

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 077**

51 Int. Cl.:

B32B 5/20 (2006.01)
B32B 1/02 (2006.01)
B65D 65/46 (2006.01)
C08J 9/228 (2006.01)
C08J 9/32 (2006.01)
B32B 27/06 (2006.01)
B32B 27/36 (2006.01)
B29C 44/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2012 PCT/IB2012/001188**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13160717**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012 E 12735622 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2841246**

54 Título: **Artículo que comprende ácido poliláctico espumado y proceso para fabricarlo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2017

73 Titular/es:

**COMPAGNIE GERVAIS DANONE (100.0%)
17, Boulevard Haussmann
75009 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BEAL, CÉDRIC;
CHIVRAC, FRÉDÉRIC y
JACOB, ANNE-FLORE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 600 077 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 ácido poliláctico espumado y proceso para fabricarlo

La invención se refiere a un artículo que comprende ácido poliláctico espumado y a un proceso para fabricarlo. El artículo se puede usar en el campo del envasado.

5 El ácido poliláctico (PLA) es un polímero termoplástico fabricado a partir de fuentes renovables. Tiene una biodegradabilidad significativa. Las láminas de plástico PLA se usan para fabricar contenedores termoformados. Sin embargo hay una necesidad de disminuir la cantidad de material usado en envasado, sin impactar significativamente las propiedades mecánicas u otras propiedades.

10 Una solución para disminuir la cantidad de materiales es incorporar en materiales termoplásticos, por ejemplo en poliestireno, agentes espumantes que generen gas por calentamiento. Ejemplos de tales agentes espumantes incluyen una asociación de ácido cítrico y bicarbonato sódico que reaccionan juntos por calentamiento y generan gas de dióxido de carbono y agua. Tales agentes espumantes se encuentran impracticables en PLA porque el agua causa una hidrólisis de PLA y por tanto puede deteriorar las propiedades mecánicas y/o reológicas, y/o porque el gas genera una caída de viscosidad significativa que es difícil de manejar en procesos industriales: por ejemplo se observa un flujo anormal, que requiere una observación y adaptación constante del proceso. Esto es incluso más difícil de manejar en la preparación de materiales multicapa. Adicionalmente mucho material debe ser recirculado antes de que el proceso no sea estable, y por tanto desperdiciado.

15 El documento CN 101899167 describe la incorporación de microesferas expandibles en PLA para preparar láminas monocapa de PLA espumado. Sin embargo tales láminas se adaptan difícilmente a algunas aplicaciones de envasado tales como aplicaciones alimentarias porque la estructura espumada no proporciona una barrera a algunos agentes, por ejemplo a contaminantes o a agentes que pueden alterar productos alimentarios tales como oxígeno. Hay una necesidad de otros artículos.

20 La invención aborda al menos uno de los problemas o necesidades anteriores con un artículo que comprende un material plástico multicapa que comprende al menos:

- 25 A) una capa A de un material termoplástico diferente de ácido poliláctico espumado,
B) una capa B de un material ácido poliláctico espumado que comprende ácido poliláctico y microesferas expandidas.

La invención también se refiere a procesos que están adaptados a preparar artículos. La invención también se refiere al uso de microesferas expandibles en artículos multicapa que comprenden una capa PLA.

30 Sorprendentemente se ha encontrado que las microesferas expandibles permiten un buen procesado de las capas, especialmente de una capa de PLA que se va a espumar. Sorprendentemente se ha encontrado que fue posible obtener artículos con buenas propiedades mecánicas tales como resistencia a la compresión y/o otras propiedades tales como rotura.

Definiciones.

35 En la presente solicitud un material de ácido poliláctico (PLA) no espumado se refiere a ácido poliláctico significativamente mermado de inclusiones de gas, o bien directamente en el PLA o en microesferas englobadas en el PLA. El PLA no espumado típicamente tiene una densidad mayor que 1,2. PLA no espumado también es nombrado como "PLA compacto". En la presente solicitud un material de ácido poliláctico (PLA) espumado se refiere a ácido poliláctico que comprende inclusiones de gas, o bien directamente en el PLA o en microesferas englobadas en el PLA. El PLA espumado típicamente tiene una densidad de hasta 1,2, preferentemente de al menos 1,2, preferentemente de hasta 1,1.

40 En la presente solicitud rotura se refiere a la capacidad de un material en capas de dividirse a lo largo de una línea precortada bajo requerimiento a flexión.

45 En la presente solicitud "aditivos" se refiere a productos que se pueden añadir a ácido poliláctico u otros materiales termoplásticos, diferentes de productos que comprenden microesferas expandibles o expandidas.

Estructura del artículo – láminas.

El artículo de la invención es un material plástico multicapa, preferentemente material termoplástico, que comprende al menos:

- 50 A) una capa A de un material termoplástico diferente de ácido poliláctico espumado,
B) una capa B de un material ácido poliláctico espumado que comprende ácido poliláctico y microesferas expandidas.

El material de la capa A se puede nombrar como "material A". El material de la capa B se puede nombrar como "material B".

5 La capa A es típicamente un ácido poliláctico no espumado. El material A es típicamente un material ácido poliláctico compacto, opcionalmente que comprende aditivos. El aditivo contenido en el material A puede ser por ejemplo de 0% a 10% en peso, preferentemente de 0,1% a 5%.

La capa B es típicamente un material ácido poliláctico espumado que comprende microesferas expandidas, y opcionalmente aditivos. El aditivo contenido en el material B puede ser por ejemplo de 0% a 10% en peso, preferentemente de 0% a 5%. En una realización interesante el material B no comprende aditivos. Sorprendentemente se ha encontrado que el material B se podría usar sin la adición de más aditivos.

10 Se menciona que en una realización preferente el material ácido poliláctico comprende de 0% a 0,15% en peso, preferentemente de 0% a 0,1% de agentes de retrocruzamiento, típicamente añadidos después de polimerización, tales como peróxidos. En la realización más preferente el material ácido poliláctico no comprende tales agentes de retrocruzamiento. Sorprendentemente se ha encontrado que tales agentes de retrocruzamiento son inútiles.

15 En una realización el artículo es una lámina de plástico o una película. Típicamente tiene un espesor e. Típicamente tiene otras dos dimensiones tales como una longitud l y una anchura b. Típicamente las otras dos dimensiones l y b son al menos 10 veces, preferentemente 100 veces el espesor. La lámina de plástico o película típicamente puede tener un espesor de 0,1 mm a 5 mm, preferentemente de 0,5 mm a 2 mm, preferentemente de 0,6 mm a 1 mm. Ejemplos de espesores son 0,5 mm o 0,7 mm, o 0,8 mm, o 0,9 mm, o 1 mm. La anchura 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.

20 En una realización el artículo es un contenedor. El contenedor puede ser un artículo termoformado, preferentemente obtenido a partir de la lámina de plástico. El contenedor típicamente comprende al menos una parte que corresponde a la estructura de multicapa. Puede comprender una parte estirada y una parte no estirada. La parte no estirada típicamente puede corresponder a la lámina de plástico, con el espesor de la lámina de plástico. La parte no estirada puede ser por ejemplo una pestaña en la periferia de la parte estirada. Por ejemplo el artículo puede ser una copa termoformada, que tiene un cuerpo que corresponde a una parte estirada, típicamente termoformada, de una lámina, y pestañas en la periferia del cuerpo, que corresponden a una parte no estirada de una lámina. A continuación se dan más detalles sobre contenedores.

30 El artículo puede comprender 2 o 3 capas o más. Puede consistir en 2 o 3 capas. Puede ser por ejemplo un material de dos capas (capa A)-(capa B). Puede ser un material de tres capas (capa A)-(capa B)-(capa C). Puede ser un material de tres capas (primera capa A)-(capa B)-(segunda capa A). Primera capa A y segunda capa A pueden ser idénticas o diferentes. Preferentemente son idénticas. El artículo preferentemente comprende al menos 19% en peso, preferentemente al menos 38% en peso de la capa B.

35 Las cantidades de las capas en distancia entre el espesor del artículo puede corresponder al siguiente perfil de espesor:

- capa(s) A: de 10% a 75%,
- capa B: de 25 a 90%,

Siendo el total 100% del espesor.

40 En una realización preferente las cantidades de las capas en distancia entre el espesor del artículo puede corresponder al siguiente perfil de espesor:

- primera capa A: de 5 a 37,5%,
- capa B: de 25 a 90%,
- segunda capa A: de 5 a 37,5%

Siendo el total 100% del espesor.

45 Las cantidades de las capas en peso de las capas puede ser como sigue:

- capa(s) A: de 12,4% a 93%,
- capa B: de 19 a 68,4%,

Siendo el total 100% en peso.

En una realización preferente las cantidades en peso son como sigue:

- primera capa A: de 6,2 a 46,5%,
- capa B: de 19% a 68,4%,
- segunda capa A: de 6,2 a 46,5%

Siendo el total 100% en peso.

5 Ácido poliláctico.

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

10 Microesferas.

El material B comprende microesferas expandidas. Las microesferas expandidas se obtienen por expansión de microesferas expandibles.

15 Las microesferas expandibles son conocidas por el experto en la técnica y están comercialmente disponibles. Tales microesferas tienen una cubierta polimérica, típicamente una cubierta termoplástica, y un gas en la cubierta que se puede expandir por calentamiento. Al calentar la presión del gas se incrementa dentro de la cubierta, y la cubierta se expande. La presión del gas puede incrementar a una primera temperatura, y la cubierta se puede expandir a una segunda temperatura más alta, a la que puede sufrir una transición de frágil a dúctil. Típicamente la segunda temperatura es más alta que la temperatura de transición del vidrio del polímero de la cubierta, y por debajo de la temperatura de fusión de este polímero. La temperatura de calentamiento puede ser por ejemplo de 80°C a 250°C, preferentemente de 150°C a 250°C, preferentemente de 150°C a 200°C.

25 Gases apropiados incluyen por ejemplo alcanos tales como isopentano. Las microesferas preferentemente tienen una cubierta que puede ser una cubierta termoplástica hecha de monómeros etilénicamente insaturados que comprenden acrilonitrilo. Las microesferas pueden tener por ejemplo un tamaño medio de partícula de 5 a 20 µm antes de la expansión, y se pueden expandir por ejemplo hasta un tamaño medio de partícula de 20 µm a 200 µm. El volumen de expansión puede ser por ejemplo de 8 a 500, por ejemplo de 10 a 100. Ejemplos de polímeros, cubiertas, microesferas y/o procesos apropiados para fabricarlos se dan en los documentos WO201072663, WO2009153225, WO2007142593, WO2007091961, WO2007073318, WO2006068574, WO2006068573, WO2004113613, WO2004072160, WO2004056549, WO200183100, WO200145940, WO200107154, y WO9324581.

30 Microesferas expandibles útiles incluyen productos de la marca Expandel® de Akzo Nobel y/o Eka Chemicals. En una realización se pueden usar niveles que son compatibles con un contacto alimentario.

35 Las microesferas expandibles pueden estar en la forma de un masterbatch, en el que las microesferas se dispersan en una matriz polimérica, típicamente una matriz termoplástica, por ejemplo PLA, o un polímero o monómeros etilénicamente insaturados, tal como un copolímero acetato de vinilo etileno. La matriz no se califica aquí como un aditivo. Tales masterbatches pueden comprender por ejemplo de 5% a 90% en peso de matriz polimérica, preferentemente de 10% a 60%. Tales masterbatches además pueden comprender más aditivos, por ejemplo aditivos detallados a continuación. En una realización particular el masterbatch, a parte de la matriz y las microesferas está libre de más modificadores de impacto, modificadores de rotura y/o rellenos.

40 Al calentar, la densidad de las microesferas y/o el masterbatch incrementa de un valor inicial a un valor final. Esto puede depender del gas, la cantidad del mismo en la cubierta, de la composición de la cubierta, y de la temperatura. Se pueden seleccionar microesferas consecuentemente para obtener el material deseado con la densidad deseada, por ejemplo cuando se usa densidad aparente informada e información de altura de espuma.

45 En una realización preferente el material ácido poliláctico espumado (material B) tiene una densidad de 0,5 a 1,2, preferentemente de 0,75 a 1,1. Las microesferas y su cantidad se pueden seleccionar. En una realización preferente el material ácido poliláctico espumado (material B) comprende de 0,1 a 5% en peso, preferentemente de 1% a 4% de microesferas expandidas. En una realización preferente el artículo (que incluye todas las capas) tiene una densidad de 0,75 a 1,2, preferentemente de 0,75 a menos de 1,2 o a menos de 1,0. Las microesferas, su cantidad, capa(s) A, opcionalmente más capas, y los estados de las capas se pueden seleccionar.

Aditivos.

50 Los aditivos 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:

- modificadores de impacto,

- modificadores de rotura,
- rellenos,
- modificadores de aspecto, tales como pigmentos o colorantes,
- estabilizantes,
- 5 - lubricantes,
- sus mezclas o asociaciones.

Se menciona que algunos aditivos pueden proporcionar varias funciones tales como modificar propiedades de impacto y rotura.

10 Los aditivos que se pueden usar en PLA son conocidos por el experto en la técnica. Ejemplos incluyen alquil sulfonatos, poliésteres aromáticos alifáticos, poli(butileno adipato-co-tereftalato), por ejemplo los descritos en el documento EP 2065435, ácidos grasos o sus sales, tales como glicerín monoestearato, copolímeros de etileno, por ejemplo los descritos en el documento WO2011119639, y pigmentos TiO₂, por ejemplo descritos en el documento WO 2011119639.

15 Los aditivos se pueden añadir en la forma de masterbatches, en el que el aditivo se dispersa en una matriz de polímeros, por ejemplo PLA o un polímero de monómeros etilénicamente insaturados, tales como un copolímero acetato de vinilo etileno.

Los aditivos que están presentes en el material A y/o material B típicamente pueden estar presentes en una cantidad de 0,1% a 15% en peso, por ejemplo en una cantidad de 1% a 10% en peso.

Contenedores.

20 El artículo puede ser un contenedor, por ejemplo un contenedor usado como un contenedor de producto lácteo, como un vaso de yogur. La invención también se refiere al contenedor relleno con un producto alimentario, preferentemente un producto lácteo, preferentemente un producto a base de leche (siendo la leche un producto animal o una leche vegetal sustitutiva tal como leche de soja o leche de arroz etc), preferentemente un producto lácteo fermentado, por ejemplo un yogur. El contenedor puede tener una forma de vaso de yogur, por ejemplo con una sección de corte redonda o un círculo con sección de corte de esquinas redondeadas, o sección de corte redonda. El contenedor puede tener un fondo con tapa, preferentemente un fondo redondeado con tapa. El contenedor tiene paredes (perpendiculares a la sección de corte) que se pueden suministrar con elementos tales como pegatinas o banderolas. Elementos tales como banderolas pueden contribuir a reforzar la resistencia mecánica del contenedor. El contenedor puede ser por ejemplo un contenedor de 50 ml (o 50 g), a 1l (o 1 kg), por ejemplo un contenedor de 50 ml (o 50 g) a 80 ml (80 g), o de 80 ml (o 80 gr) a 100 ml (o 100 gr), o de 100 ml (o 100 gr) a 125 ml (o 125 gr), o de 125 ml (o 125 gr) a 150 ml (o 150 gr), o de 150 ml (o 150 gr) a 200 ml (o 200 gr), o de 250 ml (o 250 gr) a 300 ml (o 300 gr), o de 300 ml (o 300 gr) a 500 ml (o 500 gr), o de 500 ml (o 500 gr) a 750 ml (o 750 gr), o de 750 ml (o 750 g) a 1 l (o 1 kg).

Proceso.

35 El artículo se puede preparar por cualquier proceso apropiado. El material A y/o material B se pueden preparar antes de formar el artículo o durante la formación del artículo. Los materiales termoplásticos, tales como PLA, se pueden introducir en la forma de polvo, pellets o gránulos.

40 Si el material A es una mezcla de varios ingredientes, estos ingredientes se pueden mezclar al formar el artículo, típicamente en un extrusionador. Se pueden implementar masterbatches de aditivos para mezclar con un material termoplástico. En otra realización se pueden usar compuestos premezclados típicamente en la forma de polvo, pellets o gránulos.

45 El material B es una mezcla de microesferas y ácido poliláctico. Estos ingredientes se pueden mezclar al formar el artículo, típicamente en un extrusionador. Se pueden implementar masterbatches de microesferas y opcionalmente otros aditivos, o incluso varios masterbatches, para mezclar con ácido poliláctico. En otra realización se pueden usar compuestos premezclados en la forma de polvo, pellets o gránulos. Procesos útiles típicamente incluyen una etapa de mezclar ácido poliláctico y microesferas expandibles, y una etapa de calentamiento para expandir las microesferas. La temperatura de calentamiento puede ser por ejemplo de 150°C a 250°C, preferentemente de 150°C a 200°C. El calentamiento se puede llevar a cabo durante la etapa de mezclado o en una etapa posterior. El mezclado y/o calentamiento se puede llevar a cabo en un extrusionador, en una etapa de extrusión. El calentamiento típicamente se lleva a cabo durante una etapa de extrusión para formar la capa B.

50 En una realización preferente la capa A y la capa B se coextrusionan, típicamente a partir de material A y material B que fluye en una forma fundida. Los procesos de coextrusión son conocidos por un experto en la técnica. Estos típicamente implican extrusionar flujos separados a través de troqueles separados de lado a lado. Después de los

troqueles los flujos se unen y forman al menos una interconexión. Hay una interconexión para artículos de dos capas y dos interconexiones para artículos de tres capas. Los materiales después se enfrían para formar un artículo sólido. Se pueden implementar tratamientos apropiados después de la coextrusión para obtener el producto deseado, por ejemplo una lámina o una película. Las etapas de tratamiento son por ejemplo tratamientos de prensado, satinado, estirado, etc. 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 coextrusionar y satinar.

En una realización el artículo es un contenedor termoformado obtenido a partir de una lámina de plástico. El artículo termoformado preferentemente se obtiene mediante:

- 1) coextrusionar al menos la capa A y capa B para obtener una lámina de plástico multicapa, y
- 2) termoformar la lámina de plástico para obtener un contenedor.

El termoformado es una operación conocida. Se puede termoformar la lámina de modo que se obtiene el producto final de la forma deseada. Se señala que algo de estiramiento se da en el termoformado. El termoformado se puede realizar por ejemplo gracias a la línea de termoformado Form Fill Seal. El termoformado puede presentar las siguientes etapas:

- introducir la lámina en las cadenas guía (p. ej. puntas o bocas);
- calentar la lámina, mediante placas de calentamiento por contacto;
- formar gracias a un molde en negativo, ayudado por contramolde auxiliar y aire a presión. El molde puede comprender o no una etiqueta.

En una línea de termoformado Form Fill Seal, típicamente se llevan a cabo las siguientes etapas después del termoformado:

- las formas que resultan se rellenan con un producto, y después se termosella con una película de tapa,
- finalmente, se cortan y opcionalmente se precortan mediante herramienta mecánica de recorte.

Más detalles o ventajas de la invención pueden aparecer en los siguientes ejemplos no limitantes.

Ejemplos.

Los ejemplos se llevan a cabo usando los siguientes materiales:

- Masterbatch: Expancel® FG92 MBX 120 etiquetado por Eka Chemicals AB (dependiente Akzo Nobel NV).
- PLA: Ingeo® 2003D etiquetado por NatureWorks.
- Aditivo: modificador de impacto.

Ejemplo 1 – lámina de plástico.

Se prepara una lámina de plástico de tres capas según el procedimiento siguiente.

Procedimiento:

La estructura multicapa se produce por coextrusión. La capa de PLA espumada interna se extrusiona con un extrusionador Fairex que tiene un diámetro interno de 45 mm y una longitud de 24D. Las dos capas compactas externas se extrusionan con un extrusionador Scannex que tiene un diámetro interno de 30 mm y una longitud de 26D. Después el PLA medio obtenido se separa en dos flujos diferentes en el bloque de alimentación para formar las capas compactas externas. En ambos extrusionadores, la temperatura a lo largo del tornillo está comprendida entre 165 y 195°C. Después de los extrusionadores, los diferentes flujos PLA alimentan dos canales de bloque de alimentación a través de pasajes separados por placas delgadas (troqueles). Al final de las placas separadas, los tres flujos se mezclan y forman dos interconexiones, y la lámina se extrusiona a través de un troquel con temperatura comprendida entre 185 y 195°C. La lámina después se satina sobre 3 rodillos que tienen una temperatura de 40°C. La presión entre el primer y segundo rodillo de satinado se mantiene a cero para estabilizar y para evitar que se deshagan las burbujas de microesfera.

La lámina en capas tiene la siguiente composición de capas (los contenidos se proporcionan en peso):

Capa	Reparto de la capa a lo largo del espesor de la lámina (en distancia)	Reparto de la capa a lo largo del espesor de la lámina (en peso)	Contenido de PLA	Contenido de masterbatch	Contenido de aditivo
Capa compacta	25%	31%	98%	/	2%
Capa espumada	50%	38%	97,4%	2,6%	
Capa compacta	25%	31%	98%	/	2%

Evaluaciones.

5 No se observa disminución significativa de la viscosidad de PLA espumado (comparado con PLA no espumado) durante la extrusión, atestiguando que las microesferas no degradan PLA. Como consecuencia, el PLA espumado y compacto tiene casi la misma viscosidad, facilitando la mezcla de los diferentes flujos de PLA en el bloque de alimentación y después la extrusión a través del troquel. Además, el flujo de extrusión se estabiliza en poco tiempo (3 min), atestiguando la eficacia de las microesferas y su simplicidad de uso.

10 El espesor total de la lámina es 750 µm. La repartición de capas de la estructura multicapas se confirma (25% compacto/50% espumado/25% compacto) por microscopio óptico. En la figura 1 se presenta un dibujo de SEM (barrido de microscopio electrónico) de la capa de PLA espumado. Las microesferas se ven fácilmente en este dibujo, atestiguando que el PLA está espumado.

La densidad de la lámina se determina por medición gravimétrica y es igual a 0,97. Este resultado atestigua una caída de densidad de 22,4%, comparado con la materia prima PLA.

15 La lámina obtenida se llama “espuma PLA”.

Ejemplo 2 – vasos de yogur.

La lámina de plástico del ejemplo 1 es termoformada en vasos de yogur según el procedimiento siguiente.

Procedimiento:

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

- 20 - Temperatura placas de calentamiento: 95°C;
- La lámina se calienta gradualmente gracias a seis etapas de calentamiento, cada una de las cajas de calentamiento tiene un tiempo de cerrado de 140 ms;
- La etapa de termoformado se lleva a cabo con contramoldes auxiliares convencionales;
- 25 - La temperatura del molde se fija a 45°C para activar que la etiqueta caliente se funda y se enfría sobre el material PLA;
- Presión de aire de formado: 5 bares;
- Velocidad de la máquina: 28 golpes por minuto.

30 La forma y dimensiones (en mm) de los vasos de yogur se proporcionan en la figura 2 y figura 3. Los vasos de yogur se cortan en x4 vasos unidos (llamados “multipack”), con una línea precortada entre cada una de las 4 copas. Las líneas precortadas se llevan a cabo sobre el equipamiento F.F.S. Los operarios implementan y controlan varias profundidades.

Evaluaciones:

- El comportamiento mecánico del vaso de yogur se determina por pruebas de compresión llamadas Top Load. El valor de Top Load se evalúa según el siguiente protocolo:
- 35 - Uso de una máquina de prueba tensión/compresión tipo ADAMEL LHOMARGY DY 34
- Aplicar compresión sobre los vasos (en 4 vasos) con una velocidad de 10 mm/min a temperatura ambiente

ES 2 600 077 T3

- Evaluar el valor de Top Load como: máximo de la curva de compresión y tomar el valor de la fuerza para un desplazamiento de 3 mm.
- La profundidad de la línea precortada se mide por microscopio óptico con al menos 3 mediciones.
- La rotura se mide con medición manual con una escala marcada que representa la capacidad de los vasos de separarse bajo requerimiento a flexión:
 - Marca 0: no se rompe en tres requerimientos o no sigue la línea precortada;
 - Marca 1: se rompe en tres requerimientos y sigue la línea precortada;
 - Marca 3: se rompe en dos requerimientos y sigue la línea precortada;
 - Marca 5: se rompe en un requerimiento y sigue la línea precortada.
- Después, la rotura se compara con la profundidad del precortado para determinar la profundidad de precorte mínima requerida para obtener una buena rotura.

A continuación se proporcionan los resultados de las evaluaciones.

Resultados:

- No se observa fragilidad residual durante la introducción de la lámina en la línea de termoformado F.F.S. No se informó de cuestiones relacionadas con la etapa de termoformado, el perfil de espesor era cercano al obtenido con materia prima PLA (llamado "compacto") que se sabe que se transforma fácilmente a través de termoformado.
 - La marca de rotura de los multipack que se obtiene está cercana a 5 lo que atestigua que no se requiere más aditivo de rotura en la capa expandida. La profundidad de la línea precortada está entre 416 μm y 449 μm .
 - El comportamiento mecánico del vaso se determina a partir de mediciones de compresión:
 - Top Load a 3 mm = $58,2 \pm 5,1$ daN
 - Top Load máximo = $90,6 \pm 3,6$ daN
- Estos comportamientos de Top Load están en línea con comportamientos requeridos con materiales convencionales como poliestireno compacto.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo que comprende un material plástico multicapa que comprende al menos:
A) una capa A de un material termoplástico diferente de ácido poliláctico espumado,
B) una capa B de un material ácido poliláctico espumado que comprende ácido poliláctico y microesferas expandidas.
2. Un artículo según la reivindicación 1, en el que las microesferas tienen una cubierta termoplástica fabricada de monómeros etilénicamente insaturados que comprende acrilonitrilo.
3. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material ácido poliláctico espumado tiene una densidad de 0,5 a 1,2, preferentemente de 0,75 a 1,1.
4. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene una densidad de 0,75 a 1,2.
5. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material ácido poliláctico espumado comprende de 0,1 a 5% en peso de microesferas expandidas.
6. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material ácido poliláctico espumado comprende de 0% a 0,15% en peso, preferentemente de 0% a 0,1% de agentes de retrocruzamiento.
7. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa A es ácido poliláctico no espumado.
8. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos 19% en peso, preferentemente al menos 38% en peso de capa B.
9. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que es un material de tres capas (primera capa A)-(capa B)-(segunda capa A).
10. Un artículo según la reivindicación 9, en el que las cantidades de las capas en distancia a lo largo del espesor del artículo corresponde al siguiente perfil:
 - primera capa A: de 5 a 37,5%,
 - capa B: de 25 a 90%,
 - segunda capa A: de 5 a 37,5%siendo el total 100% del espesor.
11. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que es una lámina de plástico.
12. Un artículo según la reivindicación 11, en el que la lámina de plástico tiene un espesor de 0,5 mm a 2 mm, preferentemente de 0,6 mm a 1 mm.
13. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que es un contenedor.
14. Un artículo según la reivindicación 13, en el que el contenedor es un artículo termoformado, preferentemente obtenido a partir de un artículo de lámina de plástico según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12.
15. Un artículo según cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, que es un vaso termoformado.
16. Un proceso para fabricar un artículo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una etapa de mezclar ácido poliláctico y microesferas expandibles, y una etapa de calentar para expandir las microesferas.
17. Un proceso según la reivindicación 16, en el que el calentamiento se lleva a cabo a una temperatura de 150 a 250°C.
18. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 17, en el que el calentamiento se lleva a cabo durante una etapa de extrusión para formar la capa B.
19. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en el que al menos la capa A y capa B están coextrusionadas.

20. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, en el que el artículo es un contenedor termoformado obtenido mediante:

- 1) coextrusionar al menos la capa A y capa B para obtener una lámina de plástico multicapa, y
- 2) termoformar la lámina de plástico para obtener un contenedor.

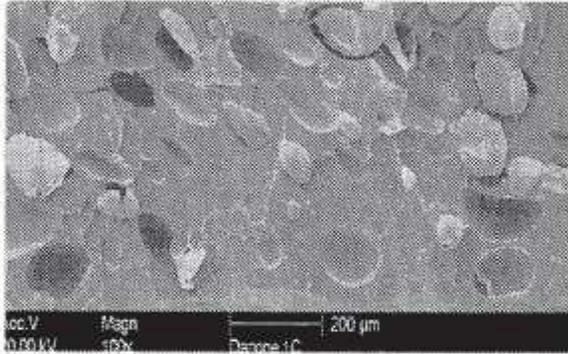


Figura 1

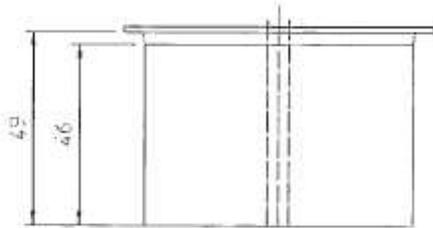


Figura 2

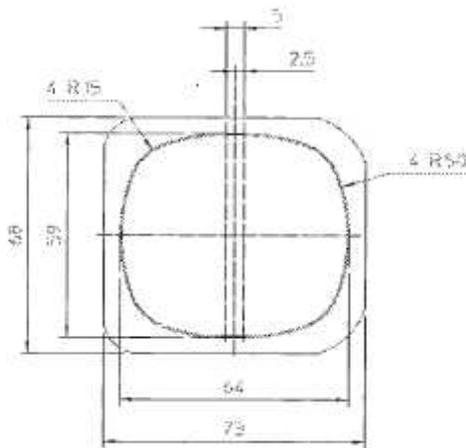


Figura 3