

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 152**

51 Int. Cl.:

B65D 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2011** **E 11794888 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015** **EP 2668105**

54 Título: **Envase sostenible para productos de consumo**

30 Prioridad:

25.01.2011 US 201113013302

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

17.08.2015

73 Titular/es:

THE PROCTER&GAMBLE COMPANY (100.0%)
299 East Sixth Street, Sycamore Bldg, 4th Floor
Cincinnati, OH 45202, US

72 Inventor/es:

BOSWELL, EMILY CHARLOTTE;
COLLIAS, DIMITRIS IOANNIS;
MAGNESS, ROBERT EARL;
ZIMMERMAN, DEAN ARTHUR;
LAYMAN, JOHN MONCRIEF;
MCDANIEL, JOHN ANDREW;
RAUCKHORST, HOLLY BALAUBRAMANIAN;
WATSON, ANDREW BENJAMIN;
BURNS, ANTHONY JAMES;
DUNPHY, BRANDON MATTHEW y
NELTNER, ANDREW ERIC

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 543 152 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

Envase sostenible para productos de consumo

- 5 La presente invención se refiere a un artículo sostenible prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen. El artículo incluye un recipiente, un tapón y una etiqueta, cada uno de ellos de un material renovable, un material reciclado, un material remolido o una mezcla de los mismos. El artículo tiene un período de validez de al menos dos años y es completamente reciclable según los sistemas de reciclado típicos.

10 **Antecedentes de la invención**

Los envases de plástico utilizan aproximadamente un 40% de todos los polímeros, una parte sustancial de los cuales se utiliza para productos de consumo tales como envases para el cuidado personal (p. ej., botes de champú, acondicionador y jabón) y envases para productos de uso doméstico (p. ej., para detergente para lavado de ropa y composiciones limpiadoras). La mayoría de los materiales utilizados para producir polímeros para aplicaciones de envasado de plásticos, por ejemplo, el polietileno, el tereftalato de polietileno y el polipropileno, son derivados de monómeros (p. ej., etileno, propileno, ácido tereftálico, etilenglicol), que se obtienen de fuentes no renovables de origen fósil, por ejemplo, el petróleo, el gas natural y el carbón. Por lo tanto, el precio y la disponibilidad de las fuentes de petróleo, gas natural y carbón tienen un impacto significativo en el precio de los polímeros utilizados para los materiales de envasado de plásticos. Conforme los precios mundiales del petróleo, gas natural y/o carbón de disparan, también lo hacen los precios de los materiales de envasado de plásticos. Además, muchos consumidores muestran rechazo a la compra de productos derivados de materiales petroquímicos. En algunos casos, los consumidores son reacios a comprar productos obtenidos a partir de fuentes no renovables (p. ej., petróleo, gas natural y carbón). Otros consumidores pueden tener percepciones adversas en cuanto a los productos derivados de materiales petroquímicos al percibirlos como “no naturales” o no respetuosos con el medio ambiente.

A raíz de ello, los fabricantes de envases plásticos han comenzado a utilizar polímeros derivados de fuentes renovables para fabricar partes de sus envases. Por ejemplo, el tereftalato de polietileno (PET) renovable en aproximadamente un 30% (es decir, un 30% de los monómeros utilizados para formar PET, por ejemplo, etilenglicol, son derivados de fuentes renovables) se ha utilizado para la formación de botellas de refrescos. Además, el ácido poliláctico (PLA) derivado de maíz se ha utilizado para fines de envasado con plásticos. Aunque los recipientes hechos de PLA son biodegradables y respetuosos con el medio ambiente, son actualmente inadecuados para la conservación a largo plazo debido a su sensibilidad frente al calor, los golpes y la humedad. Los envases derivados de PLA también tienden a arrugarse, encogerse y a menudo se rompen cuando se exponen a sustancias químicas de uso doméstico tales como la lejía y alcohol etoxilado (es decir, el ingrediente activo de Mr. Clean®) cuando el PLA entra en contacto directo con el producto. También se han formado a partir de polietileno derivado de una fuente renovable partes de envases y recipientes de alimentos para contener productos de cuidado personal.

Aunque los envases plásticos existentes actualmente en la técnica pueden estar parcialmente compuestos de polímeros derivados de materiales renovables, estos envases actuales contienen al menos un componente (p. ej., recipiente, tapón, etiqueta) que incluye al menos algo de material derivado de petróleo virgen tal como polietileno, tereftalato de polietileno o polipropileno. Ninguno de los envases plásticos actuales está prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen, 100% sostenibles y 100% reciclables con un período de validez de al menos dos años.

Los envases plásticos actuales también pueden ocasionar dificultades durante el reciclado. En las etapas iniciales de un procedimiento de reciclado típico se utiliza un proceso de flotación frecuente para separar polímeros de una mezcla en función de la densidad. Los polímeros más densos que el agua como, por ejemplo, el tereftalato de polietileno, se hunden hacia el fondo de una solución, mientras que los polímeros menos densos que el agua, tales como el polietileno y el polipropileno, ascienden a la parte superior de la solución. Durante el reciclado frecuentemente surgen problemas de contaminación debido a que los envases plásticos actuales que se llenan en gran medida o que están compuestos de algunos materiales renovables a menudo contienen materiales densos que se hunden durante el proceso de flotación y que contaminan la corriente de tereftalato de polietileno (p. ej., ácido poliláctico, polietileno de alta densidad de alta carga o polipropileno de alta carga). La corriente de tereftalato de polietileno es muy sensible a la contaminación, mientras que la corriente de polietileno es, de forma típica, más robusta.

Por lo tanto, sería deseable proporcionar un envase de plástico que esté prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen, sea 100% sostenible, 100% reciclable, tenga un amplio período de validez y pueda minimizar o eliminar la contaminación durante el reciclado.

60 **Sumario de la invención**

La invención se refiere a un artículo reciclable obtenido a partir de materiales sostenibles. El artículo tiene un período de validez de al menos dos años y está prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen.

65 En un aspecto, el artículo incluye un recipiente que está compuesto de al menos 10% en peso, preferiblemente al menos 25% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso, incluso más preferiblemente al menos 75% en

peso, por ejemplo, al menos 90% en peso o aproximadamente 100% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE), con respecto al peso total del recipiente, que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, preferiblemente al menos 97%, más preferiblemente al menos 99%, por ejemplo, aproximadamente 100%; y un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE), polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE), polietileno remolido y una mezcla de los mismos. El recipiente tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

El artículo de este aspecto de la invención incluye además un tapón. En algunas realizaciones, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); y una mezcla de los mismos. En realizaciones alternativas, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, preferiblemente al menos 97%, más preferiblemente al menos 99%, por ejemplo, aproximadamente 100%; HDPE reciclado tras el consumo; HDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LDPE reciclado tras el consumo; LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos. El tapón tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Además, el artículo de este aspecto de la invención incluye una etiqueta que está compuesta de tinta (p. ej., obtenida a partir de soja, de origen vegetal o una mezcla de los mismos) y un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); papel y una mezcla de los mismos. En realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PET); tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET); un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; un poliéster reciclado tras el consumo de ácido furano dicarboxílico; un poliéster reciclado tras uso industrial de ácido furano dicarboxílico; un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico; papel; y una mezcla de los mismos. En otras realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); papel; y una mezcla de los mismos. Cuando la etiqueta está compuesta de polietileno o de polipropileno, tiene una densidad inferior a 1 g/ml. Cuando la etiqueta está compuesta de tereftalato de polietileno, un poliéster de ácido furano dicarboxílico, o una mezcla de los mismos, tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

En un aspecto, el artículo incluye un recipiente que está compuesto de al menos 10% en peso, preferiblemente al menos 25% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso, incluso más preferiblemente al menos 75% en peso, por ejemplo, al menos 90% en peso o aproximadamente 100% en peso de tereftalato de polietileno (PET) o de un poliéster de ácido furano dicarboxílico (p. ej., 2,5-furandicarboxilato de polietileno (PEF)); con respecto al peso total del recipiente, el cual tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%. En realizaciones en las que el recipiente incluye PET con un contenido de origen biológico de al menos 90%, el recipiente incluye además un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCT-PET); tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET); tereftalato de polietileno remolido; y una mezcla de los mismos. En realizaciones en las que el recipiente incluye un poliéster de ácido furano dicarboxílico con un contenido de origen biológico de al menos 90%, el recipiente incluye además un polímero seleccionado del grupo que consiste en un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras el consumo, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial, un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico y una mezcla de los mismos. El recipiente tiene una densidad superior a 1 g/ml.

El artículo de este aspecto de la invención incluye además un tapón. En algunas realizaciones, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); y una mezcla de los mismos. En realizaciones alternativas, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, preferiblemente al menos 97%, más preferiblemente al menos 99%, por ejemplo,

aproximadamente 100%; HDPE reciclado tras el consumo; HDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LDPE reciclado tras el consumo; LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos. El tapón tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Además, el artículo de este aspecto de la invención incluye una etiqueta que está compuesta de tinta (p. ej., obtenida a partir de soja, de origen vegetal o una mezcla de los mismos) y un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PET); PET reciclado tras uso industrial; PET remolido; un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras el consumo; un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial; un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico; papel; y una mezcla de los mismos; y tinta (p. ej., obtenida a partir de soja, de origen vegetal o una mezcla de los mismos). En realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); papel; y una mezcla de los mismos. En otras realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); papel; y una mezcla de los mismos. Cuando la etiqueta está compuesta de polietileno o de polipropileno, tiene una densidad inferior a 1 g/ml. Cuando la etiqueta está compuesta de tereftalato de polietileno, un poliéster de ácido furano dicarboxílico, o una mezcla de los mismos, tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

En otro aspecto, el artículo incluye un recipiente que está compuesto de al menos 10% en peso, preferiblemente al menos 25% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso, incluso más preferiblemente al menos 75% en peso, por ejemplo, al menos 90% en peso o aproximadamente 100% en peso de polipropileno (PP), con respecto al peso total del recipiente, el cual tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; y un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP), polipropileno remolido y una mezcla de los mismos. El recipiente tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

El artículo de este aspecto de la invención incluye además un tapón. En algunas realizaciones, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); y una mezcla de los mismos. En realizaciones alternativas, el tapón está compuesto de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, preferiblemente al menos 97%, más preferiblemente al menos 99%, por ejemplo, aproximadamente 100%; HDPE reciclado tras el consumo; HDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LDPE reciclado tras el consumo; LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos. El tapón tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Además, el artículo de este aspecto de la invención incluye una etiqueta. En algunas realizaciones, la etiqueta está compuesta de tinta y de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); papel; y una mezcla de los mismos; y tinta (p. ej., obtenida a partir de soja, de origen vegetal o una mezcla de los mismos). En realizaciones alternativas, la etiqueta está compuesta de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); polipropileno remolido; papel; y una mezcla de los mismos. En otras realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PET); tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET); un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; un poliéster reciclado tras el consumo de ácido furano dicarboxílico; un poliéster reciclado tras uso industrial de ácido furano dicarboxílico; un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico; papel; y una mezcla de los mismos. Cuando la etiqueta está compuesta de polietileno o de

polipropileno, tiene una densidad inferior a 1 g/ml. Cuando la etiqueta está compuesta de tereftalato de polietileno, un poliéster de ácido furano dicarboxílico, o una mezcla de los mismos, tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Descripción detallada de la invención

Se ha desarrollado ahora un artículo sostenible que incluye un recipiente, un tapón y una etiqueta que está prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen. Al menos 90% en peso, preferiblemente al menos 95% en peso, más preferiblemente al menos 97% en peso, del artículo se deriva de una combinación de un material renovable (es decir, derivado de una fuente renovable) junto con un material reciclado, un material remolido o una mezcla de los mismos. El artículo tiene un período de validez de al menos dos años, es 100% sostenible y es capaz de satisfacer todas las situaciones de final de vida actuales correspondientes a artículos similares obtenidos a partir de fuentes derivadas de petróleo virgen.

En la presente memoria, “sostenible” hace referencia a un material que tiene una mejora superior al 10% en algunos aspectos de su Análisis de Ciclo de Vida o Inventario de Ciclo de Vida, en comparación con el material plástico derivado de petróleo virgen relevante que se habría utilizado para fabricar el artículo. En la presente memoria, “Análisis de Ciclo de Vida” (LCA) o “Inventario de Ciclo de Vida” (LCI) hace referencia a la investigación y evaluación de los impactos ambientales de un producto o servicio dado causado o requerido por su existencia. El LCA o LCI puede incluir un análisis “de la cuna a la tumba”, que hace referencia al Análisis de Ciclo de Vida o Inventario de Ciclo de Vida completo desde la fabricación (“cuna”) hasta la fase de uso y la fase de desecho (“tumba”). Por ejemplo, los recipientes de polietileno de alta densidad (HDPE) pueden reciclarse formando gránulos de resina de HDPE y después utilizarse para formar recipientes, películas o artículos moldeados por inyección, por ejemplo, ahorrando una cantidad significativa de energía procedente de combustibles fósiles. Al final de su vida, el polietileno puede desecharse mediante incineración, por ejemplo. Todas las entradas y salidas se consideran para todas las fases del ciclo de vida. En la presente memoria, situación al “Final de Vida” (EoL) hace referencia a la fase de desecho del LCA o LCI. Por ejemplo, el polietileno puede reciclarse, incinerarse para obtener energía (p. ej., 1 kilogramo de polietileno produce tanta energía como 1 kilogramo de aceite diesel), transformarse químicamente para obtener otros productos y recuperarse mecánicamente. De forma alternativa, el LCA o LCI pueden incluir un análisis “de la cuna a la puerta”, lo que quiere decir una valoración de un ciclo de vida parcial del producto desde la fabricación (“cuna”) hasta la puerta de la fábrica (es decir, antes de transportarse al consumidor) en forma de gránulo. De forma alternativa, este segundo tipo de análisis se denomina también “de cuna a cuna”.

En la presente memoria, “reciclable” quiere decir la capacidad de los componentes de un artículo (p. ej., botella, tapón, etiquetas) de entrar en las corrientes de reciclado actuales establecidas para las resinas derivadas del petróleo (p. ej., HDPE, PET, PP) o papel sin afectar al grado de adecuación del producto de resina reciclada o de papel para su utilización en la reobtención de componentes.

El artículo de la invención es ventajoso porque tiene el mismo aspecto y tacto que artículos similares obtenidos a partir de fuentes derivadas de petróleo virgen, similares características de función que los artículos obtenidos a partir de fuentes derivadas de petróleo virgen (p. ej., resistencia a la caída y carga superior similares) y pueden desecharse del mismo modo (p. ej., reciclando el artículo), pero el artículo de la invención es más sostenible que los artículos obtenidos a partir de fuentes derivadas de petróleo virgen.

El artículo de la invención es también ventajoso porque cualquier polímero virgen utilizado en la fabricación del artículo se deriva de una fuente renovable. En la presente memoria, una “fuente renovable” es una que está producida mediante un proceso natural a una velocidad comparable a su velocidad de consumo (p. ej., en un lapso de tiempo de 100 años). La fuente puede regenerarse de forma natural o mediante técnicas agrícolas. Ejemplos no limitativos de fuentes renovables incluyen plantas (p. ej., caña de azúcar, remolachas, maíz, patatas, fruta cítrica, plantas leñosas, materiales lignocelulósicos, materiales hemicelulósicos, productos de desecho celulósicos), animales, peces, bacterias, hongos y productos forestales. Estas fuentes pueden ser naturales, híbridos u organismos modificados genéticamente. Las fuentes naturales tales como el aceite crudo, el carbón, el gas natural y la turba, que tardan más de 100 años en formarse, no se consideran fuentes renovables. Puesto que al menos una parte del artículo de la invención se deriva de una fuente renovable, que puede secuestrar dióxido de carbono, el uso del artículo puede reducir el potencial de calentamiento global y el consumo de combustible de origen fósil. Por ejemplo, algunos estudios de LCA o de LCI correspondientes a la resina de la cual se deriva el artículo han demostrado que aproximadamente 900 kg (una tonelada americana o tonelada corta) de polietileno obtenido a partir de fuentes derivadas de petróleo virgen generan una emisión de hasta 2300 kg (2,5 toneladas americanas) de dióxido de carbono al medio ambiente. Puesto que la caña de azúcar, por ejemplo, absorbe dióxido de carbono durante el crecimiento, 900 kg (una tonelada) de polietileno obtenido a partir de caña de azúcar retira hasta 2300 kg (2,5 toneladas americanas) de dióxido de carbono del medio ambiente. Por lo tanto, el uso de aproximadamente 900 kg (una tonelada) de polietileno procedente de una fuente renovable, tal como la caña de azúcar, produce una disminución de hasta 4500 kg (5 toneladas americanas) de dióxido de carbono ambiental en comparación con el uso de 900 kg (una tonelada americana) de polietileno procedente de fuentes derivadas de petróleo.

Ejemplos no limitativos de polímeros renovables incluyen polímeros producidos directamente por organismos, tales como polihidroxialcanoatos (p. ej., poli(beta-hidroxialcanoato), poli(3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato, NODAX™) y celulosa bacteriana; polímeros extraídos de plantas y de biomasa, tales como polisacáridos y derivados de los mismos (p. ej., gomas, celulosa, ésteres de celulosa, quitina, quitosano, almidón, almidón modificado químicamente), proteínas

(p. ej., ceína, suero, glutén, colágeno), lípidos, ligninas y caucho natural; y polímeros actuales derivados de monómeros de fuentes naturales y productos derivados tales como bio-polietileno, bio-polipropileno, tereftalato de politrimetileno, ácido poliláctico, NYLON 11, resinas alquídicas, poliésteres derivados de ácido succínico y tereftalato de biopolietileno.

El artículo sostenible de la invención es ventajoso además porque sus propiedades pueden ajustarse variando la cantidad de bio-material, material reciclado y material remolido utilizado para formar el recipiente, tapón, etiqueta o mezcla de los mismos, o mediante la introducción de materiales de carga. Por ejemplo, aumentar la cantidad de bio-material a expensas del material reciclado (cuando se comparan como iguales, p. ej., homopolímero frente a copolímero), tiende a aumentar la resistencia al agrietamiento por esfuerzos, aumenta la resistencia al impacto, disminuye la opacidad y aumenta el lustre de la superficie. Aumentar la cantidad de tipos específicos de material reciclado y/o remolido puede mejorar algunas propiedades. Por ejemplo, el uso de material reciclado que contenga material elastomérico aumentará la resistencia al impacto y reducirá el coste del artículo, dependiendo del grado exacto. En cambio, un material reciclado que no contenga contenido en material elastomérico verá a menudo ligeramente disminuida su resistencia al impacto. Además, puesto que el material reciclado es a menudo ya coloreado, el uso de materiales reciclados frente a los materiales vírgenes a menudo supone un ahorro en términos de gasto en mezclas maestras de colorante, especialmente si el color del material reciclado es similar al color previsto del artículo.

La capacidad de ajustar la composición del artículo sostenible de la invención permite la incorporación de polímeros que son menos densos o más densos que el agua, dando lugar a una composición global que tiene una densidad menor que la del agua, por ejemplo cuando el artículo no está compuesto de tereftalato de polietileno. Por lo tanto, el artículo sostenible de la invención es más fácil de reciclar en corrientes de reciclado típicas que los materiales de envasado plástico actuales que parecen ser al menos parcialmente sostenibles (p. ej., los que incluyen ácido poliláctico como parte del envase), puesto que pueden evitarse problemas relacionados con la contaminación de las corrientes de tereftalato de polietileno durante el proceso de separación por flotación.

Además, el artículo de la invención es ventajoso porque puede actuar como un sustituto individual de artículos similares que contienen polímeros derivados total o parcialmente de materiales derivados de petróleo virgen y puede producirse utilizando los equipos de manufactura, condiciones de reacción y parámetros de cualificación existentes. Su uso se traduce en una reducción de la huella ambiental y en un menor consumo de fuentes no renovables. La reducción de la huella ambiental se produce debido a que la velocidad de reposición de las fuentes utilizadas para producir la materia prima constructiva utilizada en la construcción del artículo es igual o mayor que su velocidad de consumo, porque el uso de un material de origen renovable se traduce a menudo en una reducción de los gases de efecto invernadero debido al secuestro del dióxido de carbono atmosférico o porque la materia prima constructiva utilizada en la construcción se recicla (tras el consumo o uso industrial) o se remuele en la planta, para reducir la cantidad de plástico virgen utilizada y la cantidad de plástico utilizada que se gasta, por ejemplo, en un vertedero municipal. Además, el artículo de la invención no da lugar a la destrucción de ecosistemas críticos o a la pérdida de hábitat de especies protegidas.

Artículo reciclable y sostenible

La invención descrita en la presente memoria se refiere a un artículo sostenible que tiene un período de validez de al menos aproximadamente dos años, es 100% reciclable y está prácticamente exento de materiales derivados de petróleo virgen (es decir, menos de 10% en peso, preferiblemente menos de 5% en peso, más preferiblemente menos de 3% en peso de materiales derivados de petróleo virgen, con respecto al peso total del artículo). En la presente memoria, “derivado de petróleo virgen” se refiere a materiales que se derivan de una fuente de petróleo como, por ejemplo, aceite, gas natural o carbón y que no se ha reciclado, ni industrialmente ni a través del flujo de residuos generado por el consumidor.

El artículo sostenible de la invención incluye un recipiente, un tapón y una etiqueta y cada componente se deriva de materiales renovables, materiales reciclados, materiales remolidos o una mezcla de los mismos. El recipiente incluye al menos 90% en peso, preferiblemente al menos el 95% en peso, más preferiblemente al menos el 97% en peso, por ejemplo, aproximadamente 100% en peso de biopolímero, polímero reciclado, polímero remolido o una mezcla de los mismos. El tapón incluye al menos el 90% en peso, preferiblemente al menos 95% en peso, más preferiblemente al menos 97% en peso, por ejemplo, aproximadamente 100% en peso de biopolímero, polímero reciclado, polímero remolido o una mezcla de los mismos. La etiqueta incluye al menos 90% en peso, preferiblemente al menos 95% en peso, más preferiblemente al menos 97% en peso, por ejemplo, aproximadamente 100% en peso de biopolímero, polímero reciclado, polímero remolido o una mezcla de los mismos.

Ejemplos de “materiales renovables” incluyen biopolietileno, biotereftalato de polietileno, y biopolipropileno. Según se usa en la presente memoria y salvo que se indique lo contrario, “polietileno” incluye polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) y polietileno de ultrabaja densidad (ULDPE). Según se usa en la presente memoria y salvo que se indique lo contrario, “polipropileno” incluye polipropileno homopolímero, polipropileno copolímero aleatorio y polipropileno copolímero de bloques.

Según se usa en la presente memoria, los materiales “reciclados” abarcan materiales reciclados tras el consumo (PCR), materiales reciclados tras uso industrial (PIR) y una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, el recipiente y/o el tapón de la invención están compuestos de polietileno de alta densidad reciclado, tereftalato de

polietileno reciclado, polipropileno reciclado, LLDPE reciclado o LDPE reciclado, preferiblemente polietileno de alta densidad reciclado, tereftalato de polipropileno reciclado o polipropileno reciclado, más preferiblemente polietileno de alta densidad reciclado o tereftalato de polietileno reciclado. En algunas realizaciones, las etiquetas están compuestas de polietileno de alta densidad, polipropileno o tereftalato de polietileno reciclado procedentes de recipientes.

En la presente memoria, el material “rectificado” es material de desecho termoplástico, como mazarotas, restos de fundición, excedentes de material de parísón y piezas rechazadas de operaciones de inyección, moldeo por soplado y extrusión, que ha sido recuperado por troceado o granulado.

En la presente memoria el prefijo “bio” se usa para designar un material que se ha obtenido de un recurso renovable.

Polietileno de bioalta densidad

En un aspecto, el artículo sostenible de la invención incluye polietileno de bioalta densidad. El bioetileno es producido a partir de la polimerización de bioetileno, que se forma a partir de la deshidratación de bioetanol. El bioetanol puede derivarse de, por ejemplo, (i) la fermentación de azúcar de caña de azúcar, remolacha azucarera o sorgo; (ii) la sacarificación de almidón de maíz, trigo o mandioca; y (iii) la hidrólisis de materiales celulósicos. El documento de publicación de solicitud de patente estadounidense US-2005/0272134 describe la fermentación de azúcares para formar alcoholes y ácidos.

Los azúcares adecuados usados para formar etanol incluyen monosacáridos, disacáridos, trisacáridos y oligosacáridos. Los azúcares, tales como la sacarosa, la glucosa, la fructosa y la maltosa se producen fácilmente a partir de fuentes renovables, tales como la caña de azúcar y la remolacha azucarera. Como se ha descrito anteriormente, los azúcares pueden derivarse (p. ej., mediante clivaje enzimático) a partir de otros productos agrícolas (es decir, fuentes renovables resultantes del cultivo de tierras o de la cría de animales). Por ejemplo, la glucosa puede prepararse a escala comercial mediante hidrólisis enzimática de almidón de maíz. Otros cultivos agrícolas habituales que pueden utilizarse como almidón de base para la transformación en glucosa incluyen trigo, alforfón, arracacha, patata, cebada, kuzu (*Pueraria lobata*), casabe, sorgo, boniato, ñame, maranta, sago y otras frutas, semillas o tubérculos ricos en almidón. Los azúcares producidos por estas fuentes renovables (p. ej., almidón de maíz) pueden utilizarse para producir alcoholes, por ejemplo, propanol, etanol y metanol. Por ejemplo, el almidón de maíz puede hidrolizarse enzimáticamente para obtener glucosa y/u otros azúcares. Los azúcares obtenidos pueden transformarse en etanol mediante fermentación.

Los alcoholes monofuncionales, tales como el etanol y el propanol pueden producirse también a partir de ácidos grasos, grasas (p. ej., grasa animal) y aceites (p. ej., monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos y mezclas de los mismos). Estos ácidos grasos, grasas y aceites pueden derivarse de fuentes renovables, tales como animales o plantas. “Ácido graso” se refiere a un ácido monocarboxílico de cadena lineal que tiene una longitud de cadena de 12 a 30 átomos de carbono. “Monoglicéridos”, “diglicéridos” y “triglicéridos” quiere decir que contienen múltiples monoésteres, diésteres y triésteres, respectivamente, de (i) glicerol y (ii) los mismos dobles enlaces insaturados de ácidos grasos o mezclas de los mismos. Ejemplos no limitativos de ácidos grasos incluyen ácido oleico, ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido araquidónico, ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico. Ejemplos no limitativos de monoglicéridos incluyen monoglicéridos de cualquiera de los ácidos grasos descritos en la presente memoria. Ejemplos no limitativos de diglicéridos incluyen diglicéridos de cualquiera de los ácidos grasos descritos en la presente memoria. Ejemplos no limitativos de triglicéridos incluyen triglicéridos de cualquiera de los ácidos grasos descritos en la presente memoria como, por ejemplo, aceite de pino, aceite de maíz, aceite de soja, aceite de girasol, aceite de cártamo, aceite de lino, aceite de perilla, aceite de semilla de algodón, aceite de tung, aceite de cacahuete, aceite de oiticica, aceite de cáñamo, aceite marino (p. ej., aceite de pescado refinado con álcali), aceite de ricino deshidrogenado y mezclas de los mismos. Los alcoholes pueden producirse a partir de ácidos grasos mediante la reducción de los ácidos grasos mediante cualquier método conocido en la técnica. Los alcoholes pueden producirse a partir de grasas y aceites hidrolizando primero las grasas y aceites para producir glicerol y ácidos grasos y, posteriormente, reduciendo los ácidos grasos.

En una realización preferida, el bioetileno se produce a partir de caña de azúcar. Las etapas del ciclo de vida de la producción de etileno a partir de caña de azúcar incluyen (i) cultivo de caña de azúcar, (ii) fermentación de caña de azúcar para formar bioetanol y (iii) deshidratación de bioetanol para formar etileno. Concretamente, la caña de azúcar se lava y se transporta a molinos, en los que se extrae el jugo de la caña de azúcar, se deja la torta de filtrado, que se utiliza como fertilizante y el bagazo (fibra maderosa residual de la caña obtenida tras el machacado). El bagazo se quema para generar vapor y la electricidad se utiliza para accionar los molinos utilizados para la caña de azúcar, reduciendo así el uso de combustibles derivados del petróleo. El jugo de la caña de azúcar se fermenta utilizando levadura para formar una solución de etanol y agua. El etanol se destila a partir del agua obteniéndose bioetanol de aproximadamente un 95% de pureza. El bioetanol se somete a deshidratación catalítica (p. ej., con un catalizador de alúmina) para producir etileno, que se polimeriza posteriormente para formar polietileno.

De forma ventajosa, un Análisis e Inventario de Ciclo de Vida correspondiente al etileno producido a partir de caña de azúcar muestra ventajas favorables en algunos aspectos en comparación con el etileno producido de fuentes de petróleo en términos de potencial de contribución al efecto invernadero, agotamiento abiótico y consumo de combustible fósil. Por ejemplo, algunos estudios han demostrado que aproximadamente 900 kg (una tonelada americana) de polietileno obtenido

a partir de fuentes derivadas de petróleo virgen generan la emisión de hasta 2300 kg (2,5 toneladas americanas) de dióxido de carbono al medio ambiente, como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, el uso de hasta aproximadamente 900 kg (una tonelada americana) de polietileno procedente de una fuente renovable, tal como la caña de azúcar, produce una disminución de hasta 4500 kg (5 toneladas americanas) de dióxido de carbono ambiental en comparación con el uso de 900 kg (una tonelada americana) de polietileno procedente de fuentes derivadas de petróleo.

BRASKEM ha demostrado la producción de polietileno de alta densidad (HDPE) y de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) a partir de caña de azúcar utilizando tecnología Hostalen/Basell para la producción de HDPE y una tecnología Sherilene/Basell para la producción de LLDPE. Estos catalizadores permiten (en algunos casos) una procesabilidad superior del biopolietileno y da lugar a productos con una consistencia superior que las resinas incumbentes obtenidas mediante otros procesos.

A. Recipiente

El recipiente, en este aspecto de la invención, está compuesto de al menos 10% en peso, preferiblemente al menos 25% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso, incluso más preferiblemente al menos 75% en peso, por ejemplo, al menos 90% en peso o 100% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE), con respecto al peso total del recipiente, que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, preferiblemente al menos 97%, más preferiblemente al menos 99%, por ejemplo, aproximadamente 100%. En la presente memoria, "contenido de origen biológico" se refiere a la cantidad de carbono de origen biológico en un material en porcentaje del peso (masa) del carbono orgánico total en el producto (ver la valoración del contenido de origen biológico en la sección de materiales).

El recipiente incluye además un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE), polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE), polietileno remolido y una mezcla de los mismos. El polietileno reciclado está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 90% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 25% en peso, con respecto al peso total del recipiente. El polietileno remolido está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 75% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 40% en peso, con respecto al peso total del recipiente.

El recipiente puede incluir, por ejemplo, 50% en peso de bio-HDPE, 25% en peso de PCR-PE y 25% en peso de PE remolido; o, si no hay PE reciclado disponible, 65% en peso de bio-HDPE y 35% en peso de PE remolido. El recipiente tiene una densidad inferior a 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación del reciclado, como se ha descrito anteriormente.

B. Tapón

En algunas realizaciones, el tapón en este aspecto de la invención está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); y una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); y una mezcla de los mismos. Por ejemplo, el tapón puede estar compuesto de (i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad biolineal (LLDPE), como se ha descrito anteriormente; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial y una mezcla de los mismos; o (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de bioalta densidad (HDPE), como se ha descrito anteriormente; HDPE reciclado tras el consumo; polietileno reciclado tras uso industrial HDPE; polietileno de alta densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LDPE reciclado tras el consumo; LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos.

El tapón tiene una densidad inferior a 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación del reciclado, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el tapón incluye una mezcla de biopolipropileno y polipropileno reciclado; polipropileno reciclado sin biopolipropileno; o biopolipropileno sin polipropileno reciclado.

C. Etiqueta

La etiqueta en este aspecto de la invención está compuesta de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); papel; y una mezcla de los mismos. El polietileno puede incluir LDPE, LLDPE, o HDPE. En realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste

en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PET); tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET); un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; un poliéster reciclado tras el consumo de ácido furano dicarboxílico; un poliéster reciclado tras uso industrial de ácido furano dicarboxílico; un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico; papel; y una mezcla de los mismos. En otras realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); papel; y una mezcla de los mismos.

La etiqueta incluye además tinta, que puede ser a base de disolvente o de tipo acuosa. En algunas realizaciones, la tinta se deriva de una fuente renovable tal como soja, una planta o una mezcla de los mismos. La tinta puede curarse utilizando calor o radiación ultravioleta (UV). En algunas realizaciones preferidas, la tinta se cura mediante UV, lo que se traduce en una reducción del tiempo de curado y del consumo de energía. Ejemplos no limitativos de tintas incluyen ECO-SURE!TM de Gans Ink & Supply Co. y las tintas a base de disolvente VUTEK[®] y BioVuTM de EFI, que se obtienen completamente a partir de fuentes renovables (p. ej., maíz).

La etiqueta puede fijarse al recipiente utilizando adhesivo. En algunas realizaciones preferidas, el adhesivo es un adhesivo renovable, tal como BioTAK[®] de Berkshire Labels, que es completamente biodegradable y compostable conforme a la normativa europea EN 13432 y que está aprobado por la FDA, una etiqueta retráctil o fusionando la etiqueta sobre el recipiente durante la fabricación. De forma alternativa, la etiqueta puede moldearse directamente en el plástico del recipiente.

La etiqueta puede, de forma opcional, comprender capas. Por ejemplo, cuando una capa compuesta de tinta/metalización se rodea de capas exteriores compuestas de polietileno en una etiqueta tricapa se obtiene un efecto de metalización.

Cuando la etiqueta está compuesta de polietileno o polipropileno, tiene una densidad inferior a 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación del reciclado, como se ha descrito anteriormente. Cuando la etiqueta está compuesta de tereftalato de polietileno, un poliéster de ácido furano dicarboxílico, o una mezcla de los mismos, tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Biotereftalato de polietileno

En otro aspecto, el artículo sostenible de la invención incluye biotereftalato de polietileno. El biotereftalato de polietileno se obtiene a partir de la polimerización de bioetilenglicol con bioácido tereftálico. El bioetilenglicol puede derivarse de fuentes renovables mediante muchas rutas adecuadas como, por ejemplo, las descritas en los documentos WO 2009/155086 y US-4.536.584. El bioácido tereftálico puede derivarse de alcoholes renovables mediante p-xileno renovable, como se describe en el documento de publicación de solicitud de patente internacional n.º WO 2009/079213.

En algunas realizaciones, un alcohol renovable (p. ej., isobutanol) se deshidrata sobre un catalizador ácido en un reactor para formar isobutileno. El isobutileno se recupera y se hace reaccionar en condiciones de presión y temperatura elevada apropiadas en un segundo reactor que contiene un catalizador que se sabe aromatiza hidrocarburos alifáticos para formar p-xileno renovable.

En otra realización, el alcohol renovable, p. ej., isobutanol, se deshidrata y dimeriza sobre un catalizador ácido. El diisobutileno resultante se recupera y se hace reaccionar en un segundo reactor para formar p-xileno renovable.

En otra realización, un alcohol renovable, p. ej., isobutanol, que contiene hasta 15% en peso de agua se deshidrata, o se deshidrata y oligomeriza, y los oligómeros resultantes se aromatizan para formar p-xileno renovable.

En otra realización, la deshidratación del alcohol renovable y la aromatización del alqueno resultante se producen en un reactor único utilizando un catalizador único, para formar una mezcla de compuestos aromáticos renovables. Los compuestos aromáticos renovables resultantes se purifican, por ejemplo, mediante destilación o cristalización, para obtener corrientes puras de productos aromáticos renovables individuales. Los xilenos puros procedentes de estas reacciones se oxidan a sus correspondientes ácidos ftálicos y ésteres ftalato.

Los ésteres ftalato o el ácido ftálico renovable pueden obtenerse oxidando p-xileno sobre un catalizador de tipo metal de transición (ver, p. ej., Ind. Eng. Chem. Res., 39:3958-3997 (2000)), de forma opcional en presencia de uno o más alcoholes.

Salvo que se indique de otro modo, el tereftalato de polietileno utilizado en esta invención puede sustituirse por biopoliésteres, poliésteres reciclados o poliésteres remolidos de ácido furano dicarboxílico (FDCA) tales como el 2,5-furandicarboxilato de polietileno (PEF). El FDCA puede obtenerse a partir de hidroximetilfurfural (HMF), que es una molécula de azúcar deshidratado. El FDCA puede obtenerse también a partir de metoximetilfurfural

(MMF), que se deriva de glucosa y fructosa. El FDCA puede condensarse con un biodiol (p. ej., bioetilenglicol) mediante cualquier método conocido por el experto en la técnica para la formación del poliéster deseado.

A. Recipiente

El recipiente, en este aspecto de la invención, está compuesto de al menos 10% en peso, preferiblemente al menos 25% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso, incluso más preferiblemente al menos 75% en peso, por ejemplo, al menos 90% en peso o aproximadamente 100% en peso de tereftalato de polietileno (PET) o de un poliéster de ácido furano dicarboxílico (p. ej., 2,5-furandicarboxilato de polietileno (PEF)); con respecto al peso total del recipiente, el cual tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%.

En realizaciones en las que el recipiente incluye PET con un contenido de origen biológico de al menos 90%, el recipiente incluye además un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCT-PET), tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET), tereftalato de polietileno remolido y una mezcla de los mismos. El PET reciclado está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 90% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 25% en peso, con respecto al peso total del recipiente. El PET remolido está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 75% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 40% en peso, con respecto al peso total del recipiente. El recipiente puede incluir, por ejemplo, 30% en peso de bio-PET y 70% en peso de PCR-PET.

En realizaciones en las que el recipiente incluye un poliéster de ácido furano dicarboxílico con un contenido de origen biológico de al menos 90%, el recipiente incluye además un polímero seleccionado del grupo que consiste en un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras el consumo, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial, un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico y una mezcla de los mismos. En estas realizaciones, el poliéster reciclado está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 90% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 25% en peso, con respecto al peso total del recipiente. El poliéster remolido está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 75% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 40% en peso, con respecto al peso total del recipiente. El recipiente puede incluir, por ejemplo, 30% en peso de bio-PEF y 70% en peso de PCR-PEF.

El recipiente tiene una densidad superior a 1 g/ml.

B. Tapón

En algunas realizaciones, el tapón en este aspecto de la invención está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); y una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); y una mezcla de los mismos. Por ejemplo, el tapón puede estar compuesto de (i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad biolineal (LLDPE), como se ha descrito anteriormente; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial y una mezcla de los mismos; o (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de bioalta densidad (HDPE), como se ha descrito anteriormente; HDPE reciclado tras el consumo; HDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LDPE reciclado tras el consumo; LDPE reciclado tras uso industrial y una mezcla de los mismos.

El tapón tiene una densidad inferior a 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación del reciclado, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el tapón incluye una mezcla de biopolipropileno y polipropileno reciclado; polipropileno reciclado sin biopolipropileno; o biopolipropileno sin polipropileno reciclado.

C. Etiqueta

La etiqueta en este aspecto de la invención está compuesta de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PET); PET reciclado tras uso industrial; PET remolido; un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; un poliéster reciclado tras el consumo de ácido furano dicarboxílico; un poliéster reciclado tras uso industrial; un

poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico; papel o una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones alternativas, la etiqueta está compuesta de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); papel; y una mezcla de los mismos. En otras realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); papel; y una mezcla de los mismos.

La etiqueta incluye además tinta, que puede ser a base de disolvente o de tipo acuosa, como se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, la tinta se deriva de una fuente renovable tal como soja, una planta o una mezcla de los mismos. La tinta puede curarse utilizando calor o radiación ultravioleta (UV). En algunas realizaciones preferidas, la tinta se cura mediante UV, lo que se traduce en una reducción del tiempo de curado y del consumo de energía. Ejemplos no limitativos de tintas incluyen ECO-SURE!™ de Gans Ink & Supply Co. y las tintas a base de disolvente VUTEk® y BioVu™ de EFI, que se obtienen completamente a partir de fuentes renovables (p. ej., maíz).

La etiqueta puede fijarse al recipiente utilizando adhesivo. En algunas realizaciones, el adhesivo es un adhesivo renovable, tal como BioTAK® de Berkshire Labels, que es completamente biodegradable y compostable conforme a la normativa europea EN 13432 y que está aprobado por la FDA, una etiqueta retráctil o fusionando la etiqueta sobre el recipiente durante la fabricación. De forma alternativa, la etiqueta puede moldearse directamente en el plástico del recipiente.

La etiqueta puede, de forma opcional, comprender capas, como se ha descrito anteriormente.

Cuando la etiqueta está compuesta de polietileno o de polipropileno, tiene una densidad inferior a 1 g/ml. Cuando la etiqueta está compuesta de tereftalato de polietileno, un poliéster de ácido furano dicarboxílico, o una mezcla de los mismos, tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Biopolipropileno

En otro aspecto, el artículo sostenible de la invención incluye biopolipropileno. El biopropileno es producido a partir de la polimerización de propileno formado a partir de la deshidratación de propanol. Las fuentes renovables utilizadas para derivar propanol son las anteriormente descritas. El propanol puede derivarse también de bioetileno. En esta ruta, el bioetileno se transforma en propionaldehído mediante hidroformilación utilizando monóxido de carbono e hidrógeno en presencia de un catalizador como, por ejemplo, octacarbonilo de cobalto o un complejo de rodio. La hidrogenación del propionaldehído en presencia de un catalizador como, por ejemplo, borohidruro de sodio e hidruro de aluminio litio, da lugar a la formación de propano-1-ol, que puede deshidratarse en una reacción catalizada por ácido para dar lugar a propileno, como se describe en el documento de publicación de solicitud de patente US-2007/0219521.

A. Recipiente

El recipiente, en este aspecto de la invención, está compuesto de al menos 10% en peso, preferiblemente al menos 25% en peso, más preferiblemente al menos 50% en peso, incluso más preferiblemente al menos 75% en peso, por ejemplo, al menos 90% en peso o 100% en peso de polipropileno (PP), con respecto al peso total del recipiente, que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%.

El recipiente incluye además un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP), polipropileno remolido y una mezcla de los mismos. El polipropileno reciclado está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 90% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 25% en peso, con respecto al peso total del recipiente. El polipropileno remolido está presente de forma opcional en una cantidad de hasta 75% en peso, preferiblemente de hasta 50% en peso, más preferiblemente de hasta 40% en peso, con respecto al peso total del recipiente.

El recipiente tiene una densidad inferior a 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación de sistemas de reciclado típicos, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el recipiente puede incluir 50% en peso de bio-PP, 25% en peso de PCR-PP y 25% en peso de PP remolido; o, si no hay PP reciclado disponible, 60% en peso de bio-PP y 40% en peso de PP remolido.

B. Tapón

En algunas realizaciones, el tapón en este aspecto de la invención está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); y una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, el tapón está compuesto de un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que

tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial; polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, preferiblemente al menos 97%, más preferiblemente al menos 99%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); y una mezcla de los mismos. Por ejemplo, el tapón puede estar compuesto de (i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad biolineal (LLDPE), como se ha descrito anteriormente; LLDPE reciclado tras el consumo; LLDPE reciclado tras uso industrial y una mezcla de los mismos; o (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de bioalta densidad (HDPE), como se ha descrito anteriormente; HDPE reciclado tras el consumo; HDPE reciclado tras uso industrial HDPE; polietileno de alta densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; LDPE reciclado tras el consumo; LDPE reciclado tras uso industrial y una mezcla de los mismos.

El tapón tiene una densidad inferior a aproximadamente 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación del reciclado, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el tapón incluye una mezcla de biopolipropileno y polipropileno reciclado; polipropileno reciclado sin biopolipropileno; o biopolipropileno sin polipropileno reciclado.

C. Etiqueta

La etiqueta en este aspecto de la invención está compuesta de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, 100%; polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE); polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE); papel; y una mezcla de los mismos. En realizaciones alternativas, la etiqueta está compuesta de un sustrato que incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP); polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP); polipropileno remolido; papel; y una mezcla de los mismos. En otras realizaciones alternativas, el sustrato incluye un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, 100%; tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PET); tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET); un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, preferiblemente al menos 93%, más preferiblemente al menos 95%, por ejemplo, aproximadamente 100%; un poliéster reciclado tras el consumo de ácido furano dicarboxílico; un poliéster reciclado tras uso industrial de ácido furano dicarboxílico; un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico; papel; y una mezcla de los mismos.

La etiqueta incluye además tinta, que puede ser a base de disolvente o de tipo acuosa, como se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, la tinta se deriva de una fuente renovable tal como soja, una planta o una mezcla de los mismos. La tinta puede curarse utilizando calor o radiación ultravioleta (UV). En algunas realizaciones preferidas, la tinta se cura mediante UV, lo que se traduce en una reducción del tiempo de curado y del consumo de energía. Ejemplos no limitativos de tintas incluyen ECO-SURE!™ de Gans Ink & Supply Co. y las tintas a base de disolvente VUTEk® y BioVu™ de EFI, que se obtienen completamente a partir de fuentes renovables (p. ej., maíz).

La etiqueta puede fijarse al recipiente utilizando adhesivo. En algunas realizaciones, el adhesivo es un adhesivo renovable, tal como BioTAK® de Berkshire Labels, que es completamente biodegradable y compostable conforme a la normativa europea EN 13432 y que está aprobado por la FDA, una etiqueta retráctil o fusionando la etiqueta sobre el recipiente durante la fabricación. De forma alternativa, la etiqueta puede moldearse directamente en el plástico del recipiente.

La etiqueta puede, de forma opcional, comprender capas, como se ha descrito anteriormente.

Cuando la etiqueta está compuesta de polietileno o polipropileno, tiene una densidad inferior a 1 g/ml para facilitar la separación durante el proceso de flotación del reciclado, como se ha descrito anteriormente. Cuando la etiqueta está compuesta de tereftalato de polietileno, un poliéster de ácido furano dicarboxílico, o una mezcla de los mismos, tiene una densidad inferior a 1 g/ml.

Valoración del contenido de origen biológico de los materiales

En la presente memoria, “contenido de origen biológico” se refiere a la cantidad de carbono de origen biológico en un material en porcentaje del peso (masa) del carbono orgánico total en el producto. Por ejemplo, el polietileno contiene dos átomos de carbono en su unidad estructural. Si el etileno se deriva de una fuente renovable, entonces el homopolímero de polietileno teóricamente tiene un contenido de origen biológico del 100% porque todos sus átomos de carbono se derivan de una fuente renovable. Un copolímero de polietileno podría tener teóricamente también un contenido de origen biológico del 100% si todo el etileno y el comonomero son derivados de una fuente renovable. En realizaciones en las que el comonomero no se deriva de una fuente renovable, el HDPE incluirá de forma típica solamente de 1% en peso a 2% en peso del comonomero no renovable, lo que hace que el HDPE tenga un contenido de origen biológico teórico ligeramente inferior al 100%. A modo de ejemplo adicional, el tereftalato de polietileno contiene diez átomos de carbono en su unidad

estructural (es decir, dos del monómero de etilenglicol y ocho del monómero de ácido tereftálico). Si la parte de etilenglicol se deriva de una fuente renovable pero el ácido tereftálico se deriva de una fuente derivada de petróleo, el contenido de origen biológico teórico del tereftalato de polietileno es del 20%.

Un método adecuado de evaluar materiales derivados de fuentes renovables es mediante ASTM D6866, que permite la determinación del contenido de origen biológico de materiales utilizando análisis de radiocarbono por espectroscopía de masas con acelerador, recuento de centelleo líquido y espectrometría de masa de isótopos. Cuando el nitrógeno de la atmósfera recibe un impacto por parte de un neutrón producido mediante luz ultravioleta, pierde un protón y forma carbono que tiene un peso molecular de 14, que es radioactivo. Este ^{14}C se oxida de forma inmediata a dióxido de carbono, que supone una fracción pequeña, pero medible, del carbono atmosférico. El dióxido de carbono atmosférico es incorporado por las plantas verdes en su ciclo biológico para la formación de moléculas orgánicas durante el proceso conocido como fotosíntesis. El ciclo se completa cuando las plantas verdes u otras formas de vida metabolizan las moléculas orgánicas produciendo dióxido de carbono, lo que da lugar a la liberación de dióxido de carbono de nuevo a la atmósfera. Prácticamente todas las formas de vida sobre la Tierra dependen de esta producción por parte de las plantas verdes de moléculas orgánicas para producir la energía química que facilita el crecimiento y la reproducción. Por lo tanto, el ^{14}C que existe en la atmósfera se convierte en parte de todas las formas de vida y de sus productos biológicos. Estas moléculas orgánicas renovables que se biodegradan formando dióxido de carbono no contribuyen al calentamiento global porque no suponen una mayor cantidad neta de carbono emitido a la atmósfera. En cambio, el carbono derivado de combustibles fósiles, no tiene la relación de radiocarbono característica del dióxido de carbono atmosférico. Véase el documento WO 2009/155086, incorporado como referencia en la presente memoria.

La aplicación del método ASTM D6866 para obtener un “contenido de origen biológico” se fundamenta en los mismos conceptos que la datación radiométrica, pero sin el uso de las ecuaciones de datación. El análisis se lleva a cabo derivando una relación de la cantidad de radiocarbono (^{14}C) en una muestra desconocida con respecto a la de un patrón de referencia moderno. La relación se proporciona en porcentaje con unidades “pMC” (porcentaje de carbono moderno). Si el material analizado es una mezcla de radiocarbono actual y de carbono fósil (que no contiene radiocarbono), entonces el valor pMC obtenido se corresponde directamente con la cantidad de material de biomasa presente en la muestra.

El patrón de referencia moderno utilizado para la datación por radiocarbono es un patrón del NIST (instituto nacional de normas y tecnología de los EE. UU.) con un contenido de radiocarbono conocido equivalente a aproximadamente al año 1950 d.C. Se escogió el año 1950 porque representa un momento anterior a los ensayos con armas termonucleares, que introdujeron grandes cantidades de radiocarbono en exceso a la atmósfera con cada explosión (denominado “carbono de bombas”). La referencia del año 1950 representa 100 pMC.

El “carbono de bombas” en la atmósfera alcanzó niveles de casi el doble de lo normal en 1963, en el momento álgido de los ensayos y antes de la firma del tratado que puso fin a dichos ensayos. Su distribución dentro de la atmósfera se ha aproximado desde su aparición, mostrando valores superiores a 100 pMC en el caso de plantas y animales vivos desde el año 1950. La distribución del carbono de bombas ha disminuido de forma gradual a lo largo del tiempo y su valor actual es próximo a 107,5 pMC. Por lo tanto, un material de biomasa reciente, por ejemplo de maíz, podría dar lugar a una firma de radiocarbono cercana a 107,5 pMC.

El carbono derivado de petróleo no tiene la relación de radiocarbono característica del dióxido de carbono atmosférico. Los estudios de investigación han permitido constatar que los combustibles fósiles y las sustancias de origen petroquímico tienen menos de aproximadamente 1 pMC y, de forma típica, menos de aproximadamente 0,1 pMC, por ejemplo, menos de 0,03 pMC. Sin embargo, los compuestos derivados enteramente de fuentes renovables tienen un porcentaje de carbono moderno (pMC) de al menos 95, preferiblemente al menos 99 pMC, por ejemplo, 100 pMC.

La combinación de carbono fósil con el carbono actual en un material dará lugar a una dilución del contenido de pMC actual. Suponiendo que el valor 107,5 pMC representa los materiales de biomasa actuales y 0 pMC representa los derivados del petróleo, el valor pMC medido para dicho material reflejará las proporciones de los dos tipos de componente. Un material derivado al 100% de semillas de soja actuales daría una firma de radiocarbono próxima a 107,5 pMC. Si se diluyera dicho material con un 50% de derivados del petróleo, daría una firma de radiocarbono cercana a 54 pMC.

Asignando un 100% a 107,5 pMC y un 0% a 0 pMC se obtiene un resultado del contenido de origen biológico. En este sentido, una muestra con un valor de 99 pMC dará un resultado de contenido de origen biológico equivalente del 93%.

La valoración de los materiales descritos en la presente memoria se llevó a cabo según el método ASTM D6866, especialmente con el Método B. Los valores medios indicados en este informe abarcan un intervalo absoluto del 6% (más y menos 3% a cada lado del valor del contenido de origen biológico), teniendo en cuenta las variaciones en las firmas de radiocarbono de los componentes finales. Se asume que todos los materiales son actuales o de origen fósil y que el resultado deseado es la cantidad de biocomponente “presente” en el material, no la cantidad de biomaterial “utilizado” en el proceso de fabricación.

Otras técnicas para valorar el contenido de origen biológico de los materiales se describen en las patentes US-3.885.155, US-4.427.884, US-4.973.841, US-5.438.194 y US-5.661.299 y en WO 2009/155086.

Realizaciones

El recipiente del artículo sostenible en cualquiera de sus aspectos, preferiblemente cuando está compuesto de polipropileno, puede incluir además un modificador de impacto en una cantidad de 2% en peso a 20% en peso, preferiblemente de 5% en peso a 10% en peso. El modificador de impacto de forma típica incluye LDPE en una cantidad de 5% en peso a 10% en peso, un elastómero olefínico en una cantidad de 5% en peso a 15% en peso, un elastómero estirénico en una cantidad de 2% en peso a 10% en peso o una mezcla de los mismos. Ejemplos de modificadores de impacto incluyen Dow AFFINITY™ (es decir, plastómero de poliolefina), Exxon Mobil VISTAMAXX™ (es decir, elastómero basado en polipropileno), y KRATON® de GLS (es decir, copolímero de bloque/elastómero basado en estireno), cualquiera de los cuales puede variar en el nivel de saturación de la parte olefínica. El modificador de impacto puede derivarse total o parcialmente de aceite, total o parcialmente de una fuente renovable o total o parcialmente de material reciclado.

El tapón del artículo sostenible en cualquiera de sus aspectos puede opcionalmente incluir hasta 70% en peso, preferiblemente hasta 30% en peso, más preferiblemente hasta 40% en peso, incluso más preferiblemente hasta 50% en peso de polipropileno remolido, polietileno remolido o una mezcla de los mismos, con respecto al peso total del tapón. En algunas realizaciones, la cantidad de polímero remolido puede ser de 5% en peso a 75% en peso, preferiblemente de 25% en peso a 50% en peso, con respecto al peso total del tapón. La incorporación de material remolido en el tapón disminuye el coste del artículo resultante y evita un gasto de material dentro de las plantas, mejorando además la sostenibilidad de la planta.

De forma adicional o de forma alternativa, el tapón del artículo sostenible en cualquiera de sus aspectos puede opcionalmente incluir un elastómero derivado de un material reciclado, por ejemplo, de restos de pañal, que contienen una cantidad de elastómero. La presencia de elastómero en el tapón mejora, por ejemplo, la resistencia al agrietamiento por esfuerzos y la resistencia al impacto de caída del tapón. El elastómero puede estar presente en el tapón en una cantidad del 0,1% en peso al 60% en peso, preferiblemente del 0,1% en peso al 40% en peso, más preferiblemente del 0,1% en peso al 20% en peso, dependiendo de las necesidades exactas en términos de eficacia. El elastómero también puede derivarse total o parcialmente de aceite, total o parcialmente de una fuente renovable o total o parcialmente de material reciclado.

Al menos uno de entre el recipiente, el tapón o la etiqueta del artículo sostenible en aspectos en los que el recipiente, el tapón o la etiqueta no están compuestos de tereftalato de polietileno, pueden opcionalmente incluir menos de 70% en peso de un polímero biodegradable, con respecto al peso total del recipiente, del tapón o de la etiqueta, siempre y cuando el recipiente, el tapón o la etiqueta resultante tenga una densidad inferior a 1 g/ml. El polímero biodegradable puede estar integrado en la matriz de polímero del material renovable, reciclado o remolido (p. ej., mediante mezclado físico) para evitar que el polímero biodegradable sea expuesto a la superficie del componente del artículo, evitando su biodegradación y/o deterioro. Ejemplos no limitativos de polímeros biodegradables incluyen poliésteres alifáticos, tales como ácido poliláctico (PLA), ácido poliglicólico (PGA), succinato de polibutileno (PBS) y copolímeros de los mismos; poliésteres alifático-aromáticos tales como ECOFLEX® de BASF (es decir, un copolímero alifático-aromático basado en ácido tereftálico, ácido adípico y 1,4-butanodiol), BIOMAX® de DuPont (es decir, un copoliéster aromático con un alto contenido en ácido tereftálico); polihidroxialcanoato (PHA) y copolímeros de los mismos; materiales de almidón termoplástico (TPS); materiales celulósicos; y una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, el polímero biodegradable además incluye una sal inorgánica, tal como carbonato cálcico, sulfato cálcico, talco, arcillas (p. ej., nanoarcillas), hidróxido de aluminio, CaSiO₃, fibras de vidrio, sílices cristalinas (p. ej., cuarzo, novacita, cristobalita), hidróxido de magnesio, mica, sulfato sódico, litopona, carbonato de magnesio, óxido de hierro o una mezcla de los mismos.

Al menos uno de entre el recipiente, el tapón o la etiqueta del artículo sostenible en uno de sus aspectos puede opcionalmente incluir una mezcla maestra de colorante. En la presente memoria, una “mezcla maestra de colorante” se refiere a una mezcla en la que los pigmentos están dispersados a alta concentración en un material que actúa de vehículo. La mezcla maestra de colorante se utiliza para impartir color al producto final. En algunas realizaciones, el vehículo es un plástico de origen biológico o un plástico derivado de petróleo, mientras que en realizaciones alternativas el vehículo es un aceite de origen biológico o un aceite derivado de petróleo. La mezcla maestra de colorante puede derivarse total o parcialmente de una fuente de petróleo, total o parcialmente de una fuente renovable o total o parcialmente de una fuente reciclada. Ejemplos no limitativos del vehículo incluyen polietileno de origen biológico o derivado de aceite (p. ej., LLDPE, LDPE, HDPE), aceite de origen biológico (p. ej., aceite de oliva, aceite de colza, aceite de cacahuete), aceite derivado del petróleo, aceite reciclado, tereftalato de polietileno de origen biológico o derivado del petróleo, polipropileno y una mezcla de los mismos. El pigmento del vehículo, que puede derivarse de una fuente renovable o de una fuente no renovable puede incluir, por ejemplo, un pigmento inorgánico, un pigmento orgánico, una resina polimérica o una mezcla de los mismos. Ejemplos no limitativos de pigmentos incluyen dióxido de titanio (p. ej., rutilo, anatasa), ftalocianina de cobre, óxido de antimonio, óxido de cinc, carbonato cálcico, sílice de pirólisis, ftalocianina (p. ej., azul de ftalocianina), azul ultramarino, azul cobalto, pigmentos de tipo monoazo, pigmentos de tipo diazo, tinte ácido, tinte básico, quinacridona y una mezcla de los mismos. En algunas realizaciones, la mezcla maestra de colorante puede además incluir uno o más aditivos, que pueden ser derivados de una fuente renovable o de una fuente no renovable. Ejemplos no limitativos de aditivos incluyen agentes de deslizamiento, absorbentes de UV, agentes

nucleantes, estabilizadores de UV, estabilizadores de calor, agentes clarificantes, cargas, abrillantadores, adyuvantes de proceso, perfumes, sabores y una mezcla de los mismos.

En algunas realizaciones, el color puede transmitirse al recipiente, tapón o etiqueta del artículo sostenible en cualquiera de sus aspectos utilizando combinación directa (es decir, combinación en línea). En estas realizaciones, se coloca un mezclador de doble hélice al comienzo del moldeo por inyección, moldeo por soplado o línea de película y se añaden aditivos como, por ejemplo, pigmentos a la resina justo antes de la formación del artículo.

Al menos uno de entre el recipiente o el tapón del artículo sostenible en cualquiera de sus aspectos puede incluir además de 1% en peso a 50% en peso, preferiblemente de 3% en peso a 30% en peso, más preferiblemente de 5% en peso a 15% en peso de una carga, con respecto al peso total del recipiente, tapón o etiqueta. Ejemplos no limitativos de cargas incluyen almidones, fibras renovables (p. ej., cáñamo, lino, coco, madera, papel, bambú, césped), materiales inorgánicos (p. ej., carbonato cálcico, mica, talco), gases (p. ej., gas a alta presión), agentes espumantes, microesferas, polímeros biodegradables (p. ej., PLA, PHA, TPS), un polímero renovable pero no biodegradable (p. ej., partículas de acetato de celulosa, poliamida-11, resina alquídica) y mezclas de los mismos.

Uno o más del recipiente, el tapón y la etiqueta del artículo sostenible en uno de sus aspectos anteriormente mencionados puede presentar una capa única o capas múltiples. Cuando un componente del artículo sostenible presenta múltiples capas, el componente puede incluir 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, o 10 capas. Preferiblemente, la multicapa es bicapa, tricapa, capa cuádruple o capa quíntuple. En algunas realizaciones, la multicapa es una bicapa que tiene una relación de peso de capa exterior a capa interior de 99:1 a 1:99, preferiblemente de 10:90 a 30:70, por ejemplo, aproximadamente 20:80. En algunas realizaciones, la multicapa es una tricapa que tiene una relación de peso de capa exterior a capa intermedia a capa interior de 1:98:1 a 30:40:30, por ejemplo, 5:90:5, 10:80:10 o 20:60:20. En algunas realizaciones, cuando un componente del artículo tiene al menos tres capas, material reciclado, uno o más polímeros biodegradables (p. ej., PLA, PHA, TPS, celulosa) o una mezcla de los mismos comprende una capa intermedia. La capa intermedia compuesta de material reciclado, polímero biodegradable o una mezcla de los mismos puede además incluir una sal inorgánica, tal como carbonato cálcico, sulfato cálcico, talcos, arcillas (p. ej., nanoarcillas), hidróxido de aluminio, CaSiO_3 , fibras de vidrio, sílices cristalinas (p. ej., cuarzo, novacita, cristobalita), hidróxido de magnesio, mica, sulfato sódico, litopona, carbonato de magnesio, óxido de hierro o una mezcla de los mismos. Un componente multicapa con material reciclado o polímero biodegradable puede obtenerse, por ejemplo, mediante técnicas de inyección (p. ej., coinyección), un proceso de estirado-soplado o un proceso de moldeo por extrusión-soplado, como se describe en la presente memoria. En algunas realizaciones, un componente multicapa del artículo sostenible incluye una capa barrera frente a gases (p. ej., oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, helio). La capa barrera puede ser derivada biológica o derivada de petróleo y estar compuesta de, por ejemplo, copolímero de etilen-vinil alcohol (EVOH).

Caracterización del recipiente, tapón y etiqueta

Cada componente del artículo de la invención tiene un período de validez de al menos aproximadamente dos años. La densidad del recipiente, tapón o etiqueta de la invención puede determinarse usando el método ASTM D 792.

A. Recipiente

Un recipiente con un período de validez de al menos dos años puede caracterizarse por al menos una de las siguientes condiciones: su velocidad de transmisión de vapor (WVRT), agrietamiento por esfuerzo medioambiental (ESC) y resistencia a compresión por columna.

La velocidad de transmisión de vapor de agua es la velocidad en estado estacionario a la que el vapor de agua atraviesa una película en condiciones específicas de temperatura y humedad relativa y puede determinarse utilizando el método ASTM 1249-06. Un recipiente de la invención que está compuesto de HDPE tiene una WVTR inferior a 0,3 gramos por 100 pulgadas cuadradas (600 centímetros cuadrados) por 1 día ($\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$) ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), preferiblemente menos de 0,2 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), más preferiblemente menos de 0,1 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), a aproximadamente 38 °C y aproximadamente una humedad relativa del 90%. Un recipiente de la invención que está compuesto de PP tiene una WVTR inferior a 0,6 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), preferiblemente menos de 0,4 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), más preferiblemente menos de 0,2 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), a aproximadamente 38 °C y aproximadamente una humedad relativa del 90%. Un recipiente de la invención que está compuesto de PET tiene una WVTR inferior a 0,3 gramos por 100 pulgadas cuadradas (600 centímetros cuadrados) por 1 día ($\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$) ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), preferiblemente menos de 1,25 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), más preferiblemente menos de 0,625 $\text{g}/600 \text{ cm}^2/\text{día}$ ($\text{g}/100 \text{ in}^2/\text{día}$), a aproximadamente 38 °C y aproximadamente una humedad relativa del 90%.

El agrietamiento por esfuerzo ambiental (ESC) es el inicio prematuro del agrietamiento y la fragilidad de un plástico debido a la acción simultánea de esfuerzo, deformación y contacto con ambientes químicos específicos. Un método de determinación del ESC es utilizando el método ASTM D-2561. Un recipiente de la invención puede resistir una carga de 4,5 kilogramos a 60 °C durante 15 días, preferiblemente durante 30 días, cuando se somete al método ASTM D-2561.

De forma alternativa, el ESC puede determinarse según el siguiente procedimiento: Un recipiente para analizar se llena con líquido hasta un nivel de llenado específico y, de forma opcional, se coloca un cierre sobre el recipiente. Si el cierre es un cierre de rosca, se aprieta con un par de fuerzas determinado. El recipiente sometido a ensayo se acondiciona para cuatro horas a $50\text{ °C} \pm 1,5\text{ °C}$. Se aplica de nuevo un par de fuerzas a los tapones del recipiente de tipo tornillo hasta alcanzar el nivel de par de fuerzas determinado y se eliminan las muestras no herméticas. A su temperatura de acondicionado, el recipiente se coloca en una posición vertical y se coloca sobre él un peso de 4,5 a 5,0 kilogramos. El recipiente se inspecciona cada día durante treinta días para determinar si hay signos de agrietamiento por esfuerzos o de escape que puedan indicar agrietamiento por esfuerzos. Un recipiente de la invención puede resistir una carga de 4,5 a 5,0 kilogramos durante aproximadamente treinta días, de los cuales los primeros quince días son los más críticos.

El ensayo de resistencia a la compresión por columna proporciona información acerca de las propiedades de compresión mecánica (p. ej., carga de compresión, deflexión a la carga de compresión, carga de compresión de ruptura, rigidez de compresión aparente) o recipientes termoplásticos formados por soplado. Cuando se somete un recipiente vacío, sin tapón, con ventilación de aire a la prueba de compresión por columna del método ASTM D-2659 utilizando una velocidad de 50 mm/min, la fuerza máxima de resistencia a la compresión (para una deflexión no superior a aproximadamente 5 mm), es no superior a 50 N, preferiblemente no superior a 100 N, más preferiblemente no superior a 230 N. Además, cuando el recipiente de la invención se somete a ensayo lleno de agua a una temperatura de entre 28 °C y 42 °C y se somete a la prueba de compresión por columna del método ASTM D-2659 utilizando una velocidad de 12,5 mm/min, la fuerza máxima de resistencia a la compresión (para una deflexión no superior a 5 mm), es no superior a 150 N, preferiblemente no superior a 250 N, más preferiblemente no superior a 300 N. Los ensayos de compresión por columna se llevan a cabo en un recinto mantenido a temperatura ambiente.

De forma adicional o de forma alternativa, la materia prima constructiva que comprende HDPE, PET o PP; y polímero, como se ha descrito anteriormente, utilizada para producir el recipiente de la invención preferiblemente tiene una temperatura de distorsión o punto de reblandecimiento Vicat según se ha especificado anteriormente y/o puede resistir un esfuerzo aplicado según la prueba de resistencia al agrietamiento con muesca completa, como se ha descrito anteriormente.

La temperatura de distorsión por calor (HDT) es la temperatura a la cual el material sometido a ensayo sufre deflexión en una cantidad específica cuando se le aplica una flexión en tres puntos para un esfuerzo de fibra exterior máximo específico. La temperatura de distorsión por calor puede determinarse utilizando el procedimiento estándar descrito en ISO 75, donde el método A utiliza un esfuerzo de fibra exterior de 1,80 MPa y el método B utiliza un esfuerzo de fibra exterior de 0,45 MPa. La materia prima constructiva de un recipiente de HDPE de la invención tiene una HDT de al menos 40 °C , preferiblemente al menos 45 °C , más preferiblemente al menos 50 °C , según el método A y al menos 73 °C , preferiblemente al menos 80 °C , más preferiblemente al menos 90 °C , según el método B. La materia prima constructiva de un recipiente de PET de la invención tiene una HDT de al menos $61,1\text{ °C}$, preferiblemente al menos 63 °C , más preferiblemente al menos 65 °C según el método A y al menos $66,2\text{ °C}$, preferiblemente al menos 68 °C , más preferiblemente al menos 70 °C , según el método B. La materia prima constructiva de un recipiente de PP de la invención tiene una HDT de al menos 57 °C , preferiblemente al menos 65 °C , más preferiblemente al menos 70 °C , según el método A y al menos 75 °C , preferiblemente al menos 90 °C , más preferiblemente al menos 100 °C , según el método B.

El punto de reblandecimiento Vicat es la determinación del punto de reblandecimiento para materiales que no tienen un punto de fusión determinado pero puede también medirse para los materiales que tienen punto de fusión. Se toma como la temperatura a la que el material es penetrado a una profundidad de 1 milímetro por una aguja de extremo plano con una sección transversal circular de un milímetro cuadrado o con una sección transversal cuadrada. El punto de reblandecimiento Vicat puede determinarse utilizando el procedimiento estándar descrito en ISO 306, donde se utiliza una carga de 10 N y una velocidad de calentamiento de 50 °C por hora para el método de ensayo A50 y una carga de 50 N y una velocidad de calentamiento de 50 °C por hora para el método de ensayo B50. La materia prima constructiva de un recipiente HDPE de la invención tiene una temperatura de reblandecimiento Vicat de al menos 112 °C , preferiblemente al menos 125 °C , más preferiblemente al menos 130 °C , según el método de ensayo A50 y a menos 75 °C , preferiblemente al menos 77 °C , más preferiblemente al menos 80 °C , según el método de ensayo B50. La materia prima constructiva de un recipiente de PET de la invención tiene una temperatura de reblandecimiento Vicat de al menos 79 °C , preferiblemente al menos 85 °C , más preferiblemente al menos 90 °C , según el método de ensayo A50 y a menos 75 °C , preferiblemente al menos 77 °C , más preferiblemente al menos 80 °C , según el método de ensayo B50. La materia prima constructiva de un recipiente de PP de la invención tiene una temperatura de reblandecimiento Vicat de al menos 125 °C , preferiblemente al menos 154 °C , más preferiblemente al menos 175 °C , según el método de ensayo A50 y al menos 75 °C , preferiblemente al menos 85 °C , más preferiblemente al menos 95 °C , según el método de ensayo B50.

La prueba de resistencia al agrietamiento con muesca completa (FNCT) es un ensayo acelerado utilizado para valorar la resistencia de un polímero al avance de agrietamiento lento en un ambiente escogido. Cuando se somete al FNCT descrito en ISO 16770, la materia prima constructiva de un recipiente de HDPE o de PP de la invención puede resistir al menos 4 horas, preferiblemente al menos 18 horas, más preferiblemente al menos 50 horas, incluso más preferiblemente 100 horas a un esfuerzo aplicado de 4,4 MPa a temperatura ambiente.

B. Tapón

Un tapón con un período de validez de al menos dos años puede caracterizarse por al menos una de las siguientes condiciones: su vida de articulación, si el diseño del tapón incluye una articulación, resistencia al agrietamiento por esfuerzos, resistencia al impacto por caída, cambio en el módulo por inmersión en agua y punto de reblandecimiento Vicat. La vida de articulación es la capacidad de una articulación de poder resistir múltiples acciones de abertura por parte de una persona o de una máquina. Si la vida de articulación del tapón se somete a ensayo de forma manual, el tapón de la invención puede resistir al menos 150, preferiblemente al menos 200, más preferiblemente al menos 300 acciones de abertura por parte de la persona a temperatura ambiente. Si la vida de articulación del tapón se somete a ensayo con una máquina, puede resistir al menos 1500, preferiblemente al menos 1700, más preferiblemente al menos 2000 acciones de abertura por parte de la máquina a temperatura ambiente. En algunas de dichas realizaciones, el tapón comprende polipropileno. Después de cada prueba, la región de la articulación se inspecciona para determinar las rupturas. Cuando el tapón de la invención se coloca en un entorno frío (p. ej., a menos de aproximadamente 5 °C) no muestra rupturas.

La resistencia al agrietamiento por esfuerzos del tapón se determina mediante los métodos ESC anteriormente descritos. Por ejemplo, un tapón de la invención puede resistir una carga de 4,5 kilogramos a aproximadamente 50 °C durante quince días, preferiblemente durante treinta días. De forma alternativa, con el método ASTM D-5419, un tapón de la invención puede resistir el agrietamiento para una resistencia al agrietamiento por esfuerzos de inmersión (ISCR) y no presentar decoloración durante aproximadamente 15 días, preferiblemente durante aproximadamente 30 días.

La resistencia al impacto por caída es la capacidad de un tapón de resistir a las caídas. Para determinar la resistencia al impacto por caída, un recipiente exento de daños y construido del modo previsto se llena con agua corriente hasta su capacidad de llenado nominal y se deja destapado durante 24 horas a 23 ± 2 °C hasta alcanzar la temperatura normalizada. El recipiente se tapa y se deja caer desde una altura determinada. Un tapón de la invención, cuando se coloca sobre un recipiente lleno de agua, puede resistir el impacto lateral de un panel o caída horizontal y una caída boca abajo desde una altura de aproximadamente 1,2 m. Un tapón de la invención, cuando se coloca sobre un recipiente lleno de agua, puede resistir una caída vertical con impacto en la base desde una altura de aproximadamente 1,5 m.

De forma adicional o de forma alternativa, la materia prima constructiva que comprende el tapón de PP, LLDPE, HDPE y LDPE, como se ha descrito anteriormente, utilizada para fabricar el tapón de la invención preferiblemente experimenta un cambio en el módulo debido a la inmersión en agua o un punto de reblandecimiento Vicat como se ha explicado anteriormente.

El cambio en el módulo debido a la inmersión en agua se analiza con el método ASTM D-638, que mide el módulo de los plásticos. El módulo del producto se compara antes y después de la inmersión durante dos semanas a temperatura ambiente y a 45 °C. La materia prima constructiva que comprende el tapón de la invención presenta un cambio despreciable en el módulo cuando se sumerge en agua, con una reducción del módulo inferior al 1%.

La materia prima constructiva que comprende el tapón de la invención presenta un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 75 °C, preferiblemente al menos 125 °C, según el método de ensayo A50 de la norma ISO 306, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, la materia prima constructiva que comprende el tapón de la invención puede presentar un punto de reblandecimiento Vicat de 75 °C a 175 °C, preferiblemente de 125 °C a 154 °C. El tapón de la invención presenta un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 50 °C a 95 °C, preferiblemente de 75 °C a 85 °C, según el método de ensayo B50 de la norma ISO 306, como se ha descrito anteriormente.

C. Etiqueta

Una etiqueta con un período de validez de al menos dos años puede caracterizarse por al menos una de las siguientes condiciones: su resistencia química, resistencia del producto, encogimiento, prueba de fricción y prueba de frotado. La resistencia química de la etiqueta se determina mediante la prueba de remojado y estrujado, que valora la adhesión por parte de la etiqueta al recipiente, la resistencia de la etiqueta a la deslaminación y la resistencia de la etiqueta al producto o al agua durante un uso simulado en la ducha o en el baño. Los resultados de la prueba se determinan a partir de la del comportamiento de la etiqueta después de sumergir recipientes llenos de una solución diluida de jabón en un baño con solución diluida de jabón a 38 °C (es decir, 5 gramos por litro) durante una hora y estrujar el recipiente 10, 50 y 100 veces. Las etiquetas de la invención no presentan cambio (p. ej., arrugas en la etiqueta, formación de ampollas, burbujas, borrones en la tinta, cambios en los colores de la tinta de impresión) después de múltiples estrujados.

La resistencia del producto es la capacidad de una etiqueta de resistir al producto para el que está prevista. Para analizar la compatibilidad del producto, se derrama producto sobre el lado impreso de la etiqueta a una temperatura de 20 °C a 24 °C. Al cabo de 24 horas, se retira el producto de la superficie de la etiqueta utilizando un papel tisú y se examina la etiqueta para observar si hay trazas de borrones de tinta, decoloración de superficie y de ruptura de la lámina. Las etiquetas de la invención no presentan cambios en ninguno de los parámetros examinados.

El encogimiento es la pérdida de tamaño de la etiqueta. Las etiquetas de la invención presentan menos de 0,2%, preferiblemente menos de 0,1% de encogimiento al cabo de 24 horas después de su fabricación.

La prueba de fricción mide el nivel de fricción de las superficies de la etiqueta para determinar la fricción del producto sobre las cintas transportadoras de la línea de envasado. En esta prueba, se envuelve una etiqueta alrededor de un bloque de acero de 200 g y se arrastra al menos 15 mm a través de una placa de caucho a una velocidad de 150 mm/min. Las etiquetas de la invención permanecen inalteradas cuando se someten a la prueba de fricción.

La prueba de fricción garantiza que la etiqueta no se suelta o se raya durante la fabricación o el uso. En esta prueba, se dobla una etiqueta con la cara impresa hacia dentro y se coloca entre los dedos pulgar e índice. Se mueven los dedos hacia delante y hacia atrás como para enrollar la etiqueta diez veces. La etiqueta de la invención permanece inalterada tras la prueba de fricción.

Métodos

A. Recipientes

Los recipientes de la invención pueden fabricarse mediante moldeo por soplado. El moldeo por soplado es un proceso de fabricación mediante el cual se forman piezas de plástico huecas a partir de materiales termoplásticos. El proceso de moldeo por soplado comienza con la fusión del material termoplástico y su conformación a modo de parisón o preforma. El parisón es una pieza tubular de plástico perforada en un extremo, a través del cual se hace pasar aire comprimido. El gas a presión, generalmente aire, se utiliza para expandir el parisón o la preforma caliente y presionarla contra la cavidad de un molde. La presión se mantiene hasta que el plástico se enfría. Una vez que el plástico se ha enfriado y endurecido, se abre el molde y se expulsa la pieza.

Existen tres tipos principales de moldeo por soplado: moldeo por extrusión-soplado, moldeo por inyección-soplado y moldeo por inyección-estirado-soplado. En el moldeo por extrusión-soplado, un tubo fundido de plástico se extruye en la cavidad de un molde y se infla con aire comprimido. Se pellizca un extremo del cilindro para cerrarlo. Cuando la parte de plástico se ha enfriado, se retira del molde. El moldeo por extrusión-soplado puede utilizarse para producir los recipientes de HDPE y PP de la invención. Dichos recipientes pueden ser de una sola capa o multicapa.

El moldeo por inyección-soplado (IBM) comprende tres etapas: inyección, soplado y eyección. En la primera, se alimenta polímero fundido en un colector en el que se inyecta a través de boquillas en un molde hueco de preforma caliente. El molde de preforma proporciona la forma externa del recipiente resultante y se sujeta al rededor de un mandril (vástago central) que forma la forma interna de la preforma. La preforma consiste en un cuello de botella/recipiente completamente formado con un tubo grueso de polímero unido que formará el cuerpo. El molde de preforma se abre y el vástago central se gira y se sujeta en un molde de soplado hueco frío. El vástago central se abre y permite el paso de aire comprimido en la preforma, que se infla dando lugar a la forma del artículo acabado. Tras un período de enfriamiento se abre el molde de soplado y se gira el vástago central hasta la posición de eyección. El artículo acabado se retira de la varilla central y se somete a una prueba de fugas. El moldeo por inyección-soplado, igual que los otros métodos de moldeo por soplado descritos en la presente memoria, es útil para la formación de los componentes del artículo que tienen polímero biodegradable integrado. El moldeo por inyección-soplado puede utilizarse para fabricar recipientes que incluyen mezclas de polímeros biodegradables.

El moldeo por inyección-estirado-soplado (ISBM) es un método de fabricación de recipientes plásticos a partir de una preforma o parisón que se estira tanto en la dirección radial como en la dirección axial cuando la preforma se sopla para dar lugar a la forma del recipiente deseada. En el proceso de ISBM, se moldea primero un plástico a modo de "preforma" utilizando el proceso de moldeo por inyección. Estas preformas se forman con los cuellos de los recipientes, incluidas las roscas. Las preformas se envasan y, una vez frías, se alimentan a una máquina de moldeo por estirado-soplado de nuevo en caliente. Las preformas se calientan por encima de su temperatura de transición vítrea, después se soplan utilizando aire a alta presión en recipientes utilizando moldes metálicos de soplado. De forma típica, la preforma es estirada con un vástago central como parte del proceso. El moldeo por inyección-estirado-soplado puede utilizarse para producir los recipientes de HDPE, PET y PP de la invención.

B. Tapones

Los recipientes de la invención pueden fabricarse mediante moldeo por inyección. El moldeo por inyección es un proceso de fabricación utilizado para fabricar piezas a partir de materiales termoplásticos, materiales de plástico termoendurecible o una mezcla de los mismos. Durante el moldeo por inyección, se alimenta material polimérico en un cilindro, se mezcla, se transforma en un producto fundido y se introduce forzado en una cavidad de moldeo tridimensional, donde se solidifica dando lugar a la configuración de la cavidad de moldeo mediante enfriamiento, calentamiento y/o reacción química. El moldeo por inyección puede usarse para fabricar tapones de una sola capa y tapones multicapa.

C. Etiquetas

Las etiquetas de la invención pueden obtenerse mediante extrusión de película. En la extrusión de película, el material termoplástico se funde y se forma dando lugar a un perfil continuo. En algunas realizaciones, se coextruden películas multicapa. La extrusión y la coextrusión de película pueden realizarse mediante cualquier método conocido por el experto en la técnica.

Ejemplos

Las composiciones ilustradas en los siguientes ejemplos ilustran realizaciones específicas de los componentes del artículo de la presente invención, pero no pretenden ser limitativas de la misma. El experto en la materia puede realizar otras modificaciones sin apartarse del espíritu y alcance de esta invención.

Los componentes ilustrados en los siguientes Ejemplos se preparan mediante métodos de formulación y mezclado convencionales, de los cuales se han descrito ejemplos anteriormente en la presente memoria. Todas las cantidades ilustradas se indican como porcentajes en peso y no incluyen materiales minoritarios tales como diluyentes, conservantes, soluciones de color, ingredientes de imagen, componentes vegetales, etc., salvo que se indique lo contrario.

Ejemplo 1

Los siguientes ejemplos son ilustrativos de composiciones adecuadas para formar los recipientes de polietileno de bioalta densidad de la invención.

	Capas	Bio-HDPE ¹ (% en peso)	PE reciclado ² (% en peso)	PE remolido (% en peso)	Mezcla maestra de colorante (% en peso)	Carga(s) (% en peso)
A	Capa única	48	25	25	Schulman POLYBATCH® B8750 ³ (2)	0
B	Capa única	58	0	40	Schulman POLYBATCH® B8750 ³ (2)	0
C	Capa única	68	0	25	Schulman POLYBATCH® B8750 ³ (2)	CaCO ₃ (5)
D	Capa única	65,5	0	25	Schulman POLYBATCH® B8750 ³ (4)	CaCO ₃ (5,5)
E	Capa exterior (20% en peso)	98	0	0	POLYONE CC10042502 ⁴ (2)	0
	Capa interior (80% en peso)	60	31	0	Heritage POLYMAX CB1 ⁵ (9)	0
F	Capa exterior (20% en peso)	92	0	0	POLYONE PG101028.00 ⁶ (8)	0
	Capa interior (80% en peso)	61	31	0	0	Heritage POLYMAX CB2 ⁷ (8)
G	Capa exterior (20% en peso)	92	0	0	POLYONE PG101028.00 ⁶ (8)	0
	Capa interior (80% en peso)	60	31	0	0	Heritage POLYMAX CB2 ⁷ (9)

¹ SGF4950 de BRASKEM

² 101-150 de KW/PCA

³ una mezcla maestra blanca con 50% en peso de TiO₂, recubrimiento propio para el TiO₂ y resina portadora de LLDPE

⁴ una mezcla maestra blanco perla que contiene TiO₂, mica y portador de LLDPE

⁵ una mezcla maestra blanca que contiene carbonato cálcico (73,6% en peso), dióxido de titanio (6,4% en peso) y resina portadora de LLDPE (20,0% en peso)

⁶ una mezcla maestra blanco perla que contiene TiO₂, mica y portador de LLDPE

⁷ una mezcla maestra blanca que contiene carbonato cálcico (62% en peso), dióxido de titanio (17% en peso) y resina portadora de LLDPE (21% en peso)

5 Las mezclas maestras de colorante y cargas de la tabla anterior pueden sustituirse por cualquier mezcla maestra de colorante y carga descrita anteriormente en la presente memoria o conocida para el experto en la técnica.

Ejemplo 2

10 Los siguientes ejemplos son representativos de composiciones adecuadas para formar los recipientes de biotereftalato de polietileno de la invención utilizando una mezcla maestra de colorante líquida.

	Capas	Bio-PET (% en peso)	PET reciclado ¹ (% en peso)	Mezcla maestra de colorante líquida (% en peso)	Carga(s) (% en peso)	Capa barrera de EVOH
A	Capa única	30	70	0	0	0
B	Capa única	30	69,925	Colormatrix Light magenta 183-10041-3 (0,075)	0	0
C	Capa única	30	69,82	Colormatrix New Orange 187-10022-1 (0,18)	0	0
D	Capa única	30	59,82	Colormatrix New Orange 187-10022-1 (0,18)	sílice (10)	0
E	Capa única	30	49,82	Colormatrix New Orange 187-10022-1 (0,18)	sílice (20)	0
F	Capa única	0	100	0	0	0
G	Capa única	0	99,925	Colormatrix Light magenta 183-10041-3 (0,075)	0	0
H	Capa única	0	99,82	Colormatrix New Orange 187-10022-1 (0,18)	0	0
I	Capa única	100	0	0	0	0
J	Capa única	99,925	0	Colormatrix Light magenta 183-10041-3 (0,075)	0	0
K	Capa única	98,82	0	Colormatrix New Orange 187-10022-1 (0,18)	0	0
L	Capa exterior	10	0	0	0	0
	Capa intermedia	0	79,925	Colormatrix Light magenta 183-10041-3 (0,075)	0	0
	Capa interior	10	0	0	0	0
M	Capa exterior	49	0	0	0	0
	Capa intermedia de barrera	0	0	0	0	2
	Capa interior	49	0	0	0	0
N	Capa exterior	23,925	0	Colormatrix Light magenta 183-10041-3		

				(0,075)		
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa intermedia	0	50	0	0	0
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa interior	23,925	0	Colormatrix Light magenta 183-10041-3 (0,075)	0	0

¹ LNO c rPET de PHOENIX TECHNOLOGIES, rPET de EVERGREEN, CT-1500 de CLEAN TECH, o NPL de PHOENIX TECHNOLOGIES

5 Los siguientes ejemplos son representativos de composiciones adecuadas para formar los recipientes de biotereftalato de polietileno de la invención utilizando una mezcla maestra de colorante líquida opaca.

	Capas	Bio-PET (% en peso)	PET reciclado ¹ (% en peso)	Mezcla maestra de colorante líquida Opaca (% en peso)	Carga(s) (% en peso)	Capa barrera de EVOH
A	Capa única	30	70	0	0	0
B	Capa única	30	68,5	Colormatrix Coral Iridescent (1,5)	0	0
C	Capa única	30	67,25	Colormatrix Blue Pearl (2,75)	0	0
D	Capa única	30	60	0	sílice (10)	0
E	Capa única	30	50	0	sílice (20)	0
F	Capa única	0	100	0	0	0
G	Capa única	0	98,5	Colormatrix Coral Iridescent (1,5)	0	0
H	Capa única	0	97,25	Colormatrix Blue Pearl (2,75)	0	0
I	Capa única	100	0	0	0	0
J	Capa única	98,5	0	Colormatrix Coral Iridescent (1,5)	0	0
K	Capa única	97,25	0	Colormatrix Blue Pearl (2,75)	0	0
L	Capa exterior	10	0	0	0	0
	Capa intermedia	0	78,5	Colormatrix Coral Iridescent (1,5)	0	0
	Capa interior	10	0	0	0	0
M	Capa exterior	49	0	0	0	0
	Capa intermedia de barrera	0	0	0	0	2
	Capa interior	49	0	0	0	0
N	Capa exterior	22,5	0	Colormatrix Coral Iridescent (1,5)		
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa intermedia	0	50	0	0	0
	Capa que hace las	0	0	0	0	1

	funciones de barrera					
	Capa interior	22,5	0	Colormatrix Coral Iridescent (1,5)	0	0

¹ LNO c rPET de PHOENIX TECHNOLOGIES, rPET de EVERGREEN, CT-1500 de CLEAN TECH, o NPL de PHOENIX TECHNOLOGIES

5 Los siguientes ejemplos son representativos de composiciones adecuadas para formar los recipientes de biotereftalato de polietileno de la invención utilizando una mezcla maestra de colorante sólida que es traslúcida.

	Capas	Bio-PET (% en peso)	PET reciclado ¹ (% en peso)	Mezcla maestra de colorante sólida Traslúcida (% en peso)	Carga(s) (% en peso)	Capa barrera de EVOH
A	Capa única	30	70	0	0	0
B	Capa única	30	68,6	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	0	0
C	Capa única	30	68	Clariant UV red, Renol NB310501009 (2)	0	0
D	Capa única	30	58,6	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	sílice (10)	0
E	Capa única	30	48,6	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	sílice (20)	0
F	Capa única	0	100	0	0	0
G	Capa única	0	98,6	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	0	0
H	Capa única	0	98	Clariant UV red, Renol NB310501009 (2)	0	0
I	Capa única	100	0	0	0	0
J	Capa única	98,6	0	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	0	0
K	Capa única	98	0	Clariant UV red, Renol NB310501009 (2)	0	0
L	Capa exterior	10	0	0	0	0
	Capa intermedia	0	78,6	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	0	0
	Capa interior	10	0	0	0	0
M	Capa exterior	49	0	0	0	0
	Capa intermedia de barrera	0	0	0	0	2
	Capa interior	49	0	0	0	0
N	Capa exterior	22,6	0	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	0	0
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa intermedia	0	50	0	0	0
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa interior	22,6	0	Clariant UV red, Renol NB310501009 (1,4)	0	0

¹ LNO c rPET de PHOENIX TECHNOLOGIES, rPET de EVERGREEN, CT-1500 de CLEAN TECH, o NPL de PHOENIX TECHNOLOGIES

5 Los siguientes ejemplos son representativos de composiciones adecuadas para formar los recipientes de biotereftalato de polietileno de la invención utilizando una mezcla maestra de colorante sólida que es opaca.

	Capas	Bio-PET (% en peso)	PET reciclado ¹ (% en peso)	Mezcla maestra de colorante sólida Opaca (% en peso)	Carga(s) (% en peso)	Capa barrera de EVOH
A	Capa única	30	70	0	0	0
B	Capa única	30	67,5	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	0	0
C	Capa única	30	65	Clariant White, Tersar/N PD Blanc 36352 (5)	0	0
D	Capa única	30	57,5	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	10% en peso de sílice	0
E	Capa única	30	47,5	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	20% en peso de sílice	0
F	Capa única	0	100	0	0	0
G	Capa única	0	97,5	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	0	0
H	Capa única	0	95	Clariant White, Tersar/N PD Blanc 36352 (5)	0	0
I	Capa única	100	0	0	0	0
J	Capa única	97,5	0	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	0	0
K	Capa única	95	0	Clariant White, Tersar/N PD Blanc 36352 (5)	0	0
L	Capa exterior	10	0	0	0	0
	Capa intermedia	0	77,5	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	0	0
	Capa interior	10	0	0	0	0
M	Capa exterior	49	0	0	0	0
	Capa intermedia de barrera	0	0	0	0	2
	Capa interior	49	0	0	0	0
N	Capa exterior	21,5	0	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	0	0
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa intermedia	0	50	0	0	0
	Capa que hace las funciones de barrera	0	0	0	0	1
	Capa interior	21,5	0	Clariant Periwinkle blue, Renol NB52050144ZN (2,5)	0	0

¹ LNO c rPET de PHOENIX TECHNOLOGIES, rPET de EVERGREEN, CT-1500 de CLEAN TECH, o NPL de PHOENIX TECHNOLOGIES

10 Las mezclas maestras de colorante y cargas de cada una de las tablas anteriores pueden sustituirse por cualquier mezcla maestra de colorante y carga descrita anteriormente en la presente memoria o conocida para el experto en la técnica.

Ejemplo 3

Los siguientes ejemplos son ilustrativos de composiciones adecuadas para formar los recipientes de biopolipropileno de la invención.

	Capas	Bio-PP ¹ (% en peso)	PP reciclado ² (% en peso)	PP remolido ³ (% en peso)	Mezcla maestra de colorante ⁴ (% en peso)	Carga(s) ⁵ (% en peso)	Modificador de impacto ⁶ (% en peso)
A	Capa única	46	25	25	2	0	2
B	Capa única	56	0	40	2	0	2
C	Capa única	64	0	25	2	5	4
D	Capa única	61,5	0	25	4	5,5	4
E	Capa exterior (20% en peso)	96	0	0	2	0	2
	Capa interior (80% en peso)	58	31	0	9	0	2
F	Capa exterior (20% en peso)	90	0	0	8	0	2
	Capa interior (80% en peso)	57	31	0	0	8	4
G	Capa exterior (20% en peso)	88	0	0	8	0	4
	Capa interior (80% en peso)	56	31	0	0	9	4

¹ calidad de desarrollo de BRASKEM

² WM054 de WELLMARK

³ puede ser cualquier PP remolido descrito en la presente memoria o conocido para el experto en la técnica

⁴ OM51687650 de CLARIANT

⁵ OMYACARB® F-FL de OMYA

⁶ MD6932 de KRATON

En algunas realizaciones en las que el recipiente de polipropileno es multicapa, la capa exterior está compuesta de polipropileno y la capa interior está compuesta de polietileno. Las mezclas maestras de colorante, las cargas y los modificadores de impacto de la tabla anterior pueden sustituirse por cualquier mezcla maestra de colorante y carga descrita anteriormente en la presente memoria o conocida para el experto en la técnica.

Ejemplo 4

Los siguientes ejemplos son ilustrativos de composiciones adecuadas para formar los tapones de la invención. Los tapones de la invención pueden caracterizarse por los métodos y características descritas anteriormente.

	Capas	Bio-PP ¹ (% en peso)	PP reciclado ² (% en peso)	Bio-LDPE ³ (% en peso)	LDPE reciclado ⁴ (% en peso)	HDPE reciclado ⁵ (% en peso)	Colorante ⁶ (% en peso)
A	Capa única	99,5	0	0	0	0	0,50
B	Capa única	0	99,5	0	0	0	0,50
C	Capa única	49,5	50	0	0	0	0,50
D	Capa única	49,5	40	0	0	10	0,50
E	Capa exterior (20% en peso)	49,5	0	0	0	0	0,50
	Capa interior (80% en peso)	0	50	0	0	0	0
F	Capa exterior (20% en peso)	50	0	0	0	0	0
	Capa interior (80% en peso)	0	0	0	0	50	0
G	Capa exterior	25	25	0	0	0	0
	Capa interior	0	0	0	25	25	0
H	Capa exterior	0	50	0	0	0	0
	Capa interior	0	0	0	0	50	0

I	Capa exterior	26,5	0	0	0	0	0,50
	Capa intermedia	0	15	1	15	15	0
	Capa interior	27	0	0	0	0	0

¹ calidad de desarrollo de BRASKEM

² WM054 de WELLMARK

³ SGE7252 de BRASKEM

⁴ LDPE PCR de ENVISION

⁵ LDPE PCR de ENVISION

⁶ OM51687650 de CLARIANT

La mezcla maestra de colorante de la tabla anterior puede sustituirse por cualquier mezcla maestra de colorante descrita en la presente memoria o conocida para el experto en la técnica.

Ejemplo 5

Los siguientes ejemplos son representativos de composiciones adecuadas para formar las etiquetas de polietileno y de polipropileno de la invención. En algunas realizaciones preferidas, la tinta se deriva de una fuente renovable, como se ha descrito anteriormente en la presente memoria.

	Capas	Bio-PE ¹ (% en peso)	PE reciclado ² (% en peso)	Bio-PP ³ (% en peso)	PP reciclado ⁴ (% en peso)	Papel (% en peso)	Tinta (% en peso)
A	Capa única	99	0	0	0	0	1
B	Capa única	64	35	0	0	0	1
C	Capa única	59	40	0	0	0	1
D	Capa única	0	99	0	0	0	1
E	Capa única	0	0	99	0	0	1
F	Capa única	0	0	64	35	0	1
G	Capa única	0	0	59	40	0	1
H	Capa única	0	0	0	99	0	1
I	Capa única	0	0	0	0	99	1

¹ calidad de desarrollo de BRASKEM

² 101-150 de KW/PCA

³ calidad de desarrollo de BRASKEM

⁴ WM054 de WELLMARK

Ejemplo 6

Los siguientes ejemplos son representativos de composiciones adecuadas para formar las etiquetas de tereftalato de polietileno de la invención. En algunas realizaciones preferidas, la tinta se deriva de una fuente renovable, como se ha descrito anteriormente en la presente memoria.

	Capas	Bio-PET (% en peso)	PET reciclado ¹ (% en peso)	Papel (% en peso)	Tinta (% en peso)
A	Capa única	99	0	0	1
B	Capa única	69	30	0	1
C	Capa única	30	69	0	1

¹ LNO c rPET de PHOENIX TECHNOLOGIES, rPET de EVERGREEN, CT-1500 de CLEAN TECH, o NPL de PHOENIX TECHNOLOGIES

Las etiquetas de la invención pueden caracterizarse por los métodos y características descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo con un período de validez de dos años, reciclable y sostenible prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen, comprendiendo el artículo:

(a) un recipiente que comprende:

- (i) al menos 10% en peso de polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%; y,
- (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE), polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE), polietileno remolido y una mezcla de los mismos;

(b) un tapón que comprende:

- (i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP) y una mezcla de los mismos; o,
- (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, LLDPE reciclado tras el consumo, LLDPE reciclado tras uso industrial, polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, HDPE reciclado tras el consumo, HDPE reciclado tras uso industrial, polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, LDPE reciclado tras el consumo, LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos; y,

(c) una etiqueta que comprende tinta y un sustrato que comprende:

- (i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE), polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE), papel y una mezcla de los mismos; o,
- (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, tereftalato de polietileno (PET) reciclado tras el consumo, PET reciclado tras uso industrial, PET remolido, un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras el consumo, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial, un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico, papel y una mezcla de los mismos; o
- (iii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP), papel y una mezcla de los mismos;

en donde el recipiente, el tapón, la etiqueta de PE y la etiqueta de PP presentan cada uno de ellos una densidad inferior a 1 g/ml y la etiqueta que comprende PET, un poliéster de ácido furano dicarboxílico o mezcla de los mismos presenta una densidad superior a 1 g/ml.

2. Un artículo con un período de validez de dos años, reciclable y sostenible prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen, comprendiendo el artículo:

(a) un recipiente que comprende:

- (i) al menos 10% en peso de tereftalato de polietileno (PET) o un poliéster de ácido furano dicarboxílico, teniendo cada uno de ellos un contenido de origen biológico de al menos 90%, con respecto al peso total del recipiente; y,
- (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PET), tereftalato de polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PET), tereftalato de polietileno remolido y una mezcla de los mismos; o un polímero seleccionado del grupo que consiste en un poliéster de ácido furano dicarboxílico

reciclado tras el consumo, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial, un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico y una mezcla de los mismos;

con la condición de que (i) y (ii) sean ambos PET o ambos un poliéster de ácido furano dicarboxílico;

(b) un tapón que comprende:

(i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP) y una mezcla de los mismos; o,

(ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, LLDPE reciclado tras el consumo, LLDPE reciclado tras uso industrial, polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, HDPE reciclado tras el consumo, HDPE reciclado tras uso industrial, polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, LDPE reciclado tras el consumo, LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos; y,

(c) una etiqueta que comprende tinta y un sustrato que comprende:

(i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE), polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE), papel y una mezcla de los mismos; o,

(ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, tereftalato de polietileno (PET) reciclado tras el consumo, PET reciclado tras uso industrial, PET remolido, un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras el consumo, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial, un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico, papel y una mezcla de los mismos; o

(iii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP), papel y una mezcla de los mismos;

en donde el tapón, la etiqueta de PE y la etiqueta de PP presentan cada uno de ellos una densidad inferior a 1 g/ml y el recipiente y la etiqueta que comprenden PET, un poliéster de ácido furano dicarboxílico o mezcla de los mismos presentan cada uno de ellos una densidad superior a 1 g/ml.

3. Un artículo con un período de validez de dos años, reciclable y sostenible prácticamente exento de compuestos derivados de petróleo virgen, comprendiendo el artículo:

(a) un recipiente que comprende:

(i) al menos 10% en peso de polipropileno (PP) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, con respecto al peso total del recipiente; y,

(ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP), polipropileno remolido y una mezcla de los mismos;

(b) un tapón que comprende:

(i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP) y una mezcla de los mismos; o,

(ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos aproximadamente 90%,

LLDPE reciclado tras el consumo, LLDPE reciclado tras uso industrial, polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 95%, HDPE reciclado tras el consumo, HDPE reciclado tras uso industrial, polietileno de baja densidad (LDPE) que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, LDPE reciclado tras el consumo, LDPE reciclado tras uso industrial; y una mezcla de los mismos; y,

(c) una etiqueta que comprende tinta y un sustrato que comprende:

- (i) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polietileno reciclado tras el consumo (PCR-PE), polietileno reciclado tras uso industrial (PIR-PE), papel y una mezcla de los mismos; o,
- (ii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en tereftalato de polietileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, tereftalato de polietileno (PET) reciclado tras el consumo, PET reciclado tras uso industrial, PET remolido, un poliéster de ácido furano dicarboxílico que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras el consumo, un poliéster de ácido furano dicarboxílico reciclado tras uso industrial, un poliéster remolido de ácido furano dicarboxílico, papel y una mezcla de los mismos; o
- (iii) un polímero seleccionado del grupo que consiste en polipropileno que tiene un contenido de origen biológico de al menos 90%, polipropileno reciclado tras el consumo (PCR-PP), polipropileno reciclado tras uso industrial (PIR-PP), papel y una mezcla de los mismos;

en donde el recipiente, el tapón, la etiqueta de PE y la etiqueta de PP presentan cada uno de ellos una densidad inferior a 1 g/ml y la etiqueta que comprende PET, un poliéster de ácido furano dicarboxílico o mezcla de los mismos presenta una densidad superior a 1 g/ml.

4. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el contenido de origen biológico del HDPE es de al menos 97%.
5. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el contenido de origen biológico del PP, LLDPE, LDPE, PE, PET o del ácido furano dicarboxílico es de al menos 93%.
6. El artículo de la reivindicación 3, en donde el recipiente además comprende de 2% en peso a 20% en peso de un modificador de impacto, con respecto al peso total del recipiente.
7. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el tapón además comprende hasta 75% de polipropileno remolido, polietileno remolido, o una mezcla de los mismos, con respecto al peso total del tapón.
8. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el PCR-PP, el PIR-PP, o mezcla de los mismos, del tapón además comprende de 0,1% en peso al 60% en peso de elastómero, con respecto al peso total del tapón.
9. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde la tinta es derivada de soja, derivada vegetal o una mezcla de los mismos.
10. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde la etiqueta además comprende un adhesivo.
11. El artículo de la reivindicación 1 o 3, en donde el recipiente de PE, el recipiente de PP, el tapón de PE, el tapón de PP, la etiqueta de PE, la etiqueta de PP, o una mezcla de los mismos, además comprenden menos de 70% en peso de un polímero biodegradable, con respecto al peso total del recipiente, del tapón o de la etiqueta.
12. El artículo de la reivindicación 11, en donde el polímero biodegradable se selecciona del grupo que consiste en ácido poliláctico (PLA), ácido poliglicólico (PGA), succinato de polibutileno (PBS), un copoliéster alifático-aromático derivado de ácido tereftálico, un copoliéster aromático con un alto contenido en ácido tereftálico, polihidroxialcanoato (PHA), almidón termoplástico (TPS), celulosa y una mezcla de los mismos.
13. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el recipiente, el tapón, la etiqueta, o una mezcla de los mismos además comprenden una mezcla maestra de colorante.
14. El artículo de la reivindicación 13, en donde la mezcla maestra de colorante comprende un vehículo seleccionado del grupo que consiste en un plástico de origen biológico, un plástico derivado de petróleo, un aceite de origen biológico, un aceite derivado de petróleo o una mezcla de los mismos.

15. El artículo de la reivindicación 13, en donde la mezcla maestra de colorante comprende un pigmento seleccionado del grupo que consiste en un pigmento inorgánico, un pigmento orgánico, una resina polimérica y una mezcla de los mismos.
16. El artículo de la reivindicación 13, en donde la mezcla maestra de colorante comprende un aditivo.
17. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el recipiente, el tapón, o una combinación de los mismos opcionalmente comprenden de 1% en peso a 50% en peso de una carga seleccionada del grupo que consiste en un almidón, una fibra, un material inorgánico, un agente espumante, una microesfera, un polímero biodegradable, un polímero renovable, pero no biodegradable y una mezcla de los mismos, con respecto al peso total del recipiente o del tapón.
18. El artículo de la reivindicación 17, en donde la carga es carbonato cálcico.
19. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el recipiente, el tapón, la etiqueta, o una mezcla de los mismos comprende una capa única o una multicapa.
20. El artículo de la reivindicación 19, en donde la multicapa es una bicapa, una tricapa, una capa cuádruple o una capa quíntuple.
21. El artículo de la reivindicación 20, en donde la bicapa tiene una relación de peso de capa exterior a capa interior de 99:1 a 1:99.
22. El artículo de la reivindicación 21, en donde la relación de la capa exterior a la capa interior es de 10:90 a 30:70.
23. El artículo de la reivindicación 20, en donde la tricapa tiene una relación de peso de capa exterior a capa intermedia a capa interior de 20:60:20.
24. El artículo de la reivindicación 20, en donde la capa intermedia comprende un polímero biodegradable.
25. El artículo de la reivindicación 24, en donde el polímero biodegradable se selecciona del grupo que consiste en ácido poliláctico (PLA), ácido poliglicólico (PGA), succinato de polibuteno (PBS), un copoliéster alifático-aromático derivado de ácido tereftálico, un copoliéster aromático con un alto contenido en ácido tereftálico, polihidroxialcanoato (PHA), almidón termoplástico (TPS), celulosa y una mezcla de los mismos.
26. El artículo de la reivindicación 19, en donde la multicapa comprende una capa barrera.
27. El artículo de la reivindicación 1, en donde el recipiente satisface al menos una de las siguientes condiciones:
 - (i) presenta una velocidad de transmisión de vapor de agua (WVTR) inferior a 4,7 g/cm²/día (0,3 gramos por 100 pulgadas cuadradas por 1 día) (g/100 in²/día), determinado mediante el método ASTM 1249-06;
 - (ii) resiste una carga de 4,5 kilogramos a 60 °C durante al menos 15 días, según el método de resistencia al agrietamiento por esfuerzo ambiental (ESC) ASTM D-2561; y,
 - (iii) presenta una fuerza máxima de resistencia a la compresión vacío no inferior a 50 N para una deflexión no superior a 5 mm cuando está vacío, sin tapar y con intercambio de aire, sometido a ensayo a una velocidad de 50 mm/min; o una fuerza máxima de resistencia a la compresión lleno no inferior a 150 N para una deflexión no superior a 5 mm, sometido a ensayo a una velocidad de 12,5 mm/min y lleno de agua a una temperatura de 28 °C a 42 °C, cuando se somete a la prueba de compresión por columna ASTM D-2659.
28. El artículo de la reivindicación 1, en donde el HDPE y el polímero que comprende el recipiente satisface al menos una de las siguientes condiciones:
 - (i) presenta una temperatura de distorsión por calor (HDT) de al menos 40 °C, según el método A de ISO 75 y al menos 73 °C, según el método B de ISO 75; o un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 112 °C, según el método A50 de ISO 306 y al menos 75 °C, según el método B50 de ISO 306; y,
 - (ii) resiste un esfuerzo aplicado de 4,4 MPa durante al menos 4 horas, según el método de ensayo de agrietamiento con muesca completa (FNCT) ISO16770.

29. El artículo de la reivindicación 2, en donde el recipiente satisface al menos una de las siguientes condiciones:
- 5 (i) presenta una velocidad de transmisión de vapor de agua (WVTR) inferior a 3,9 g/cm²/día (2,5 gramos por 100 pulgadas cuadradas por 1 día) (g/100 in²/día), determinada mediante el método ASTM 1249-06;
- (ii) resiste una carga de 4,5 kilogramos a 60 °C durante al menos 15 días, según el método de resistencia al agrietamiento por esfuerzo ambiental (ESC) ASTM D-2561; y,
- 10 (iii) presenta una fuerza máxima de resistencia a la compresión vacío no inferior a 50 N para una deflexión no superior a 5 mm cuando está vacío, sin tapar y con intercambio de aire, sometido a ensayo a una velocidad de 50 mm/min; o una fuerza máxima de resistencia a la compresión lleno no inferior a 150 N para una deflexión no superior a 5 mm, sometido a ensayo a una velocidad de 12,5 mm/min y lleno de agua a una temperatura de 28 °C a 42 °C, cuando se somete a la prueba de compresión por columna ASTM D-2659.
- 15
30. El artículo de la reivindicación 2, en donde el PET o el poliéster de ácido furano dicarboxílico y polímero que comprende el recipiente presenta una temperatura de distorsión por calor (HDT) de al menos 61,1 °C, según el método A de ISO 75 y al menos 66,2 °C, según el método B de ISO 75; o un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 79 °C, según el método A50 de ISO 306 y al menos 75 °C, según el método B50 de ISO 306.
- 20
31. El artículo de la reivindicación 3, en donde el recipiente satisface al menos una de las siguientes condiciones:
- 25 (i) presenta una velocidad de transmisión de vapor de agua (WVTR) inferior a 0,6 gramos por 100 pulgadas cuadradas por 1 día (g/100 in²/día), determinada mediante el método ASTM 1249-06;
- (ii) resiste una carga de 4,5 kilogramos a 60 °C durante al menos 15 días, según el método de resistencia al agrietamiento por esfuerzo ambiental (ESC) ASTM D-2561; y,
- 30 (iii) presenta una fuerza máxima de resistencia a la compresión vacío no inferior a 50 N para una deflexión no superior a 5 mm cuando está vacío, sin tapar y con intercambio de aire, sometido a ensayo a una velocidad de 50 mm/min; o una fuerza máxima de resistencia a la compresión lleno no inferior a 150 N para una deflexión no superior a 5 mm, sometido a ensayo a una velocidad de 12,5 mm/min y lleno de agua a una temperatura de 28 °C a 42 °C, cuando se somete a la prueba de compresión por columna ASTM D-2659.
- 35
32. El artículo de la reivindicación 3, en donde el PP y el polímero que comprende el recipiente satisfacen al menos una de las siguientes condiciones:
- 40 (i) presenta una temperatura de distorsión por calor (HDT) de al menos 57 °C, según el método A de ISO 75 y al menos 75 °C, según el método B de ISO 75; o un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 125 °C, según el método A50 de ISO 306 y al menos 75 °C, según el método B50 de ISO 306; y,
- 45 (ii) resiste un esfuerzo aplicado de 4,4 MPa durante al menos 4 horas, según el método de ensayo de agrietamiento con muesca completa (FNCT) ISO16770.
33. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el tapón satisface al menos una de las siguientes condiciones descritas en la presente memoria:
- 50 (i) resiste al menos aproximadamente 150 acciones de abertura por parte de una persona o al menos 1500 acciones de abertura por parte de una máquina;
- (ii) resiste una carga de 4,5 kilogramos a 50 °C durante aproximadamente 15 días; y,
- 55 (iii) resiste un golpe por un panel lateral, una caída horizontal y una caída boca abajo desde una altura de al menos 1,2 m y una caída vertical con impacto en la base desde una altura de al menos 1,5 m.
- 60 34. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el polímero que comprende el tapón satisface al menos una de las siguientes condiciones descritas en la presente memoria:
- (i) presenta una reducción menor a 1% en módulo cuando se sumerge en agua según el método ASTM D-638; y,
- 65

- (ii) presenta un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 75 °C según el método A50 de ISO 306; o un punto de reblandecimiento Vicat de al menos 50 °C según el método B50 de ISO 306.
- 5 35. El artículo de una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde la etiqueta satisface al menos una de las siguientes condiciones descritas en la presente memoria:
 - (i) no presenta ningún cambio después de sumergir el artículo en un baño de agua a 38 °C durante una hora y estrujar el artículo 100 veces;
- 10
 - (ii) no presenta ningún cambio después de verter un producto sobre él a una temperatura de 20 °C a 24 °C y retirarlo al cabo de 24 h; y,
 - (iii) presenta un encogimiento inferior a 2% 24 horas después de su fabricación.