

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 005 082**

51 Int. Cl.:

D21H 17/63 (2006.01)

D21H 17/64 (2006.01)

D21H 17/65 (2006.01)

D21H 27/10 (2006.01)

B65D 65/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2019** **E 23157250 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024** **EP 4219827**

54 Título: **Papel a base de celulosa compostable para barrera frente a gases en material de envasado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2025

73 Titular/es:

AHLSTROM OYJ (100.00%)
Alvar Aallon katu 3 C
00100 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

CARTIER, NOEL y
PLANCHARD, HERVÉ

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 005 082 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

Papel a base de celulosa compostable para barrera frente a gases en material de envasado

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a papel compostable a base de celulosa que se puede usar como capa de barrera frente a gases en materiales de envasado de alimentos. Otros aspectos de la presente invención incluyen materiales de envasado para productos sensibles al oxígeno que comprenden el papel a base de celulosa compostable descrito en la presente memoria.

Técnica anterior

Los materiales de envasado provocan una gran cantidad de residuos, que muchos países actualmente intentan reducir mediante el cambio de materiales de envasado de plástico basados en combustible por materiales de envasado de origen biológico totalmente biodegradables y compostables. Las fibras de celulosa se conocen como material de envasado biodegradable. Tales materiales de envasado biodegradables deben cumplir varias condiciones cuando se usan como envasado de alimentos que entra en contacto con alimentos. En particular, cuando se usa como material de envasado para productos sensibles al oxígeno, se requieren propiedades suficientes de barrera frente a gases del material de envasado.

Para lograr las propiedades deseadas de barrera frente a gases, el material de envasado biodegradable realizado de fibras de celulosa generalmente se lamina con una capa de barrera frente a gases adicional.

El documento EP 2 841 263 A1 describe un artículo de múltiples capas que comprende una capa basada en polímero biodegradable y un soporte basado en fibras de celulosa, que se unen entre sí mediante un adhesivo. Sin embargo, la disolución del adhesivo puede conducir a una deslaminación de la estructura de múltiples capas que se divide en capas individuales. En este caso, no se pueden mantener las propiedades deseadas de barrera frente a gases y las propiedades mecánicas del material de envasado.

Los documentos WO 2017/187024 A1 y WO 2018/197676 A1 se refieren ambos a una tapa compostable para sellar bebidas, que está compuesta por una estructura de múltiples capas que comprende una capa no tejida que contiene al menos el 50 % en peso de fibras biodegradables y una capa de soporte que consiste en un pergamino vegetal. El documento WO 2008/084139 A1 describe un producto de múltiples capas que puede usarse como revestimiento de salchicha, que es una lámina apergaminada compuesta reforzada que comprende una primera capa de soporte no tejida de material de celulosa precipitado y una segunda capa no tejida de fibras termoplásticas que están entrelazadas con fibras de celulosa. Las capas de dichos productos de múltiples capas se unen tratando la capa que contiene celulosa con un agente de gelatinización para disolver parcialmente el material de celulosa (procedimiento de apergaminado) y formar material de celulosa gelatinizado que actúa como adhesivo entre las capas.

Sin embargo, estos enfoques de la técnica anterior todavía no son satisfactorios ya que las propiedades de barrera frente a gases de estos productos sólo se logran incluyendo una capa adicional a la capa de soporte de celulosa biodegradable que proporciona las propiedades de refuerzo mecánico deseadas del material de envasado. Por tanto, la fabricación del material de la técnica anterior implica múltiples etapas del procedimiento. Estas etapas consumen energía y crean residuos y requieren una gran cantidad de tiempo y costes.

Además, dado que los productos de múltiples capas descritos en la técnica anterior contienen fibras sintéticas, es difícil obtener una biodegradabilidad del 100 %. Se produce otro problema en estos productos, ya que las fibras sintéticas contenidas en las estructuras de múltiples capas de la técnica anterior no se disuelven en el procedimiento de apergaminado y presentan una superficie de contacto adicional entre el material compuesto y las fibras que reduce las propiedades de barrera frente a gases.

Para lograr suficientes propiedades de barrera frente a gases y propiedades de refuerzo mecánico deseadas, se conocen los dos siguientes enfoques referentes a la impregnación con viscosa de una banda fibrosa. Un enfoque incluye añadir una película de polímero hecha de celulosa regenerada (por ejemplo, una película de viscosa), que se obtiene mediante extrusión o recubrimiento y que sirve como buena barrera frente a gases, a un soporte de celulosa biodegradable (papel base). Sin embargo, este enfoque tiene el problema de que el laminado puede no tener suficiente resistencia en condiciones húmedas y puede producirse deslaminación de la película de barrera frente a gases debido a la exposición a vapor o humedad. El otro enfoque incluye añadir o usar celulosa regenerada o nano-celulosa en el papel base de celulosa depositado en húmedo. Sin embargo, en este otro enfoque, es difícil añadir suficiente nanocelulosa a la estructura mediante recubrimiento o impregnación y no se pueden lograr suficientes propiedades de barrera frente a gases. Además, el consumo de energía para la producción de nanocelulosa es alto y es difícil impregnar el papel base con suficiente nanocelulosa debido a su baja consistencia.

Los productos conocidos, tales como el revestimiento de carne fibroso hecho de celulosa regenerada, no pueden ofrecer suficientes propiedades de barrera frente a gases, en particular frente al oxígeno, porque la estructura de estos

productos sigue siendo porosa. Aunque también es posible formar películas de barrera frente a gases a partir de celulosa regenerada, estas películas de barrera no pueden proporcionar las propiedades mecánicas de refuerzo deseadas debido a la ausencia de fibras en el material.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un material de envasado biodegradable mejorado que tenga suficientes propiedades de barrera frente a gases y propiedades mecánicas de refuerzo que sea fácil de fabricar de una manera eficiente en cuanto a la energía y los residuos. Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un material de envasado biodegradable que tenga excelentes propiedades mecánicas, por ejemplo, con respecto a resistencia en húmedo, resistencia al estallido en húmedo y resistencia al estallido en seco.

En comparación con una película de celulosa regenerada, esta invención tiene mejores propiedades mecánicas debido a la presencia de fibras en el material. En comparación con los productos depositados en húmedo existentes que comprenden celulosa regenerada, esta invención ofrece mejores propiedades de barrera frente a gases debido a la estructura no porosa continua. Con respecto a nano-celulosa, aún no ha sido posible desarrollar un material basado en nano-celulosa que tenga suficientes propiedades de barrera a una escala industrial que sea económicamente viable en cuanto al consumo de energía.

Resumen de la invención

La presente invención resuelve los problemas de la técnica anterior mediante los siguientes medios.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un papel a base de celulosa compostable que tiene una velocidad de transmisión de oxígeno inferior a $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, cuando se determina a 23°C y una humedad relativa del 50 %,

comprendiendo el papel a base de celulosa compostable una matriz de fibra celulósica continua que comprende fibras celulósicas nativas y material celulósico no fibroso,

en donde el contenido del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua es del 15 al 50 % en peso.

Se ha descubierto que el papel a base de celulosa compostable que comprende del 15 al 50 % en peso de material celulósico no fibroso en una matriz de fibra celulósica continua resuelve los problemas de la técnica anterior proporcionando simultáneamente excelentes propiedades de barrera frente a gases y propiedades mecánicas de refuerzo en una capa. Además, una ventaja adicional reside en el hecho de que preparar el papel a base de celulosa compostable, tal como se describe en la presente memoria, ayuda a ahorrar energía y minimizar los residuos en comparación con los procedimientos de la técnica anterior.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un material de envasado para productos sensibles al oxígeno que comprenden el papel a base de celulosa compostable descrito en la presente memoria.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1a muestra una matriz de fibra celulósica continua de un papel a base de celulosa compostable según una realización ilustrativa de la presente invención medida con un microscopio electrónico de transmisión (microscopía electrónica de transmisión (TEM), Philips EM 400T, aumento de x3000).

La figura 1b muestra una matriz de fibra celulósica continua de un papel a base de celulosa compostable según otra realización ilustrativa de la presente invención medida con un microscopio electrónico de transmisión (microscopía electrónica de transmisión (TEM), Philips EM 400T, aumento de x3000).

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un papel a base de celulosa compostable que tiene una velocidad de transmisión de oxígeno de menos de $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, cuando se determina a 23°C y una humedad relativa del 50 %.

comprendiendo el papel a base de celulosa compostable una matriz de fibra celulósica continua que comprende fibras celulósicas nativas y material celulósico no fibroso,

en donde el contenido del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua es del 15 al 50 % en peso.

En el contexto de la presente invención, se aplican las siguientes definiciones y métodos de ensayo.

La expresión “compostable” se define generalmente en línea con la norma EN13432. El término “papel a base de celulosa compostable” designa un papel a base de celulosa que comprende un máximo del 5 % en peso de

componentes no compostables, cumpliendo de este modo la norma EN13432. La expresión “compostable” cuando se aplica a un material o a un producto significa que el material, o el producto entero, podrán tanto biodegradarse como disgregarse. Por “biodegradable” se entiende que la estructura química o el material se rompe bajo la acción de microorganismos, mientras que por “desintegrar” se entiende que el material, o el producto fabricado a partir del mismo, se descompondrá físicamente en fragmentos finos visualmente indistinguibles al final de un ciclo de compostaje típico. Para considerar un material de polímero compostable, las cadenas del polímero deben romperse bajo la acción de microorganismos, de modo que se consiga una mineralización total (es decir, una conversión del material en CO₂, agua, compuestos inorgánicos y biomasa en condiciones aerobias) a una alta velocidad compatible con el procedimiento de compostaje normal de residuos vegetales.

El término “fibra” tal como se usa en la presente memoria se refiere a una forma de material caracterizada por una razón extremadamente alta de longitud con respecto a diámetro. Generalmente, las fibras de celulosa tienen un intervalo muy amplio de diámetros y longitud basándose en el tipo de fibra y la fuente de fibra. La longitud promedio de una fibra de pasta de madera tal como se usa preferiblemente en la presente invención está normalmente en el intervalo de desde 0,3 mm hasta 3,5 mm, preferiblemente desde 0,3 mm hasta 3,0 mm, más preferiblemente desde 0,8 mm hasta 2,5 mm e incluso más preferiblemente desde 1,0 mm hasta 2,0 mm. El diámetro de una fibra de pasta de madera está normalmente en el intervalo de desde 10 µm hasta 40 µm, preferiblemente desde 15 µm hasta 35 µm y más preferiblemente desde 20 µm hasta 30 µm. Por lo tanto, la relación de aspecto (razón de longitud de fibra con respecto a diámetro de fibra) de una fibra de pasta de madera está normalmente en el intervalo de desde 7,5 hasta 350, preferiblemente desde 7,5 hasta 300, más preferiblemente desde 10 hasta 200 e incluso más preferiblemente desde 20 hasta 150. Los términos “fibra” y “filamento” pueden usarse de manera intercambiable para los fines de la presente invención a menos que se indique específicamente lo contrario.

El término “lámina de base de fibra de celulosa” se refiere a una lámina de base de fibra no tejida que tiene una estructura de fibras individuales que están entrelazadas, pero no de una manera identificable como en un material textil tejido o tricotado, en donde la lámina de base de fibra no tejida se deriva o se prepara a partir de fibras de celulosa. Una fibra de celulosa es una fibra compuesta sustancialmente por celulosa. Pueden formarse materiales no tejidos a partir de muchos procedimientos, tales como, por ejemplo, procedimientos de deposición por centrifugación, cardado, deposición por aire y deposición por agua. El gramaje de los materiales no tejidos tales como una lámina de base de fibra de celulosa se expresa habitualmente en peso por unidad de área, por ejemplo, en gramos por metro cuadrado (gsm = g/m²) u onzas por pie cuadrado (osf). La lámina de base de fibra de celulosa usada en la presente invención es preferiblemente una lámina de papel depositada en húmedo. Las láminas de base de fibra de celulosa que pueden usarse en realizaciones de la presente invención incluyen fibras de celulosa de fuentes artificiales (por ejemplo, fibras de celulosa regenerada o fibras de lyocell) o fuentes naturales tales como fibras de celulosa o pasta de celulosa de plantas leñosas y no leñosas. Las plantas leñosas incluyen, por ejemplo, árboles de hoja caduca y coníferas. Las plantas no leñosas incluyen, por ejemplo, algodón, lino, esparto, kenaf, sisal, abacá, algodocillo, paja, yute, cáñamo y bagazo. Preferiblemente, la lámina de base de fibra de celulosa es una lámina de hoja de agua o un pergamino vegetal, que es una lámina de papel de pasta de madera que tiene una porosidad ventajosa para permitir que un agente de gelatinización acceda a las fibras durante un procedimiento de apergaminado. La lámina de base de fibra de celulosa usa en la presente invención comprende preferiblemente fibras de madera dura, más preferiblemente fibras de eucalipto en una cantidad de al menos el 10 % y preferiblemente más del 50 % con respecto a la cantidad total de fibras en la lámina de base de fibra de celulosa.

La expresión “material de celulosa” describe un material compuesto sustancialmente por celulosa. El material puede ser una fibra o una película. Los materiales de celulosa se derivan de fuentes artificiales tales como fibras o películas de celulosa regenerada o de fuentes naturales tales como fibras o pasta de plantas leñosas o plantas no leñosas.

El término “matriz de fibra celulósica continua” se refiere a un material de celulosa que comprende fibras celulósicas nativas y material celulósico no fibroso, en donde las fibras celulósicas nativas están incrustadas en el material celulósico no fibroso, donde los poros del esqueleto fibroso están bloqueados. Por lo tanto, la matriz de fibra celulósica continua representa un material denso que proporciona un continuo de celulosa entre las fibras de celulosa nativas y el material celulósico no fibroso evitando cualquier hueco en la superficie de contacto entre las fibras de celulosa nativas y el material celulósico no fibroso. Por lo tanto, la matriz de fibra celulósica continua es un material continuo no poroso que tiene altas propiedades de barrera frente a gases, especialmente frente al oxígeno. Preferiblemente, la matriz de fibra celulósica continua puede consistir en fibras celulósicas nativas, fibras celulósicas desestructuradas y material celulósico no fibroso.

El término “fibras celulósicas nativas” se refiere a fibras de celulosa de fuentes naturales tales como plantas leñosas, incluyendo árboles de hoja caduca y coníferas, o plantas no leñosas, incluyendo algodón, lino, esparto, kenaf, sisal, abaca, algodocillo, paja, yute, cáñamo y bagazo. Preferiblemente, las fibras celulósicas nativas son adecuadas para disolverse mediante el agente de gelatinización en un procedimiento de apergaminado. Las fibras adecuadas para disolución son, por ejemplo, fibras de eucalipto, fibras de abedul u otras fibras de plantas anuales. Las fibras celulósicas nativas forman un material cristalino que comprende una fracción cristalizada con la forma cristalina de celulosa I que comprende todas las cadenas de celulosa orientadas todas en paralelo.

El término “material celulósico no fibroso” especifica un material, que se obtiene disolviendo o disolviendo parcialmente las fibras celulósicas nativas con un agente de gelatinización (procedimiento de apergaminado), donde las fibras celulósicas nativas se disgregan y forman un material viscoso de tipo gel, y posteriormente eliminando el agente de gelatinización lavando con agua, donde el material de tipo gel precipita para formar un material sólido. Este material sólido, que se denomina material celulósico no fibroso en la presente memoria, es principalmente amorfo y puede comprender otras formas de fracción cristalizada tal como una fracción cristalizada con la forma cristalina de celulosa II que comprende cadenas de celulosa antiparalelas. El material celulósico no fibroso es preferiblemente material celulósico gelatinizado reprecipitado.

La expresión “fibras celulósicas desestructuradas” describe la periferia de una fibra celulósica nativa que se ha disuelto parcialmente con un agente de gelatinización en un procedimiento de apergaminado, donde se genera un cambio progresivo de la estructura de la celulosa nativa a la celulosa precipitada. Un cambio progresivo de la estructura de este tipo significa que la estructura de la matriz de fibra celulósica continua contiene un gradiente estructural, en donde la estructura cristalina de la fibra celulósica nativa cambia lentamente para dar la estructura principalmente amorfa del material celulósico no fibroso mediante la formación de fibras celulósicas desestructuradas en la superficie de las fibras celulósicas nativas. Por tanto, las fibras celulósicas desestructuradas rodean las fibras celulósicas nativas y se interponen entre las fibras celulósicas nativas y el material celulósico no fibroso.

El término “celulosa regenerada” se refiere a celulosa artificial que tiene una estructura fibrosa y se obtiene mediante tratamiento químico de celulosa natural para formar un derivado químico soluble o compuesto intermedio y la posterior descomposición del derivado para regenerar la celulosa que tiene una estructura fibrosa. La celulosa regenerada incluye rayón hilado y película de celofán. Los procedimientos para preparar celulosa regenerada incluyen el procedimiento de viscosa, el procedimiento de cupramonio y la saponificación de acetato de celulosa.

La expresión “fibra sintética” se refiere a una fibra que se ha formado por material artificial tal como vidrio, polímero, combinación de polímeros, metal, carbono, celulosa regenerada, lyocell.

La “tasa de transmisión de oxígeno (OTR)” de un material se refiere a la cantidad de oxígeno (cm^3) que se transmite a través de un área especificada del material (m^2) durante un día a presión atmosférica de 1,013 bar (1 atm), una temperatura de 23 °C y una humedad relativa del 50 %. La tasa de transmisión de oxígeno (OTR) ($\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot\text{día}$) se mide según las normas ASTM D 3985 y ASTM F 1927. La OTR de un material es una medida para las propiedades de barrera frente a gases del material e indica el nivel de barrera frente a gases. En otras palabras, cuanto menor sea la OTR de un material, menor será la cantidad de gas que se transmite a través del material, lo cual da como resultado que el material ofrezca una alta barrera frente a gases, especialmente al oxígeno.

El término “pergamino vegetal” se refiere a un papel preparado tratando una lámina de papel de celulosa con un agente de gelatinización que comprende, por ejemplo, ácido sulfúrico en condiciones en las que el tiempo de reacción entre el agente de gelatinización y la celulosa se limita para controlar la disolución, hidrólisis y degradación de la celulosa. Después se lava exhaustivamente el papel tratado para eliminar el agente de gelatinización, después de lo cual se seca. El producto químico del baño disuelve o gelatiniza parcialmente la celulosa en la lámina de papel. Después se precipita la celulosa disuelta cuando el producto químico de baño se diluye lavando el papel tratado. Este procedimiento, denominado apergaminado o apergaminamiento, forma un papel muy duro, rígido y suave con un aspecto algo similar al de un pergamino genuino. Debido a que el papel tratado de esta manera tiene tendencia a volverse quebradizo y a arrugarse al secarse, algunas veces se trata con un agente plastificante, por ejemplo glicerina, glucosa o sorbitol. La fibra vulcanizada es un producto relacionado producido tratando una lámina de papel de celulosa con un agente de gelatinización que comprende, por ejemplo, cloruro de cinc.

Tal como se describió anteriormente, el primer aspecto de la presente invención se refiere a un papel a base de celulosa compostable que tiene una baja tasa de transmisión de oxígeno de menos de $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{día})$, en donde el papel a base de celulosa compostable comprende una matriz de fibra celulósica continua que comprende fibras celulósicas nativas y material celulósico no fibroso en una cantidad del 15 al 50 % en peso. Los inventores han descubierto sorprendentemente que el papel a base de celulosa compostable está dotado de altas propiedades de barrera frente a gases, especialmente de altas propiedades de barrera frente a oxígeno y de excelentes propiedades mecánicas cuando el material celulósico no fibroso está comprendido en un contenido del 15 al 50 % en peso, preferiblemente del 15 al 40 % en peso, más preferiblemente del 18 al 35 % en peso e incluso más preferiblemente del 20 al 30 % en peso, en la matriz de fibra celulósica continua.

Un aspecto importante de la presente invención reside en el descubrimiento de que la disolución de fibras celulósicas nativas con un agente de gelatinización da como resultado la formación de un material celulósico no fibroso que refuerza adicionalmente la matriz de fibra celulósica continua así formada, donde el papel a base de celulosa compostable está dotado de una mayor resistencia a la rotura.

Un aspecto clave adicional de la presente invención es el descubrimiento de que el material celulósico no fibroso también sirve para bloquear sustancialmente todos los poros del esqueleto fibroso llenando los huecos entre las fibras celulósicas nativas y proporcionando una estructura continua y altamente densa (matriz de fibra celulósica continua),

lo que conduce a que el papel a base de celulosa compostable tenga excelentes propiedades de barrera frente a gases, especialmente frente a oxígeno, y proporcione una excelente protección frente a la humedad.

Por lo tanto, el papel a base de celulosa compostable descrito en la presente memoria puede usarse ventajosamente como capa de barrera para la construcción de material de envasado altamente impermeable a la humedad y a los gases, especialmente como material de envasado para alimentos sensibles al oxígeno. Además, dado que el papel a base de celulosa compostable descrito en la presente memoria tiene excelentes propiedades mecánicas con respecto a la resistencia en húmedo, la resistencia al estallido en húmedo y la resistencia al estallido en seco, también se puede usar como capa de refuerzo para la construcción de material de envasado, particularmente para el envasado de alimentos no sólidos que requieren envases de alimentos que tienen una forma predeterminada.

La resistencia al estallido en húmedo del papel a base de celulosa compostable está normalmente en el intervalo de 100 kPa o más y preferiblemente de 150 kPa o más. La resistencia al estallido en seco del papel a base de celulosa compostable está normalmente en el intervalo de 200 kPa o más y preferiblemente de 250 kPa o más. La resistencia al estallido en húmedo se mide según la norma ISO 3689 y la resistencia al estallido en seco se mide según la norma ISO 2758.

La presente invención proporciona un producto de origen biológico totalmente biodegradable y compostable que consiste sustancialmente en celulosa y actúa como una capa de barrera frente a gases, así como una capa de refuerzo. La matriz de fibra celulósica continua comprendida en el papel a base de celulosa compostable puede generarse directamente in situ durante un procedimiento de apergaminado, donde puede ahorrarse energía requerida en la producción y pueden reducirse los residuos producidos durante la producción. Por lo tanto, el presente papel a base de celulosa compostable se produce de manera fácil y eficiente.

Matriz de fibra celulósica continua

La matriz de fibra celulósica continua comprendida en el papel a base de celulosa compostable de la presente invención incluye fibras celulósicas nativas y material celulósico no fibroso. Preferiblemente, la matriz de fibra celulósica continua consiste en fibras celulósicas nativas, fibras celulósicas desestructuradas y material celulósico no fibroso. En la matriz de fibra celulósica continua, las fibras celulósicas nativas están incrustadas de manera esencialmente completa en el material celulósico no fibroso, donde se evita cualquier liberación de fibras de la matriz de fibra celulósica continua. La expresión “incrustado de manera esencialmente completa” significa que las fibras celulósicas nativas están incrustadas de manera idealmente completa en el material celulósico no fibroso, es decir, completamente rodeadas por el mismo. Sin embargo, “incrustado de manera esencialmente completa” no excluye que una parte de las fibras celulósicas nativas no estén cubiertas por o incrustadas en el material celulósico no fibroso siempre que las fibras celulósicas nativas estén incrustadas hasta tal punto que estén firmemente unidas al material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua de modo que se inhibe cualquier liberación de fibra a partir del mismo. Por lo tanto, cuando el papel a base de celulosa compostable de la presente invención se usa como material de envasado para alimentos, se evita una posible contaminación con fibras de celulosa del alimento envasado, especialmente de café durante la infusión.

La figura 1a muestra una matriz de fibra celulósica continua ilustrativa según una realización de la presente invención. La figura 1b muestra otra matriz de fibra celulósica continua ilustrativa preferible según una realización de la presente invención. Como se puede ver a partir de la figura 1a y la figura 1b, la presente invención proporciona una construcción de celulosa continua y sin costuras, ya que todos los poros o huecos en el material fibroso están llenos por el material celulósico no fibroso, generando un material muy hermético que ofrece buenas propiedades de barrera frente a gases y excelente resistencia mecánica. Por lo tanto, las propiedades de barrera tanto frente a gases como frente la humedad, así como la resistencia mecánica, pueden lograrse mediante el presente papel a base de celulosa compostable sin requerir la presencia de una capa adicional.

La matriz de fibra celulósica continua se genera preferiblemente in situ durante un procedimiento de apergaminado de una lámina de base de fibra de celulosa que incluye fibras celulósicas nativas con un agente de gelatinización, donde puede obtenerse una estructura no porosa, más continua, que mediante impregnación de una lámina de base de fibra de celulosa con celulosa regenerada. Esto se debe a la ausencia de formación de una superficie de contacto entre las fibras celulósicas nativas y el material celulósico no fibroso. Aunque se impregne la lámina de base de fibra de celulosa con una gran cantidad de celulosa regenerada, es decir, con el doble de celulosa regenerada en comparación con la cantidad de material celulósico no fibroso comprendido en el papel a base de celulosa compostable de la presente invención, el papel obtenido después de tal procedimiento de impregnación todavía sigue siendo poroso y se necesitan capas de recubrimiento adicionales para alcanzar propiedades de barrera suficientes frente a gases y humedad.

Lámina de base de fibra de celulosa

La lámina de base de fibra de celulosa comprende fibras de celulosa nativas y, opcionalmente, fibras distintas de celulosa adicionales, que son fibras sintéticas. En una realización preferida de la invención, al menos el 50 por ciento, preferiblemente al menos el 60 por ciento, aún más preferiblemente al menos el 80 por ciento de las fibras en la lámina de base no tejida son fibras de celulosa. En una realización más preferible, al menos el 90 por ciento, preferiblemente

al menos el 95 por ciento y lo más preferiblemente el 100 por ciento de las fibras en la lámina de base no tejida son fibras de celulosa. Por lo tanto, ventajosamente la lámina de base de fibra de celulosa consiste sustancialmente en fibras de celulosa desde el punto de vista de la biodegradabilidad. Lo más preferible es que la lámina de base de fibra de celulosa sea biodegradable al 100 %. Por lo tanto, la lámina de base de fibra de celulosa contiene preferiblemente no más del 5 % en peso de material no compostable o material de compostabilidad indeterminada para cumplir los requisitos de la norma EN 13432. Lo más preferiblemente, cualquier aditivo añadido a la lámina de base de fibra de celulosa es compostable.

Aunque no se limita a esto, es preferible que la lámina de base de fibra de celulosa tenga una porosidad suficiente para permitir una penetración más fácil del agente de gelatinización usado en el procedimiento de apergaminado en la estructura fibrosa de la lámina de base de fibra de celulosa. La porosidad de la lámina se puede medir usando un dispositivo de ensayo de la porosidad de Bendtsen, que calcula la porosidad forzando aire a través de la lámina y midiendo la velocidad de flujo, según la norma ISO 5636-3. La lámina de base de fibra de celulosa tiene preferiblemente una porosidad de Bendsten en el intervalo de desde 1000 ml/min hasta 3000 ml/min, más preferiblemente desde 1500 ml/min hasta 2500 ml/min y lo más preferiblemente desde 1800 ml/min hasta 2200 ml/min.

Cuando la porosidad de Bendsten de la lámina de base de fibra de celulosa es inferior a 1000 ml/min, el agente de gelatinización puede no alcanzar el núcleo de la estructura fibrosa de la lámina de base de fibra de celulosa y la matriz de fibra celulósica continua puede no formarse suficientemente y pueden reducirse las propiedades de barrera frente a gases del papel a base de celulosa compostable. Por otro lado, cuando la porosidad de Bendsten de la lámina de base de fibra de celulosa es superior a 3000 ml/min, la lámina de base de fibra de celulosa puede no tener suficiente resistencia mecánica para discurrir a través del procedimiento de apergaminado ya que la lámina de base de fibra de celulosa puede romperse más fácilmente.

Preferiblemente, la lámina de base de fibra de celulosa comprende fibras de pasta de madera con un grado de polimerización (DP) definido de menos de 500, preferiblemente de 200 a 400, más preferiblemente de 300 para simplificar la disolución con un agente de gelatinización durante un procedimiento de apergaminado. Si el DP es demasiado alto, la disolución de la celulosa será demasiado larga y se generará menos material de tipo gel que forma el material celulósico no fibroso dentro de un periodo de tiempo definido. Si el DP es demasiado bajo, se producirá demasiada hidrólisis en comparación con la disolución conduciendo a que se degraden las propiedades mecánicas del material celulósico no fibroso en el producto final.

En una realización preferida, la lámina de base de fibra de celulosa es una lámina de hoja de agua o un pergamino vegetal. En una realización más preferible, la lámina de base de fibra de celulosa está hecha de pulpa de eucalipto.

El gramaje de la lámina de base de fibra de celulosa puede seleccionarse según la constitución de fibras y/o filamentos y el uso final previsto. En algunas realizaciones, el gramaje de la lámina de base de fibra de celulosa en base seca puede ser de 200 gsm o menos, preferiblemente desde 30 gsm hasta 130 gsm. Cuando el gramaje de la lámina de base de fibra de celulosa está dentro de estos intervalos, el papel de base de celulosa compostable obtenido con el mismo tiene excelentes propiedades mecánicas y ofrece excelentes propiedades de barrera. Es decir, la lámina de base de fibra de celulosa que tiene un peso de bases dentro de los intervalos anteriores presenta ventajosamente una resistencia al estallido en húmedo por encima de 150 kPa y una resistencia al estallido en seco por encima de 250 kPa, en donde la razón de estallido en húmedo con respecto a estallido en seco es de al menos el 50 %.

La lámina de base de fibra de celulosa tiene normalmente un grosor promedio de desde 30 µm hasta 150 µm, preferiblemente desde 50 µm hasta 130 µm, aún más preferiblemente desde 80 µm hasta 120 µm y lo más preferiblemente de aproximadamente 100 µm desde el punto de vista de lograr excelentes propiedades de refuerzo mecánico.

Normalmente, la lámina de base de fibra de celulosa no incluirá aglutinantes y otros aditivos. Sin embargo, se pueden usar aditivos para lograr resultados deseados específicos. Por ejemplo, se puede añadir una resina termoendurecible tal como KYMENE disponible de Hercules Incorporated de Wilmington, Delaware, EE.UU., para modificar la reactividad de las fibras en la lámina de base de fibra de celulosa frente a operaciones de procedimiento posteriores, por ejemplo gelatinización, o un agente de resistencia en húmedo puede resultar ventajoso para proporcionar a la lámina de base húmeda resistencia para soportar operaciones posteriores sin romperse o se puede añadir una carga tal como TiO₂ para modificar la opacidad de la lámina de base de fibra de celulosa. Preferiblemente, la lámina de base contiene preferiblemente no más del 5 % en peso de material no compostable o material de compostabilidad indeterminada para cumplir los requisitos de la norma EN 13432. Lo más preferiblemente, cualquier aditivo que se añada es biodegradable y/o compostable.

Fibras celulósicas nativas

Las fibras celulósicas nativas se derivan de fuentes naturales o fuentes artificiales. Preferiblemente, las fibras celulósicas nativas se seleccionan de fibras de pasta de madera, fibras vegetales distintas de madera y fibras de celulosa regenerada. Las fibras celulósicas nativas son preferiblemente fibras de eucalipto, fibras de abedul u otras fibras de plantas anuales tales como fibras de algodón, fibras de cáñamo o fibras de lino (preferiblemente fibras de

algodón), preferiblemente fibras de madera dura, desde el punto de vista de la capacidad de disolución con un agente de gelatinización en un procedimiento de apergaminado de la lámina de base de fibra de celulosa. Las fibras celulósicas nativas forman normalmente un material cristalino en la matriz de fibra celulósica continua que comprende la forma cristalina de celulosa Ia y/o celulosa Ib, en donde las cadenas de celulosa están orientadas en paralelo.

Las fibras de celulosa nativas se pueden aplicar a la lámina de base de fibra de celulosa como una banda o tejido preformado, por ejemplo, mediante un procedimiento de deposición en húmedo o deposición por aire. La elección del procedimiento de aplicación de celulosa dependerá normalmente del equipo de procedimiento disponible. Las fibras de celulosa nativas se aplicarán en una cantidad de, en general, desde aproximadamente 10 gsm hasta aproximadamente 200 gsm, ventajosamente menos de 200 gsm y normalmente desde aproximadamente 30 gsm hasta aproximadamente 130 gsm.

Las fibras celulósicas nativas pueden estar comprendidas en la matriz de fibra celulósica continua en una cantidad del 60 al 85 % en peso, preferiblemente del 65 al 82 % en peso y más preferiblemente del 70 al 80 % en peso. Cuando se comprende una cantidad inferior de fibras celulósicas nativas, la resistencia de refuerzo proporcionada por las fibras puede no ser suficiente y el papel a base de celulosa compostable puede romperse más fácilmente. Además, la estabilidad tridimensional del papel a base de celulosa compostable puede no ser suficiente para envasar alimentos no sólidos que requieren un material de envasado que tenga una forma predeterminada. Por otro lado, cuando la cantidad de las fibras celulósicas nativas es demasiado alta, resulta difícil que el agente de gelatinización penetre en el material fibroso y la matriz de fibra celulósica continua puede no formarse suficientemente. En este caso, el papel a base de celulosa compostable puede seguir siendo poroso y pueden reducirse las propiedades de barrera frente al gas y a la humedad. En una realización preferible, en donde la matriz de fibra celulósica continua comprende además fibras celulósicas desestructuradas, además de las fibras celulósicas nativas y el material celulósico no fibroso, la cantidad de las fibras celulósicas nativas puede ser del 65 al 80 % en peso.

El diámetro de las fibras de celulosa es preferiblemente de 10 µm a 40 µm, más preferiblemente desde 15 µm hasta 35 µm e incluso más preferiblemente desde 20 µm hasta 30 µm. La longitud de las fibras de celulosa es preferiblemente de 0,3 mm a 3,5 mm, más preferiblemente desde 0,3 mm hasta 3,0 mm, aún más preferiblemente desde 0,8 mm hasta 2,5 mm y lo más preferiblemente desde 1,0 mm hasta 2,0 mm. Por lo tanto, la relación de aspecto promedio (razón entre la longitud y el diámetro de las fibras de celulosa) es preferiblemente de 7,5 a 350, más preferiblemente desde 7,5 hasta 300, aún más preferiblemente desde 10 hasta 200 y lo más preferiblemente desde 20 hasta 150.

Material celulósico no fibroso

El material celulósico no fibroso forma normalmente un material principalmente amorfo en la matriz de fibra celulósica continua que rodea las fibras celulósicas nativas. Una pequeña fracción del material celulósico no fibroso puede comprender la forma cristalina de celulosa II, en donde las cadenas de celulosa están orientadas antiparalelas.

El material celulósico no fibroso está comprendido en la matriz de fibra celulósica continua en una cantidad del 15 al 50 % en peso. Cuando el contenido de material celulósico no fibroso es de menos del 15 % en peso, los poros de la lámina de base de fibra de celulosa no pueden bloquearse suficientemente y el papel a base de celulosa compostable sigue siendo poroso. Por lo tanto, no se pueden lograr propiedades de barrera suficientes frente a gases y humedad, especialmente propiedades de barrera frente al oxígeno suficientes. Además, cuando la cantidad de material celulósico no fibroso es demasiado pequeña, puede reducirse la resistencia mecánica de la matriz de fibra celulósica continua. Por otro lado, cuando el contenido de material celulósico no fibroso es de más del 50 % en peso, las fibras celulósicas nativas comprendidas en la matriz de fibra celulósica continua pueden extenderse más ampliamente, donde las propiedades de refuerzo deseadas obtenidas por las fibras pueden no lograrse. Entonces, puede ser difícil usar el papel a base de celulosa compostable como material de envasado que tenga una forma predeterminada, por ejemplo, para envasar alimentos no sólidos.

En una realización preferible, el contenido del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua es del 15 al 40 % en peso. En otra realización más preferible, el contenido del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua es del 18 al 35 % en peso. En otra realización incluso más preferible, el contenido del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua es del 20 al 30 % en peso.

Para llegar a un contenido de material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua dentro de la presente invención, las condiciones de apergaminado deben establecerse apropiadamente, por ejemplo, en cuanto al tiempo de reacción. A continuación se describen condiciones de apergaminado apropiadas.

El material celulósico no fibroso se obtiene disolviendo parcialmente las fibras celulósicas nativas con un agente de gelatinización en un procedimiento de apergaminado que crea un material de tipo gel y, posteriormente, volviendo a precipitar el material de tipo gel para formar un material sólido. El material celulósico no fibroso así formado sirve para llenar los poros y huecos en la estructura fibrosa de la lámina de base de fibra de celulosa, creando así un material denso no poroso que inhibe el flujo de oxígeno a través del material. El material celulósico no fibroso se forma alrededor

de cada una de las fibras celulósicas nativas y sirve para adherir las fibras entre sí, donde se forma la matriz de fibra celulósica continua.

5 Incluyendo del 15 al 50 % en peso del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua, el papel a base de celulosa compostable tiene una baja tasa de transmisión de oxígeno de menos de $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$.

Preparación del papel a base de celulosa compostable

10 El papel a base de celulosa compostable de la presente invención puede prepararse mediante cualquier procedimiento de apergaminado habitualmente empleado conocido en la técnica. Es decir, la lámina de base de fibra de celulosa puede tratarse con un agente de gelatinización haciéndolo pasar a través de un baño que contiene el agente de gelatinización, en condiciones predefinidas de tiempo y temperatura. Las condiciones adecuadas para tratar la lámina de base de fibra de celulosa con un agente de gelatinización se determinan fácilmente por un experto en la técnica.

15 La matriz de fibra celulósica continua del papel a base de celulosa compostable puede obtenerse mediante

- (i) proporcionar una lámina de base de fibra de celulosa que comprende fibras de celulosa;
- (ii) tratar la lámina de base de fibra de celulosa con un agente de gelatinización para proporcionar una lámina de base tratada que comprende material celulósico no fibroso;
- (iii) lavar la lámina de base tratada que comprende el material celulósico no fibroso para obtener una matriz de fibra celulósica precursora;
- 25 (iv) secar la matriz de fibra celulósica precursora para obtener la matriz de fibra celulósica continua.

30 Cuando se pone en contacto la lámina de base de fibra de celulosa con el agente de gelatinización en la etapa (ii), por ejemplo sumergiendo la lámina de base de fibra de celulosa en un baño del agente de gelatinización o haciendo pasar la lámina de base de fibra de celulosa a través del agente de gelatinización, las fibras celulósicas nativas se disuelven parcialmente y forman un material viscoso de tipo gel que llena los poros y huecos en el material fibroso, y se obtiene una lámina de base tratada (procedimiento de apergaminado). Posteriormente se lava la lámina de base tratada en la etapa (iii) con un agente de lavado para eliminar el agente de gelatinización a partir de la misma. Preferiblemente, la lámina de base tratada se lava con agua en la etapa (iii). Por lo tanto, se obtiene una matriz de fibra celulósica precursora, que comprende fibras celulósicas nativas y el material de tipo gel. Después de eso, se seca la matriz de fibra celulósica precursora en la etapa (iv) para eliminar cualquier agente de lavado y/o humedad residual y se obtiene la matriz de fibra celulósica continua.

40 El agente de gelatinización se puede seleccionar de manera apropiada según la lámina de papel base de celulosa. El agente de gelatinización puede comprender al menos un disolvente de celulosa seleccionado del grupo que consiste en ácidos inorgánicos que comprenden ácido sulfúrico y ácido fosfórico, ácidos de Lewis que comprenden ZnCl_2 y $\text{Ca}(\text{SCN})_2$, bases inorgánicas que comprenden NaOH , bases orgánicas que comprenden N-óxido de N-metilmorfolina y líquidos iónicos que comprenden sales de tetraalquilamonio. En una realización preferible, el agente de gelatinización comprende ácido sulfúrico.

45 En condiciones de apergaminado normales, el agente de gelatinización es un ácido mineral, ventajosamente ácido sulfúrico, en disolución acuosa a una concentración del 55 por ciento al 85 por ciento en peso y ventajosamente a una concentración del 63 por ciento al 75 por ciento en peso desde el punto de vista de formar una matriz de fibra celulósica continua que tiene un contenido deseable de material celulósico no fibroso.

50 La duración del tratamiento en la etapa (ii) es preferiblemente de al menos 60 segundos de modo que el material celulósico no fibroso se forma en una cantidad del 15 al 50 % en peso en la matriz de fibra celulósica continua. Ventajosamente, la lámina de base de fibra de celulosa se pone en contacto en la etapa (ii) con el agente de gelatinización durante al menos 90 segundos para garantizar que se bloquean todos los poros y huecos del material fibroso, donde pueden mejorarse las propiedades de barrera del papel a base de celulosa compostable.

55 El ácido mineral usado como agente de gelatinización está normalmente a una temperatura de -10°C a 25°C y ventajosamente de -5°C a 20°C . El agente de gelatinización sirve para disolver o gelatinizar parcialmente partes de las fibras de celulosa que entran en contacto con el agente. Normalmente, no más del 30 por ciento de la celulosa en la lámina de base tratada se disuelve mediante el agente de gelatinización.

60 A medida que la lámina de base tratada se transporta al interior, a través y fuera del baño del agente de gelatinización, pasa por encima y por debajo de rodillos de manipulación de material. El paso de la lámina de base tratada sobre los rodillos ayuda a esparcir o dispersar el material celulósico no fibroso sobre la superficie de la lámina y entre las otras fibras de la lámina.

65

En una realización preferible de la presente invención, el papel a base de celulosa compostable se prepara mediante el procedimiento que incluye las etapas (i) a (iv) tal como se describieron anteriormente,

en donde

la lámina de base de fibra celulósica proporcionada en la etapa (i) tiene una porosidad de Bendsten de desde 1000 ml/min hasta 3000 ml/min y un grosor de desde 30 μm hasta 150 μm , y las fibras celulósicas comprendidas en la lámina de base de fibra celulósica tienen un diámetro de fibra de 10 μm a 40 μm y una longitud de fibra de 0,3 mm a 3,5 mm,

se usa ácido sulfúrico que tiene una concentración del 55 al 85 por ciento en peso como agente de gelatinización, y

la lámina de base de fibra celulósica se trata en la etapa (ii) durante al menos 60 segundos con el agente de gelatinización a una temperatura de -10 °C a 25 °C.

Cuando se prepara el papel a base de celulosa compostable según esta realización preferible, el papel a base de celulosa compostable tiene excelentes propiedades mecánicas y excelentes propiedades de barrera de

una tasa de transmisión de oxígeno de menos de 10 $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, cuando se determina a 23 °C y al 50 % de humedad relativa,

una resistencia al estallido en húmedo de 150 kPa o más, y

una resistencia al estallido en seco de 200 kPa o más.

Papel a base de celulosa compostable

El papel a base de celulosa compostable puede comprender la matriz de fibra celulósica continua y componentes opcionales adicionales. Tales componentes opcionales incluyen fibras sintéticas, preferiblemente fibras sintéticas que también son fibras biodegradables. Sin embargo, la cantidad total de fibras que no son biodegradables o de biodegradabilidad indeterminada debe ser preferiblemente de menos del 5 % en peso con respecto a todos los componentes del papel a base de celulosa compostable para mantener la biodegradabilidad de los mismos. Preferiblemente, el papel a base de celulosa compostable puede consistir sustancialmente en la matriz de fibra celulósica continua.

El papel a base de celulosa compostable tiene una tasa de transmisión de oxígeno de menos de 10 $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ desde el punto de vista de proporcionar suficientes propiedades de barrera frente a gases y humedad, especialmente frente al oxígeno. Ventajosamente, la tasa de transmisión de oxígeno es de menos de 2 $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, preferiblemente menos de 1 $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$. La tasa de transmisión de oxígeno se determina a 23 °C y al 50 % de humedad relativa a presión atmosférica (1 atm) y se mide según las normas ASTM D 3985 y ASTM F 1927.

El gramaje y el grosor del papel a base de celulosa compostable pueden seleccionarse según el uso final previsto. En algunas realizaciones, el gramaje del papel a base de celulosa compostable en base seca puede ser de 200 gsm o menos, preferiblemente desde 30 gsm hasta 130 gsm. El grosor del papel a base de celulosa compostable puede ser de desde 30 μm hasta 250 μm , preferiblemente desde 30 μm hasta 150 μm , más preferiblemente desde 80 hasta 120 μm y lo más preferiblemente de aproximadamente 100 μm .

El papel a base de celulosa compostable que comprende del 15 al 50 % en peso, preferiblemente del 20 al 30 % en peso, del material celulósico no fibroso tiene excelentes propiedades mecánicas y excelentes propiedades de barrera de

una tasa de transmisión de oxígeno de menos de 10 $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, preferiblemente menos de 2 $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, cuando se determina a 23 °C y al 50 % de humedad relativa,

una resistencia al estallido en húmedo de 100 kPa o más, preferiblemente de 150 kPa o más, y

una resistencia al estallido en seco de 200 kPa o más, preferiblemente de 250 kPa o más.

El papel a base de celulosa compostable de la presente invención puede usarse como material de envasado para productos sensibles a gases y/o a la humedad, especialmente como material de envasado para alimentos sensibles al oxígeno. Preferiblemente, el papel a base de celulosa compostable puede usarse en la construcción de cápsulas de café o almohadillas de café debido a sus excelentes propiedades de barrera y resistencia mecánica.

Material de envasado

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un material de envasado para productos sensibles al oxígeno que comprenden el papel a base de celulosa compostable descrito en la presente memoria.

El material de envasado no está particularmente limitado y puede usarse para conservar alimentos tales como, por ejemplo, alimentos sensibles al oxígeno. El material de envasado puede seleccionarse, por ejemplo, del grupo que consiste en envoltura de mantequilla, recipiente de bebida, cápsula de café, almohadilla de café, envasado de chocolate y envasado de galletas. Preferiblemente, el material de envasado se usa en la construcción de una cápsula de café o una almohadilla de café.

El material de envasado comprende el papel a base de celulosa y opcionalmente capas adicionales. Es decir, el material de envasado puede ser un producto de múltiples capas que comprende el papel a base de celulosa compostable como primera capa de material y al menos una capa de material adicional, en donde la al menos una capa de material adicional se lamina sobre una superficie del papel a base de celulosa compostable. La capa adicional no está particularmente limitada y puede seleccionarse de manera apropiada dependiendo de la propiedad adicional deseada, con la que debe complementarse el material de envasado. La capa adicional se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en una capa de barrera frente a vapor de agua, una capa de barrera frente al aroma, una capa resistente al agua, una capa termosellable, una capa resistente a la grasa y una capa imprimible.

Ejemplos

En los presentes ejemplos se han usado las siguientes materias primas.

Lámina de base de fibra de celulosa: lámina de hoja de agua que incluye fibras de eucalipto que tienen una longitud de fibra promedio de desde 1,0 hasta 3,0 mm, un diámetro de fibra promedio de desde 15 µm hasta 20 µm y una relación de aspecto (longitud de fibra/diámetro de fibra) de desde 50 hasta 200; la lámina de base de fibra de celulosa tiene un gramaje de 61 gsm y se basa en el 100 % de celulosa con un nivel de refinado de 30 °SR (Schopper-Riegler); el grosor promedio de la lámina de base de fibra de celulosa es de 102 µm.

Agente de gelatinización: ácido sulfúrico que tiene una concentración del 70 % hasta 75 %.

Las propiedades de los papeles a base de celulosa compostables preparados en los presentes ejemplos se han medido según los siguientes métodos.

La tasa de transmisión de oxígeno (OTR) se midió según las normas ASTM D 3985 y ASTM F 1927. La resistencia al estallido en húmedo se midió según la norma ISO 3689 y la resistencia al estallido en seco se midió según la norma ISO 2758.

Método de determinación del contenido de material celulósico no fibroso en el papel a base de celulosa compostable: se mide el peso del papel a base de celulosa compostable antes de comenzar el ensayo. Después se macera el papel a base de celulosa compostable en una disolución enzimática que comprende celulasas a temperatura ambiente y presión normal de 1 atm. Las celulasas comienzan a digerir el papel, comenzando la degradación de la celulosa con el material más accesible, que es el material menos cristalino lo que significa el material celulósico no fibroso que está presente entre las fibras de celulosa en el papel a base de celulosa compostable. A medida que el material celulósico no fibroso desaparece de la estructura debido a la digestión por las celulasas, las fibras de celulosa están cada vez menos unidas y la resistencia mecánica del papel a base de celulosa compostable disminuye drásticamente. Se realiza un seguimiento de la degradación del papel a base de celulosa compostable midiendo las propiedades de resistencia mecánica del papel a base de celulosa compostable tales como resistencia a la tracción, resistencia al estallido en húmedo y resistencia al estallido en seco.

La resistencia mecánica del papel a base de celulosa compostable disminuye con el tiempo, debido al avance de la degradación, hasta que se alcanza una meseta. En este punto, vuelve a medirse el peso del papel a base de celulosa compostable. La pérdida de peso del papel a base de celulosa compostable después de alcanzar la meseta de resistencia mecánica reducida en comparación con su peso inicialmente medido corresponde a la desaparición total del material celulósico no fibroso que está digiriéndose por las celulasas. La pérdida de peso entre la muestra inicial y el papel a base de celulosa compostable degradado (cuando se alcanza la meseta) corresponde a la cantidad de material celulósico no fibroso en el papel a base de celulosa compostable.

Ejemplo 1 y ejemplos comparativos 1 a 3

Se sumergió la lámina de base de fibra de celulosa en un baño del agente de gelatinización, que se mantuvo a una temperatura de entre -6 °C y -2 °C, durante una duración de tiempo específica tal como se indica en la tabla 1 a continuación. Posteriormente se lavó la lámina de base tratada con agua dulce durante al menos 1 minuto para neutralizar la reacción y obtener una matriz de fibra celulósica precursora. Después se secó la matriz de fibra celulósica precursora a 90 °C durante al menos 1 minuto para obtener un papel a base de celulosa compostable que comprendía una matriz de fibra celulósica continua.

Tabla 1.

	Tiempo de contacto [s]	Tasa de transmisión de oxígeno [cm ³ /(m ² ·día)]	Contenido de material celulósico no fibroso [% en peso]
Ejemplo comparativo 1	15	>5000	<10
Ejemplo comparativo 2	30	86	<15
Ejemplo comparativo 3	45	97	<15
Ejemplo 1	60	0,26	20-30

Ejemplos comparativos 4 y 5

En procedimientos industriales habituales para preparar papeles a base de celulosa compostables, el tiempo de reacción en el apergaminado (tiempo de contacto con el agente de gelatinización) es de aproximadamente 10 segundos, lo que conduce a que los productos obtenidos tengan propiedades de barrera inferiores. Esto se muestra para dos papeles a base de celulosa compostables industriales ilustrativos en la tabla 2.

Tabla 2.

	Producto Industrial	Tasa de transmisión de oxígeno [cm ³ /(m ² ·día)]
Ejemplo comparativo 4	SULPACK NL 70 gsm (código 1501070)	533 925
Ejemplo comparativo 5	Sulflex 70 gsm SVM (código 240070)	750

Ejemplo 2 y ejemplos comparativos 6 y 7

Además, se prepararon los siguientes papeles a base de celulosa compostables del ejemplo 2 y los ejemplos comparativos 6 y 7 usando un método industrial, similar a los ejemplos comparativos 4 y 5, es decir, poniendo en contacto la lámina de base de fibra de celulosa con el agente de gelatinización durante aproximadamente 10 segundos. Para el ejemplo 2, se aumentó el tiempo de contacto con el agente de gelatinización hasta aproximadamente 20 segundos dando como resultado un mayor contenido del material celulósico no fibroso, proporcionando así excelentes propiedades de barrera frente a gases y propiedades mecánicas en comparación con los ejemplos comparativos 6 y 7 que tienen cantidades inferiores del material celulósico no fibroso tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

	Ejemplo 2	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo comparativo 7
Especificación del producto	GVP basado en lámina de hoja de agua de la invención (60 g/m ²)	GVP SULFLEX convencional para aplicaciones de mobiliario	GVP SULPACK convencional para aplicaciones de cocinado y horneado
Contenido de material celulósico no fibroso [% en peso]	Alto (>20, dentro del intervalo reivindicado)	Medio (<15)	Bajo (<10)
Tasa de transmisión de oxígeno [cm³/(m²·día)]	0,4	191	150 000
Gramaje [g/m²]	72,0 ± 3,7	76,1 ± 2,1	74,5 ± 0,6
Grosor [µm]	79 ± 1,6	78 ± 1,9	85 ± 1,3
Resistencia al estallido en seco [kPa]	302 ± 13,6	316 ± 19,0	448 ± 26,2
Resistencia al estallido en húmedo [kPa]	172 ± 20,6	-	248 ± 9,7

REIVINDICACIONES

1. Papel a base de celulosa compostable que tiene una tasa de transmisión de oxígeno de menos de $10 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ según se mide según las normas ASTM D 3985 y ASTM F 1927, cuando se determina a 23°C y 50 % de humedad relativa,
comprendiendo el papel a base de celulosa compostable una matriz de fibra celulósica continua que comprende fibras celulósicas nativas y material celulósico no fibroso, en donde el “material celulósico no fibroso” especifica un material, que se obtiene disolviendo o disolviendo parcialmente las fibras celulósicas nativas con un agente de gelatinización, donde las fibras celulósicas nativas se disgregan y forman un material viscoso de tipo gel, y posteriormente eliminando el agente de gelatinización lavando con agua, donde el material de tipo gel precipita para formar un material sólido, y en donde el contenido del material celulósico no fibroso en la matriz de fibra celulósica continua es del 15 al 50 % en peso, en donde el papel a base de celulosa compostable cumple la norma de compostabilidad EN13432.
2. Papel a base de celulosa compostable según la reivindicación 1, en donde la matriz de fibra celulósica continua se puede obtener mediante:
 - (i)proporcionar una lámina de base de fibra de celulosa que comprende fibras de celulosa;
 - (ii)tratar la lámina de base de fibra de celulosa con un agente de gelatinización para proporcionar una lámina de base tratada que comprende material celulósico no fibroso;
 - (iii)lavar la lámina de base tratada que comprende el material celulósico no fibroso para obtener una matriz de fibra celulósica precursora;
 - (iv)secar la matriz de fibra celulósica precursora para obtener la matriz de fibra celulósica continua.
3. Papel a base de celulosa compostable según la reivindicación 2, en donde el agente de gelatinización comprende al menos un disolvente de celulosa seleccionado del grupo que consiste en ácidos inorgánicos que comprenden ácido sulfúrico y ácido fosfórico, ácidos de Lewis que comprenden ZnCl_2 y $\text{Ca}(\text{SCN})_2$, bases inorgánicas que comprenden NaOH , bases orgánicas que comprenden N-óxido de N-metilmorfolina y líquidos iónicos que comprenden sales de tetraalquilamonio, preferiblemente en donde el agente de gelatinización comprende ácido sulfúrico.
4. Papel a base de celulosa compostable según la reivindicación 3, en donde el agente de gelatinización es ácido sulfúrico y/o en donde el ácido sulfúrico tiene una concentración del 63 al 75 %.
5. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde la etapa (ii) implica poner en contacto la lámina de base de fibra de celulosa con el agente de gelatinización durante al menos 60 segundos.
6. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde el lavado en la etapa (iii) se lleva a cabo con agua.
7. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde las fibras de celulosa se seleccionan de fibras de pasta de madera, fibras vegetales distintas de madera y fibras de celulosa regenerada.
8. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el papel a base de celulosa compostable tiene
 - una resistencia al estallido en húmedo de 150 kPa o más, y
 - una resistencia al estallido en seco de 200 kPa o más.
9. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el papel a base de celulosa compostable tiene un gramaje de 200 g/m^2 o menos y/o un grosor de desde $30 \mu\text{m}$ hasta $250 \mu\text{m}$, preferiblemente en donde el papel a base de celulosa compostable tiene un gramaje de desde 30 g/m^2 hasta 130 g/m^2 y/o un grosor de desde $30 \mu\text{m}$ hasta $150 \mu\text{m}$.
10. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la matriz de fibra celulósica continua comprende del 15 al 40 % en peso, preferiblemente desde el 20 al 30 % en peso del material celulósico no fibroso.
11. Papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la tasa de transmisión de oxígeno del papel a base de celulosa compostable es de menos de 2, preferiblemente menos de $1 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$, cuando se determina a 23°C y al 50 % de humedad relativa.

12. Material de envasado para productos sensibles al oxígeno que comprende el papel a base de celulosa compostable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 5 13. Material de envasado según la reivindicación 12, que se selecciona del grupo que consiste en envoltura de mantequilla, recipiente de bebida, cápsula de café, almohadilla de café, envasado de chocolate y envasado de galletas, preferiblemente, que es una cápsula de café o una almohadilla de café.
- 10 14. Material de envasado según la reivindicación 12 o 13, en donde el material de envasado es un producto de múltiples capas que comprende el papel a base de celulosa compostable como primera capa de material y al menos una capa de material adicional, en donde la al menos una capa de material adicional se lamina sobre una superficie del papel a base de celulosa compostable.
- 15 15. Material de envasado según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en donde la al menos una capa de material adicional se selecciona del grupo que consiste en una capa de barrera frente a vapor de agua, una capa de barrera frente al aroma, una capa resistente al agua, una capa termosellable, una capa resistente a la grasa y una capa imprimible.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

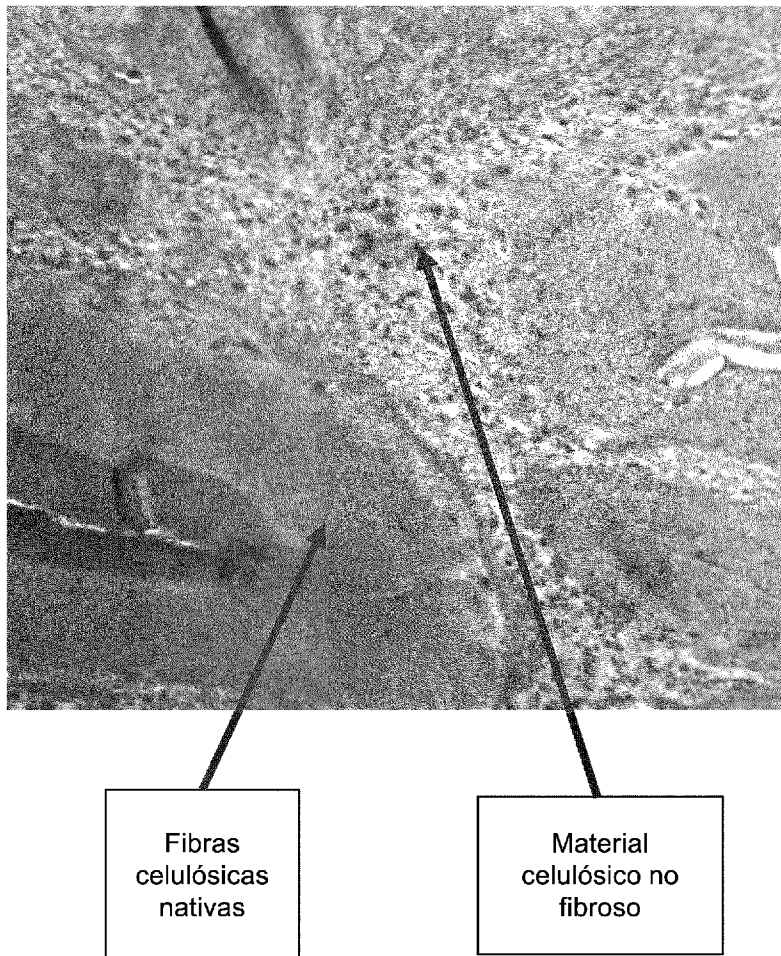


Figura 1a

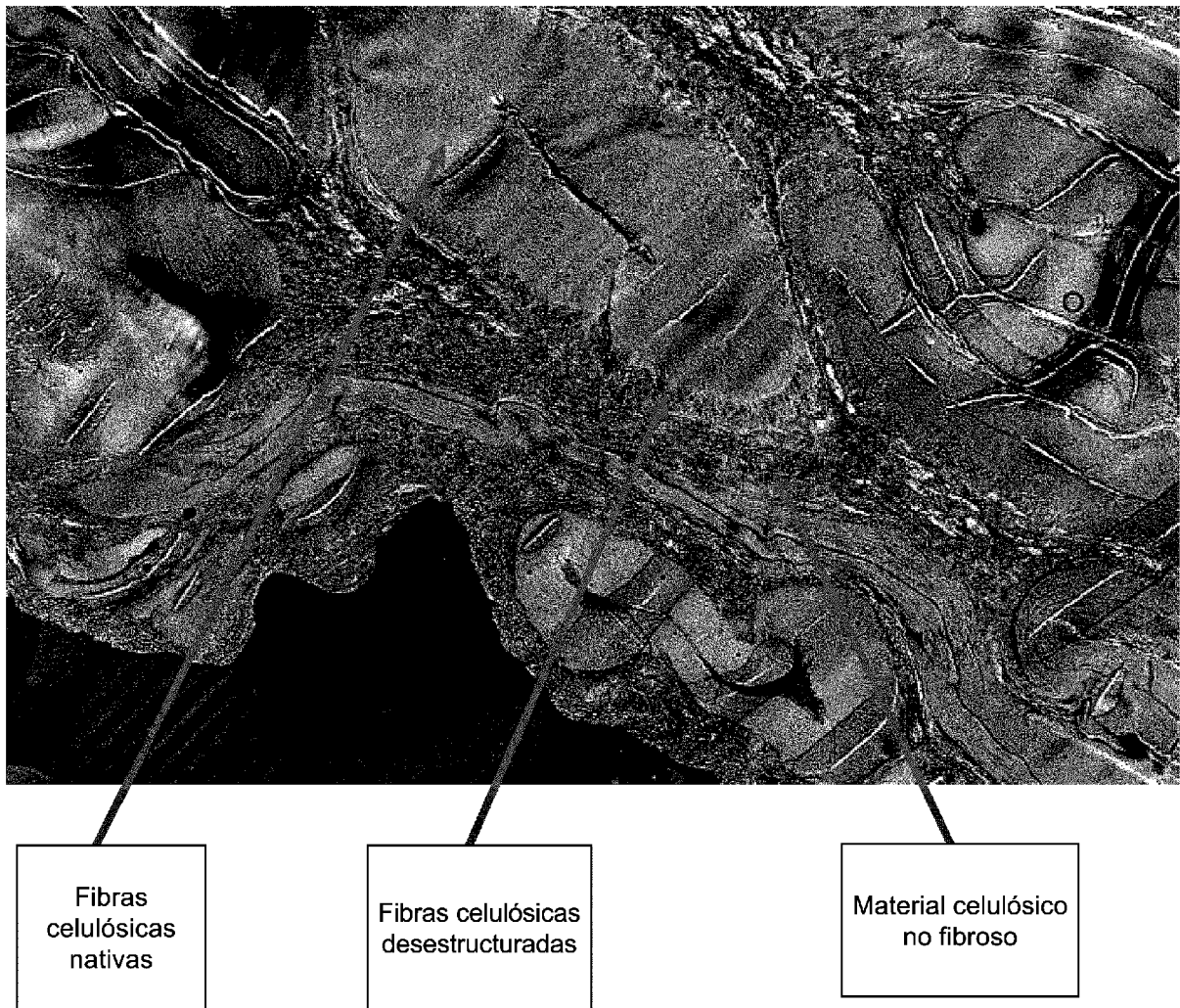


Figura 1b