en donde también se genera, opcionalmente, H<sub>2</sub>O.

19. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 18, en donde el calentamiento se realiza a una temperatura de 150 a 250 °C.

5 20. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en donde el calentamiento se realiza durante una etapa de extrusión para formar la capa B.

21. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en donde al menos la capa A y la capa B están coextruidas.

10 22. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en donde el artículo es un recipiente termoconformado obtenido mediante:

- 1) la coextrusión de al menos la capa A y la capa B para obtener una lámina de plástico de múltiples capas y
- 2) el termoconformado de la lámina de plástico para obtener un recipiente.

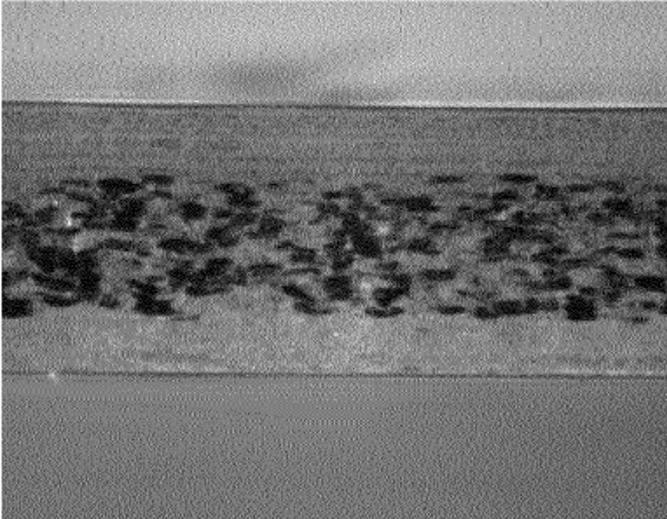


Figura 1

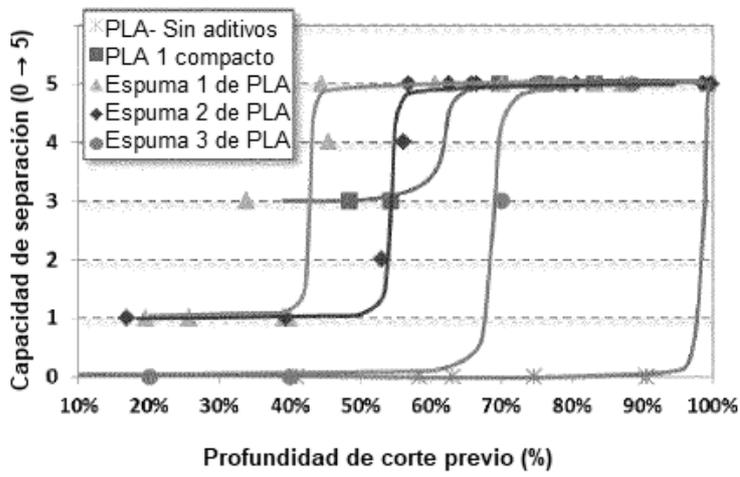


Figura 2

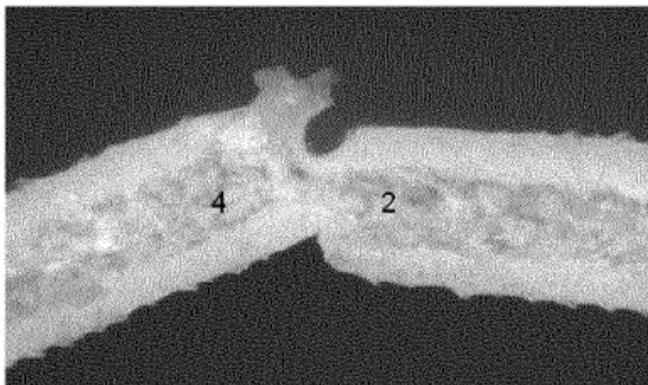


Figura 3