

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 232**

51 Int. Cl.:

**D21J 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2022** E 22216402 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025** EP 4389975

54 Título: **Sustrato en forma 3d a base de celulosa que comprende fibras celulósicas y material celulósico no fibroso, métodos para preparar el mismo y usos del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.05.2025**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BARDET, RAPHAËL;  
CARTIER, NOËL y  
PAQUET, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 3 023 232 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

Sustrato en forma 3d a base de celulosa que comprende fibras celulósicas y material celulósico no fibroso, métodos para preparar el mismo y usos del mismo

5

**Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, pudiéndose obtener el sustrato en forma 3D mediante un método que comprende

10

(i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,

(ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta; y

15

(iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita. La invención se refiere también al método mencionado anteriormente para preparar el sustrato en forma 3D a base de celulosa, a los métodos de procesamiento del sustrato en forma 3D a base de celulosa y a los usos del mismo.

20 **Técnica anterior**

Los materiales de envasado de alimentos a base de celulosa se usan preferiblemente en la industria porque son baratos de fabricar, generalmente son seguros para el contacto con los alimentos y tienen un impacto ambiental relativamente bajo.

25 El documento EP 4 105 383 A1 describe un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales obtenidas mediante una etapa de conformación 3D.

Dichos materiales de envasado de alimentos a menudo tienen que moldearse o tener otra forma 3D para retener un producto alimenticio en su interior. Sin embargo, es posible que los materiales de papel tradicionales con forma 3D no sean adecuados para aplicaciones de envasado de alimentos, ya que las fibras de celulosa hidrófila del material y su estructura porosa lo vuelven altamente permeable al agua, los gases y los aceites. Por lo tanto, es posible que estos materiales no proporcionen una barrera adecuada que provoque fugas. Anteriormente, este problema se había superado añadiendo una barrera adicional a la superficie del material de envasado, por ejemplo, mediante recubrimiento por dispersión, estratificación de película o recubrimiento por extrusión. Sin embargo, tales métodos implican etapas de procesamiento y materiales adicionales que simultáneamente aumentan los costos y el impacto ambiental.

30

35

Los papeles pergamino ofrecen varias ventajas como materiales de embalaje, tales como proporcionar resistencia a la grasa y al agua, proporcionar una barrera contra los gases y biodegradabilidad y/o compostabilidad. Por lo tanto, dichos productos combinan altas propiedades de barrera con bajos costes e impacto ambiental, ya que no se requieren etapas de recubrimiento adicionales con películas poliméricas. Además, los productos basados en pergamino generalmente se consideran seguros para el contacto con los alimentos y los consumidores los han utilizado para envasar y/o preparar productos alimenticios durante mucho tiempo. Los productos basados en pergamino también se pueden procesar de varias maneras, tales como imprimir etiquetas en el producto. Un método para fabricar láminas de pergamino se conoce, por ejemplo, a partir del documento WO 2008/084139 A1.

40

45

Sin embargo, los papeles pergamino se caracterizan por su baja flexibilidad debido a la densificación del material durante el proceso de apergaminado. Por lo tanto, las etapas de modelado 3D, por ejemplo mediante termoconformado, son difíciles de aplicar a papeles pergamino, ya que la baja flexibilidad de los materiales provoca regularmente desgarros, especialmente en zonas de concentración de tensiones, como áreas de alta curvatura y bordes afilados. Esto puede provocar un fallo mecánico del material en las zonas afectadas, lo que reduce las propiedades de barrera.

50

El documento WO2021001276 describe un proceso de conformación en seco de un producto para envasado de alimentos de celulosa a partir de una estructura de celulosa en blanco laminar, que va precedido de una etapa de recubrimiento de una dispersión de dímero de alquilceteno y una dispersión de látex. Dicho dímero de alquilceteno y la dispersión de látex forman por tanto una película adicional sobre la estructura de celulosa en blanco, que conserva sus propiedades de barrera durante el proceso de formación en seco. Sin embargo, la película de barrera sintética añade costes adicionales de procesamiento y material.

55

El documento WO2021089778 describe un material apergaminado a base de celulosa compostable que tiene altas propiedades de barrera a gases. Sin embargo, debido a la alta densificación requerida para lograr las necesarias propiedades de barrera a gases, el material es relativamente inflexible y, por lo tanto, puede tener una capacidad limitada para someterse a procesos de modelado 3D.

60

Por lo tanto, sigue habiendo margen de mejora y necesidad de un producto de envasado en forma 3D a base de celulosa que hiciera uso de las ventajosas propiedades de barrera del pergamino y, por lo tanto, redujera la necesidad de etapas de recubrimiento adicionales con películas que proporcionen barrera.

65

**Resumen de la invención**

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

5 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, pudiéndose obtener el sustrato en forma 3D mediante un método que comprende

- 10 (i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,
- (ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta; y
- 15 (iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, comprendiendo el método las etapas de

- 20 (i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,
- (ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta; y
- 25 (iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un método para procesar un sustrato a base de celulosa en forma 3D según el primer aspecto de la presente invención, en donde el procesamiento comprende cualquiera de impresión, estratificación, recubrimiento, pintura, pulverización, unión, encolado, barnizado, impregnación, remojo y/o unión.

En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere al uso de un sustrato en forma 3D a base de celulosa según el primer aspecto de la presente invención para el envasado, preferiblemente para el envasado de alimentos tales como cápsulas de bebidas de una sola porción, productos electrónicos, cosméticos y/o médicos.

**Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 muestra un esquema de un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa según una realización de la presente invención.

La Fig. 2 se subdivide en paneles A-D. El panel A muestra una fotografía del dedal y su producto de tratamiento tal como se expone adicionalmente en el Ejemplo 1. En el lado izquierdo de la fotografía, todo el dedal está sin tratar. En el lado derecho de la fotografía, la mitad del dedal a la derecha del eje mayor del dedal se ha tratado como se expone adicionalmente en el Ejemplo 1. El panel B muestra una fotografía con gran aumento de la muestra tratada en el Ejemplo 1. El lado izquierdo de la muestra no está tratado y las fibras individuales son visibles. El lado derecho está al menos parcialmente apergaminado y comprende material celulósico no fibroso. Las fibras individuales no se ven y el material está densificado. El panel C muestra una micrografía electrónica de barrido de la muestra no tratada y tratada del Ejemplo 1, respectivamente. En la micrografía de la muestra no tratada se pueden ver fibras individuales. En la micrografía de la muestra tratada, no se ve ninguna fibra individual. El panel D muestra una micrografía electrónica de barrido adicional de la muestra no tratada y tratada del Ejemplo 1, respectivamente, con mayor aumento.

La Fig. 3 muestra los resultados de las pruebas de resistencia a la grasa del Ejemplo 1. La fotografía del lado izquierdo muestra el interior del dedal (donde se aplica el tinte) y la fotografía del lado derecho muestra el exterior. Se muestra el eje mayor del dedal en una línea punteada.

La Fig. 4 se subdivide en paneles A-D. El panel A muestra una fotografía del recipiente para huevos y su producto de tratamiento tal como se expone más adelante en el Ejemplo 2. Las hendiduras que contienen los huevos están etiquetadas con los números 1 y 2. El lado 1 está tratado, el lado 2 no. El panel B muestra una fotografía de gran aumento de la muestra tratada en el Ejemplo 2. El lado izquierdo de la muestra no está tratado y las fibras individuales son visibles. El lado derecho está al menos parcialmente apergaminado y comprende material celulósico no fibroso. Se puede observar una matriz de fibra celulósica continua en el lado inferior derecho. El panel C muestra una micrografía electrónica de barrido de la muestra no tratada y tratada del Ejemplo 2, respectivamente. En la micrografía de la muestra no tratada se pueden ver fibras individuales. En la micrografía de la muestra tratada, las fibras individuales son visibles, pero la superficie es lisa y densificada. El panel D muestra una micrografía electrónica de barrido adicional de la muestra no tratada y tratada del Ejemplo 2, respectivamente.

La Fig. 5 muestra los resultados de las pruebas de resistencia a la grasa del Ejemplo 2, aplicándose el tinte sobre la superficie interna del artículo conformado en 3D.

### Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, pudiéndose obtener el sustrato en forma 3D mediante un método que comprende

- (i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,
- (ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta; y
- (iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita.

### Definiciones

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

El término “fibra” tal como se usa en la presente memoria se refiere a una forma de material caracterizada por una relación extremadamente alta de longitud con respecto a diámetro. Generalmente, las fibras de celulosa tienen un intervalo muy amplio de diámetros y longitudes 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  $\mu\text{m}$  hasta 40  $\mu\text{m}$ , preferiblemente desde 15  $\mu\text{m}$  hasta 35  $\mu\text{m}$  y más preferiblemente desde 20  $\mu\text{m}$  hasta 30  $\mu\text{m}$ . 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 indistinta para los fines de la presente invención a menos que se indique específicamente lo contrario.

La expresión “a base de celulosa” describe un sustrato y/o material y/o artículo que comprende sustancialmente 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. Los materiales a base de celulosa pueden comprender celulosa tejida o no tejida. Pueden formarse materiales a base de celulosa no tejidos a partir de muchos procesos, tales como, por ejemplo, procesos de deposición por centrifugación, cardado, tendido al aire y tendido en húmedo. El gramaje de los materiales a base de celulosa se expresa habitualmente en peso por unidad de superficie, por ejemplo, en gramos por metro cuadrado ( $\text{gsm} = \text{g/m}^2$ ) u onzas por pie cuadrado (osf). Los materiales a base de celulosa pueden comprender fibras celulósicas naturales y/o material celulósico no fibroso.

Un sustrato “en forma 3D” es un sustrato que se ha preparado al menos parcialmente mediante al menos una etapa de conformación 3D.

La expresión “fibras celulósicas naturales” 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, algodoncillo, paja, yute, cáñamo y bagazo. Preferiblemente, las fibras celulósicas naturales son adecuadas para disolverse mediante el agente de gelatinización. Las fibras adecuadas para la disolución son, por ejemplo, fibras de madera dura, fibras de madera blanda o fibras vegetales anuales. Las fibras celulósicas naturales forman un material cristalino que comprende una fracción cristalizada con la forma cristalina de la Celulosa I que comprende todas las cadenas de celulosa orientadas en paralelo.

La expresión “material celulósico no fibroso” especifica un material, que se puede obtener sometiendo las fibras celulósicas naturales a una reacción con un agente de gelatinización disolviendo al menos parcialmente de este modo las fibras celulósicas naturales, en donde las fibras celulósicas naturales se disgregan y forman un material viscoso de tipo gel, y posteriormente se elimina el agente de gelatinización lavando con un agente de reprecipitación, donde el material de tipo gel precipita para formar un material sólido. Un proceso de disolución de fibras celulósicas naturales y su reprecipitación se denomina proceso de apergaminado. El 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 la Celulosa II que comprende cadenas de celulosa antiparalelas. El material celulósico no fibroso es preferiblemente material celulósico gelatinizado reprecipitado.

Para facilitar la referencia, la expresión “sustrato en forma 3D”, si no se especifica más, se refiere a un sustrato en forma 3D a base de celulosa según el primer aspecto de la presente invención.

En una realización, el sustrato en forma 3D comprende un material compuesto que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso. El sustrato puede ser un artículo y/o un material.

5 En una realización, las fibras celulósicas naturales y el material celulósico no fibroso están contenidos en una matriz de fibras celulósicas continua. La expresión “matriz de fibra celulósica continua” se refiere a un material de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, en donde las fibras celulósicas naturales están incrustadas en el material celulósico no fibroso, por lo que 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 naturales y el material celulósico no fibroso evitando cualquier hueco en la superficie de contacto entre las fibras de celulosa naturales y el material celulósico no fibroso. Por lo tanto, la matriz de fibra celulósica continua es un material continuo, no poroso. La matriz de fibra celulósica continua puede tener altas propiedades de barrera a los gases, especialmente frente al oxígeno.

15 En una realización, la matriz de fibra celulósica continua comprende además fibras celulósicas desestructuradas. La expresión “fibras celulósicas desestructuradas” describe la periferia de una fibra celulósica natural que se ha disuelto parcialmente con un agente de gelatinización por lo que se genera un cambio progresivo de la estructura de la celulosa natural 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 natural 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 naturales. Por tanto, las fibras celulósicas desestructuradas rodean las fibras celulósicas naturales y se interponen entre las fibras celulósicas naturales y el material celulósico no fibroso. Preferiblemente, la matriz de fibra celulósica continua puede consistir en fibras celulósicas naturales, fibras celulósicas desestructuradas y material celulósico no fibroso.

25 Sustrato en forma 3D a base de celulosa

En la etapa (i) del primer aspecto de la presente invención, se proporciona un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales. Para facilitar la referencia, las expresiones “material precursor” y “material sustrato precursor a base de celulosa” se usan como sinónimos en la presente memoria. El material precursor puede comprender al menos un 50 % de fibras celulósicas naturales, preferiblemente al menos un 55 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 60 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 65 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 70 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 75 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 80 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 85 % de fibras celulósicas naturales, más preferiblemente al menos un 90 % de fibras celulósicas naturales, e incluso más preferiblemente al menos un 95 % de fibras celulósicas naturales. En una realización, el material precursor consiste sustancial o totalmente en fibras celulósicas naturales. Preferiblemente, el material precursor comprende menos del 1 % en peso de material celulósico no fibroso. En una realización, el material precursor comprende un 80 % en peso o más de pasta de madera.

40 En una realización, el material precursor puede ser cualquiera de los siguientes: cartón, papel de filtro, papel absorbente, papel de celulosa y/o papel de seda.

45 La etapa (ii) del primer aspecto de la presente invención comprende una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de celulosa del material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta. En una realización preferida, el material sustrato precursor a base de celulosa es el material sustrato precursor de celulosa proporcionado en la etapa (i).

50 En una realización preferida del primer aspecto de la presente invención, la etapa de disolución de celulosa comprende infiltrar al menos parcialmente el material sustrato precursor a base de celulosa con un agente gelatinizante, sometiendo así el material sustrato precursor a base de celulosa a una reacción con el agente gelatinizante para disolver las fibras celulósicas naturales, para dar un material sustrato precursor a base de celulosa al menos parcialmente tratado.

55 “Parcialmente infiltrado” significa en la presente memoria que solo una parte de las fibras celulósicas naturales del material precursor se pone en contacto con el agente gelatinizante, realizándose el contacto mediante infiltración. En una realización, entre el 0,1 y el 99 % en masa de las fibras celulósicas naturales del material precursor se ponen en contacto con el agente gelatinizante, más preferiblemente entre el 0,1 y el 50 %, más preferiblemente entre el 0,1 y el 40 %, más preferiblemente entre el 0,1 y el 30 %, más preferiblemente entre el 0,1 y el 20 %, más preferiblemente entre el 0,1 y el 10 %, más preferiblemente entre el 0,1 y el 5 %, incluso más preferiblemente, entre el 0,5 y el 3 %. En otra realización, sustancialmente todas las fibras de celulosa naturales de los materiales precursores se ponen en contacto con el agente gelatinizante.

60 En una realización, el agente gelatinizante se proporciona en forma líquida, por ejemplo, en una solución. Dicho agente gelatinizante 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  $Ca(SCN)_2$ , bases inorgánicas que comprenden NaOH, bases orgánicas que comprenden N-óxido de N-metilmorfolina y líquidos iónicos que comprenden sales de tetraalquilamonio. Preferiblemente, el agente gelatinizante comprende ácido sulfúrico.

En una realización, el material precursor es poroso y capaz de absorber el agente gelatinizante, lo que conduce a la infiltración cuando el material precursor se pone en contacto con el agente gelatinizante. El grado de infiltración puede controlarse mediante el control de la porosidad del material precursor, el control del peso base del material precursor, el control de la presión de contacto del agente gelatinizante (por ejemplo, mediante impresión con un rodillo), el control del tiempo de contacto entre el material precursor y el agente gelatinizante (por ejemplo, sumergiendo el material precursor en el agente gelatinizante durante un tiempo predeterminado), la adición de un agente de reprecipitación eliminador, etc.

Tras la infiltración al menos parcial con el agente gelatinizante de la realización preferida del primer aspecto de la presente invención, el material precursor se somete a una reacción con el agente gelatinizante para disolver las fibras celulósicas naturales y producir un material sustrato precursor a base de celulosa al menos parcialmente tratado. La reacción puede ser una reacción química. El grado en que el agente gelatinizante disuelve las fibras celulósicas naturales depende del grado de infiltración, porque el agente gelatinizante disuelve las fibras con las que entra en contacto directamente. Además, el grado en el que se produce la reacción depende de la naturaleza y la concentración del agente gelatinizante. Por ejemplo, si el 10 % en peso del material precursor queda infiltrado con el agente gelatinizante, el agente gelatinizante puede disolver el 10 % en peso o menos de las fibras celulósicas naturales en el material precursor. En una realización, el agente gelatinizante reacciona con sustancialmente todas las fibras celulósicas naturales con las que entra en contacto directamente, disolviendo así todas las fibras celulósicas naturales con las que entra en contacto directamente. La reacción con el agente gelatinizante y, por lo tanto, la disolución de las fibras celulósicas naturales produce un material sustrato precursor a base de celulosa al menos parcialmente tratado. Dicho material sustrato precursor a base de celulosa al menos parcialmente tratado comprende, por lo tanto, fibras celulósicas naturales y fibras celulósicas disueltas, siendo las fibras celulósicas disueltas un material viscoso similar a un gel. Preferiblemente, el material sustrato precursor a base de celulosa al menos parcialmente tratado comprende también fibras celulósicas desestructuradas. En una realización, el material sustrato precursor a base de celulosa al menos parcialmente tratado se trata sustancialmente.

En otra realización preferida del primer aspecto de la presente invención, la etapa de reprecipitación comprende someter el material sustrato precursor a base de celulosa, al menos parcialmente tratado, a un agente de reprecipitación. En una realización, todas las fibras celulósicas disueltas se someten al agente de reprecipitación. En otra realización, solo una parte de las fibras celulósicas disueltas se somete al agente de reprecipitación. Preferiblemente, al menos las fibras celulósicas disueltas se someten al agente de reprecipitación.

El agente de reprecipitación interrumpe la reacción entre el agente gelatinizante y las fibras celulósicas naturales al eliminar el agente gelatinizante. En consecuencia, el material viscoso similar a un gel que comprende fibras celulósicas disueltas precipita en un material sólido. Este material sólido se denomina en la presente memoria "material celulósico no fibroso". Dicho material celulósico no fibroso puede estar seco o húmedo. Preferiblemente, el material celulósico no fibroso forma, junto con la fibra celulósica desestructurada, la matriz de fibra celulósica continua.

En una realización, el agente de reprecipitación es agua. En dicha realización, "eliminar el agente gelatinizante" significa diluir y eliminar por lavado el agente gelatinizante. Se pueden usar otros agentes de reprecipitación que eliminen de otro modo el agente gelatinizante, por ejemplo, neutralizándolo o volviéndolo inactivo de otro modo.

En otra realización preferida del primer aspecto de la presente invención, el método puede comprender una etapa adicional (iv), en la que el sustrato en forma 3D se consolida aún más mediante una etapa de secado. Opcionalmente, la etapa (iv) puede comprender una etapa de lavado separada adicional antes de la etapa de secado.

El material precursor puede proporcionarse en cualquiera de las formas de pulpa celulósica seca o húmeda u otras formas de fibras celulósicas, material celulósico suelto, una lámina celulósica, fibras tejidas, fibras no tejidas tales como fibras proporcionadas mediante un proceso de tendido en seco o en húmedo, fibras tejidas o fibras ensambladas en forma de lámina mediante cualquier proceso adecuado, y/o un artículo precursor en forma de 3D. En una realización preferible, el proceso de tejido no tejido puede ser un proceso de tendido en húmedo, tal como un proceso de formación de agua o espuma, o un proceso de tendido en seco, tal como un proceso de tendido al aire. Se considera que un artículo precursor en forma 3D se ha sometido al menos a una etapa de conformación 3D.

En una realización, la etapa de conformación 3D del material sustrato precursor precede a la etapa de disolución de celulosa en la etapa (ii). En esta realización, la etapa de conformación en 3D produce un artículo precursor en forma 3D, tras lo cual se produce la etapa de disolución de la celulosa para formar el sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta. Un artículo precursor en forma 3D también puede considerarse un material precursor. Es posible que se produzcan varias etapas de modelado 3D.

En una realización, la etapa de conformación 3D del material sustrato precursor se produce simultáneamente con la etapa de disolución de celulosa en la etapa (ii). Por ejemplo, la etapa de conformación 3D puede ocurrir mientras el material sustrato precursor se infiltra con el agente gelatinizante.

En una realización, el material precursor proporcionado en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo precursor de sustrato. Para facilitar la referencia, las expresiones "artículo precursor de sustrato" y "artículo precursor" se usan como sinónimos en la presente memoria.

- 5 En una realización, el material precursor que se proporciona en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo precursor de sustrato que tiene al menos una región superficial y una región central, y en donde el agente gelatinizante se infiltra en la al menos una región superficial en la etapa (ii). Tras la infiltración de la al menos una región superficial, el artículo precursor se somete al agente de reprecipitación, de modo que la al menos una región superficial comprende material celulósico no fibroso. Preferiblemente, tras el sometimiento al agente de reprecipitación, la al menos una región superficial comprende la matriz de fibra celulósica continua.
- 10 En una realización, el agente gelatinizante se infiltra completamente en el artículo precursor, es decir, se infiltra sustancialmente en toda la superficie y en la región central.
- 15 En una realización, el agente gelatinizante no se infiltra en la región central. En este caso, las fibras celulósicas naturales en la región central permanecen intactas y no se disuelven.
- Al menos una región superficial está ubicada sustancialmente en la superficie del artículo y la región central está ubicada sustancialmente en la mayor parte del artículo.
- 20 En una realización, la región superficial se penetra como máximo un 50 % con respecto al espesor total del artículo, más preferiblemente como máximo un 40 %, más preferiblemente como máximo un 30 %, más preferiblemente como máximo un 20 %, más preferiblemente como máximo un 10 %, más preferiblemente como máximo un 5 %, más preferiblemente como máximo un 1 % e incluso más preferiblemente como máximo un 1 %.
- 25 En una realización, la región superficial se penetra como máximo 5 cm en el artículo, más preferiblemente como máximo 3 cm en el artículo, más preferiblemente como máximo 1 cm en el artículo, más preferiblemente como máximo 0,1 cm en el artículo, más preferiblemente como máximo 1 mm en el artículo, más preferiblemente como máximo 100 µm en el artículo, más preferiblemente como máximo 50 µm en el artículo, e incluso más preferiblemente como máximo 10 µm en el artículo.
- 30 La región superficial puede cubrir toda la superficie del artículo precursor o solo una parte de ella. Las partes de la superficie no cubiertas por la región superficial se denominan en la presente memoria "superficie restante". Por ejemplo, en una realización, el artículo precursor es un artículo precursor en forma 3D que es cóncavo, y en donde la región superficial solo cubre la superficie interior del artículo precursor cóncavo en forma 3D. La superficie exterior del artículo precursor cóncavo en forma 3D es, por lo tanto, la superficie restante. En otra realización, el artículo precursor en forma 3D es un artículo en forma de cubo, tal como una caja, y la región superficial cubre solo una cara. Las otras cinco caras constituyen así la superficie restante.
- 35 El control sobre la infiltración del agente gelatinizante en la al menos una región superficial puede ejercerse mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, el agente gelatinizante solo se pone en contacto con la región superficial y la superficie restante no se pone en contacto. Esto se puede lograr, por ejemplo, sumergiendo la región superficial en una solución que contenga el agente gelatinizante. Alternativamente, el agente gelatinizante se puede aplicar en la superficie solo en un lado de una lámina, por ejemplo, mediante laminación, pulverización, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por transferencia y/o prensado con un tamaño medido (dosificado). El grado de infiltración se puede controlar controlando la porosidad del artículo precursor, controlando el peso base del artículo precursor, controlando la presión del agente gelatinizante en contacto (por ejemplo, mediante impresión con un rodillo), controlando el tiempo de contacto entre el material precursor y el agente gelatinizante (por ejemplo, sumergiendo el material precursor en el agente gelatinizante durante un tiempo predeterminado), añadiendo un agente de reprecipitación eliminador, etc.
- 40
- 45 En una realización, el material precursor proporcionado en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo precursor que es un artículo de múltiples capas o de una sola capa. El artículo multicapa puede ser una lámina multicapa compuesta por varias capas que se apilan verticalmente una sobre la otra.
- 50 En una realización, el artículo precursor multicapa puede comprender una primera capa y una segunda capa, situándose la primera capa en la superficie del artículo, y en donde la primera capa es más permeable al agente gelatinizante que la segunda capa. Preferiblemente, al menos la primera y la segunda capa consisten en un material a base de celulosa. La permeabilidad de las capas puede depender, por ejemplo, del peso/densidad base de las capas y/o de la porosidad de Bendtsen de las capas. Por consiguiente, el agente gelatinizante se infiltra más profundamente en la primera capa y reacciona con las fibras celulósicas naturales con mayor fuerza. Por lo tanto, al someter el artículo precursor multicapa al agente de reprecipitación, la primera capa comprende más material celulósico no fibroso que la segunda capa. Preferiblemente, al someter el artículo precursor multicapa al agente de reprecipitación, la primera capa comprende una matriz de fibras celulósicas más continua.
- 55
- 60 En una realización, la segunda capa es sustancialmente impermeable al agente gelatinizante. Tras la etapa (iii), la segunda capa no comprende, por lo tanto, material celulósico no fibroso y/o matriz de fibra celulósica continua. Preferiblemente, la primera capa comprende más del 90 % en peso de matriz de fibra celulósica continua, mientras que la segunda capa comprende menos del 10 % en peso de matriz de fibra celulósica continua.
- 65 En una realización, la segunda capa se coloca en la superficie del artículo precursor. En otra realización, la segunda capa se coloca por debajo de la primera capa, sustancialmente en la mayor parte del artículo. El artículo precursor

puede comprender capas adicionales que pueden ser más permeables, menos permeables o igualmente permeables al agente gelatinizante que la segunda capa.

5 En una realización, el material precursor proporcionado en la etapa (i) tiene un peso base de al menos 30 gsm, preferiblemente al menos 50 gsm, más preferiblemente al menos 70 gsm, más preferiblemente al menos 90 gsm, más preferiblemente al menos 100 gsm, más preferiblemente al menos 120 gsm, más preferiblemente al menos 140 gsm, más preferiblemente al menos 160 gsm, más preferiblemente al menos 180 gsm, más preferiblemente al menos 200 gsm, más preferiblemente al menos 220 gsm, más preferiblemente al menos 240 gsm, más preferiblemente al menos 260 gsm, e incluso más preferiblemente al menos 270 gsm. El material precursor puede tener un peso base inferior a 100 gsm, pero las propiedades de barrera y la tasa de recuperación pueden verse afectadas.

15 En una realización, el material precursor proporcionado en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo precursor que es un artículo multicapa, comprendiendo el artículo multicapa una primera capa y una segunda capa, situándose la primera capa en la superficie del artículo y teniendo la primera capa un peso base de como máximo 270 gsm, más preferiblemente como máximo 260 gsm, más preferiblemente como máximo 240 gsm, más preferiblemente como máximo 220 gsm, más preferiblemente como máximo 200 gsm, más preferiblemente como máximo 180 gsm, más preferiblemente como máximo 160 gsm, más preferiblemente como máximo 140 gsm, más preferiblemente como máximo 120 gsm, más preferiblemente como máximo 100 gsm, más preferiblemente como máximo 80 gsm, más preferiblemente como máximo 60 gsm, más preferiblemente como máximo 40 gsm, e incluso más preferiblemente como máximo 20 gsm. El peso base de la primera capa puede ser tan bajo como 6 gsm.

25 En una realización, el material precursor proporcionado en la etapa (i) tiene una porosidad de Bendtsen de 1000 ml/min o menos, preferiblemente 900 ml/min o menos, más preferiblemente 800 ml/min o menos, más preferiblemente 700 ml/min o menos, más preferiblemente 600 ml/min o menos, más preferiblemente 500 ml/min o menos, más preferiblemente 400 ml/min o menos, más preferiblemente 300 ml/min o menos, más preferiblemente 200 ml/min o menos, e incluso más preferiblemente 100 ml/min o menos.

30 En una realización, el material precursor proporcionado en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo precursor que es un artículo multicapa, comprendiendo el artículo multicapa una primera capa y una segunda capa, estando la primera capa situada en la superficie del artículo y teniendo la primera capa una porosidad de Bendtsen de al menos 100 ml/min, más preferiblemente al menos 200 ml/min, más preferiblemente al menos 300 ml/min, más preferiblemente al menos 400 ml/min, más preferiblemente al menos 500 ml/min, más preferiblemente al menos 600 ml/min, más preferiblemente al menos 700 ml/min, más preferiblemente al menos 800 ml/min, más preferiblemente al menos 900 ml/min, e incluso más preferiblemente al menos 1000 ml/min. En una realización, la segunda capa tiene una porosidad de Bendtsen de como máximo 500 ml/min, más preferiblemente como máximo 400 ml/min, más preferiblemente como máximo 300 ml/min, más preferiblemente como máximo 200 ml/min, más preferiblemente como máximo 100 ml/min, más preferiblemente como máximo 50 ml/min, e incluso más preferiblemente como máximo 30 ml/min. La permeabilidad de las capas se correlaciona con su porosidad. Preferiblemente, la porosidad de las capas primera y segunda se configura, por lo tanto, de tal manera que la primera capa tenga una porosidad de Bendtsen mayor que la de la segunda capa. La porosidad de Bendtsen se puede medir según la norma ISO 5636-3:2013.

45 En una realización, la etapa de conformación 3D del material precursor es una etapa de conformación 3D de una lámina celulósica. La etapa de conformación 3D de una lámina celulósica puede ser cualquiera de termoformado, moldeo en húmedo, prensado en húmedo y/o prensado en frío. En una realización preferible, la etapa de conformación 3D puede ser el moldeo en húmedo o el termoformado.

50 Por ejemplo, en una realización, un material precursor en forma de lámina celulósica tiene forma 3D para preparar un artículo precursor cóncavo en forma 3D. En dicho artículo precursor cóncavo en forma 3D, la región superficial puede, por ejemplo, cubrir la cavidad interior. La región superficial puede entonces infiltrarse con el agente gelatinizante, y la región central puede permanecer sin contacto con el agente gelatinizante. Por consiguiente, el sustrato con forma 3D que comprende celulosa disuelta de esta realización solo comprendería celulosa disuelta en la región superficial de la cavidad interior. Tras el sometimiento al agente de reprecipitación, el sustrato en forma 3D puede comprender entonces material celulósico no fibroso solo en la región superficial que cubre la cavidad interior. Preferiblemente, tras el sometimiento al agente de reprecipitación, el sustrato en forma 3D puede comprender entonces la matriz de fibra celulósica continua solo en la región superficial que cubre la cavidad interna.

60 En una realización, la etapa de conformación 3D del material precursor es una etapa de conformación 3D de la pulpa celulósica. La etapa de conformación 3D de la pulpa celulósica puede ser cualquiera de las siguientes: moldeo a vacío, moldeo de pulpa seca, moldeo por transferencia y/o moldeo en húmedo.

65 En una realización, el sustrato en forma 3D es reciclable mediante repulpado, siendo recuperable al menos el 50 % en peso según la norma EN13430. El término “repulpar” describe un proceso mediante el cual un material que se ha sometido previamente o se ha formado mediante al menos una etapa de despulpado se somete a una etapa de despulpado adicional. La expresión “reciclable mediante repulpado” describe un material que puede recuperarse al menos parcialmente y convertirse en un nuevo material u objeto durante una etapa de repulpado. Dicho material puede ser un producto de desecho. El término “reciclable” se describe generalmente según la norma EN13430. Por lo tanto, la

expresión “reciclable mediante repulpado, siendo recuperable al menos el 50 % en peso según la norma EN13430” describe un material que se ha formado o ha sufrido de otro modo al menos una etapa de despulpado, y del que, tras someterlo a una etapa de despulpado adicional, se puede recuperar al menos el 50 % en peso del sustrato en forma 3D.

5 En una realización, el sustrato en forma 3D se puede reciclar repulpándolo, siendo recuperable al menos el 55 % en peso del sustrato en forma 3D según la norma EN13430, más preferiblemente con al menos el 60 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN13430, más preferiblemente con al menos el 65 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN13430, más preferiblemente con al menos el 70 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN 13430, más preferiblemente con al menos el 75 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN 13430, más preferiblemente con al menos el 80 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN13430, más preferiblemente con al menos el 85 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN13430, e incluso más preferiblemente con al menos el 90 % en peso del sustrato en forma 3D recuperable según la norma EN13430.

15 En una realización, las fibras celulósicas naturales contenidas en el sustrato en forma 3D se reciclan mediante repulpado. En una realización, la cantidad en % en peso del sustrato en forma 3D que se puede recuperar durante el reciclaje mediante repulpado es como máximo la cantidad de fibras celulósicas naturales en el sustrato en forma 3D. Es decir, la totalidad o la mayor parte del material de fibra celulósica no gelatinizada que es recuperable durante el reciclaje mediante repulpado puede considerarse material celulósico natural recuperable en el sentido de esta invención. Por lo tanto, el material celulósico natural también incluye fibras que no han reaccionado o, en el mejor de los casos, han experimentado parcialmente una reacción con el agente gelatinizante. En este sentido, la reacción “parcial” define una situación que permite a las fibras mantener esencialmente su estado fibroso.

25 En una realización, el sustrato en forma 3D es compostable al menos al 90 % en peso, preferiblemente al menos al 95 % en peso y más preferiblemente al 100 % en peso según la norma EN13432 y/o la ASTM D6400. La expresión “compostable” se define generalmente en línea con la norma EN13432. El término “sustrato compostable” designa un sustrato para el que al menos el 90 % de los materiales deben descomponerse por acción biológica en un plazo de 6 meses en las condiciones del método de ensayo estándar, cumpliendo así con 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 30 “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 CO<sub>2</sub>, agua, compuestos inorgánicos y biomasa en 35 condiciones aerobias) a una alta velocidad compatible con el procedimiento de compostaje normal de residuos vegetales.

En una realización, el sustrato en forma 3D es totalmente compostable. En una realización, la porción del sustrato en forma 3D que no es recuperable a través de reciclaje mediante repulpado es compostable al menos en un 90 % en peso según la norma EN13432 y/o la ASTM D6400.

40 En una realización, el sustrato en forma 3D está exento de plástico.

En una realización, el sustrato en forma 3D está autorizado para el contacto con alimentos según cualquiera de las normas EU 1935/2004, BfR 36, BfR 36-1, BfR 36-2, FDA 21 CFA §176-170 y 176-180.

45 En una realización, el sustrato en forma 3D es resistente a la grasa según la norma TAPPI T454.

En una realización, el sustrato en forma 3D es impermeable como se determinó según la norma TAPPI T441 con 30 segundos sin fugas de agua, preferiblemente con 60 segundos sin fugas de agua, más preferiblemente con 180 segundos sin fugas de agua, más preferiblemente con 300 segundos sin fugas de agua, más preferiblemente con 600 segundos sin fugas de agua, e incluso más preferiblemente con 1800 segundos sin fugas de agua.

55 En una realización, el sustrato en forma 3D tiene una velocidad de transmisión de oxígeno de menos de 200 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 180 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 160 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 140 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 120 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 100 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 80 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 60 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), más preferiblemente menos de 40 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día), e incluso más preferiblemente menos de 20 cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> x día).

60 En una realización, el sustrato en forma 3D solo comprende polímeros naturales. En el contexto de la presente invención, los polímeros naturales son polímeros de origen natural no derivados del petróleo, tales como el rayón y el ácido hialurónico, el almidón o el almidón modificado. Dichos polímeros naturales pueden haber sido formados por un organismo biológico y extraídos, o pueden haber sido modificados química o físicamente mediante un proceso posterior para convertirlos en la forma o forma deseada. En una realización preferida, el sustrato en forma 65 3D no comprende adhesivos o pegamentos de polímeros sintéticos basados en petróleo.

En una realización, el sustrato en forma 3D es un artículo de embalaje. Un artículo de embalaje es un artículo que está configurado para embalar un segundo artículo. El artículo de embalaje no está particularmente limitado en tamaño y/o forma 3D.

5 En una realización, el sustrato en forma 3D es un artículo de embalaje de alimentos. En un artículo de embalaje de alimentos, el segundo artículo es un alimento o un ingrediente alimentario. El embalaje para alimentos no está particularmente limitado y puede usarse para conservar alimentos tales como, por ejemplo, alimentos sensibles al oxígeno. El artículo de embalaje puede seleccionarse, por ejemplo, de cualquiera de entre un recipiente para bebidas, una cápsula de café, una pastilla de café, un recipiente para huevos o un bol para sopa.

10 En un ejemplo, el artículo de embalaje puede seleccionarse de entre cualquier artículo de embalaje de cosméticos, un artículo de embalaje médico o un artículo de embalaje de productos electrónicos.

Método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa

15 En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, comprendiendo el método las etapas de

- 20 (i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,
- (ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta; y
- 25 (iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita.

Las etapas (i)-(iii) se pueden caracterizar además como en cualquiera de las realizaciones relacionadas con las etapas (i)-(iii) descritas anteriormente. Por ejemplo, en una realización, el agente de reprecipitación de la etapa (iii) es agua. Además, el método del segundo aspecto de la presente invención puede comprender una etapa adicional (iv), en donde el sustrato en forma 3D se consolida aún más mediante una etapa de secado. Opcionalmente, la etapa (iv) puede comprender una etapa de lavado separada adicional antes de la etapa de secado.

Procesamiento de un sustrato en forma 3D a base de celulosa

35 En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un método para procesar un sustrato en forma 3D según el primer aspecto de la presente invención.

En una realización, el procesamiento comprende cualquier procedimiento de impresión, estratificación, pintura, pulverización, unión, encolado, barnizado, impregnación, remojo y/o unión.

40 En una realización preferible, el sustrato en forma 3D es un artículo de embalaje de alimentos, y el procesamiento comprende imprimir una etiqueta en el artículo de embalaje de alimentos.

Uso de un sustrato en forma 3D a base de celulosa

45 En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere al uso de un sustrato en forma 3D basado en celulosa según el primer aspecto de la presente invención.

50 En una realización, dicho uso puede estar dirigido a cualquier forma de envío, almacenamiento, protección, conservación y/o presentación de un artículo embalado (por ejemplo, envoltorio para regalos).

En una realización, el uso para el embalaje se dirige al embalaje de alimentos, el embalaje de cosméticos, el embalaje de un artículo médico y/o el embalaje de productos electrónicos.

55 Basándose en la discusión anterior, en los siguientes ejemplos, y sin pretender limitarse a ninguna teoría, los inventores creen que el problema se ha resuelto para proporcionar un sustrato en forma 3D que permita mantener las ventajosas propiedades de barrera del pergamino.

### Ejemplos

60 Se prepararon dedos de extracción de celulosa, de calidad 30, mediante formación al vacío a partir de pulpa de celulosa pura. Los recipientes para huevos se prepararon mediante un proceso de moldeo por transferencia.

65 Agente de gelatinización: ácido sulfúrico que tiene una concentración de entre 70 % a 75 %.

Método de impregnación: Las muestras se sumergieron en un baño que contenía el agente gelatinizante durante 6 segundos.

Métodos de diagnóstico por imágenes: Microscopía electrónica de barrido (SEM) y/o fotografía digital.

5

La porosidad de Bendtsen se puede medir según la norma ISO 5636-3:2013.

Se puede medir la suavidad de Bekk según la norma ISO 5627:1995.

10

Las pruebas de resistencia a la grasa se realizaron según la norma Tappi T- 454:2015.

Las pruebas de reciclabilidad se realizaron según la norma EN 13430. Una muestra dada se corta en trozos más pequeños de alrededor de 25 cm<sup>2</sup> y se repulpa en un disgregador. La muestra repulpada se tamizó en un equipo tipo Somerville según el método de ensayo TAPPI/ANSI T 275 sp-18 utilizando una placa ranurada de 0,15 mm.

15

Las diferentes fracciones recuperadas se usan para calcular la porción recuperable.

#### Ejemplo 1

20

Se proporcionó un dedal Soxhlet de celulosa con una estructura abierta y porosa, hecho de fibras de algodón y preparado según un método descrito anteriormente. A continuación, el dedal se trató usando un proceso de laboratorio en donde la mitad a lo largo del eje principal del dedal se sumergió en ácido sulfúrico durante 6 segundos y luego se enjuagó con agua. Debido a la naturaleza abierta y porosa de la muestra, el ácido sulfúrico se infiltró completamente en la mitad sumergida de la muestra, lo que llevó a una apergaminación casi completa en esta mitad de la muestra (Figura 2, paneles A-D)

25

El dedal apergaminado se sometió luego a una prueba de resistencia a la grasa. La muestra se cortó por la mitad a lo largo del eje mayor del dedal y, según la norma Tappi T-454:2015, se extendió un tinte basado en aceite en el interior. De este modo, se confirmó que el tinte solo penetraba en la mitad no tratada del dedal (Figura 3).

#### Ejemplo 2

30

Se proporcionó un recipiente para huevos hecho de fibras recicladas con una estructura hermética y de alta densidad y preparado según un método descrito anteriormente. Se sabe que los recipientes para huevos consisten sustancialmente en una tapa y una parte inferior que aloja una pluralidad de hendiduras que contienen huevos (a menudo 6 o 10). A continuación, se cortaron del recipiente dos hendiduras contiguas que contenían huevos y se etiquetaron aleatoriamente con 1 y 2. El lado marcado con 1 se sumergió entonces en el ácido sulfúrico de la misma manera que en el ejemplo 1. Debido a la naturaleza compacta y densa de la muestra, el ácido sulfúrico solo se infiltró parcialmente en el lado sumergido 1 de la muestra, lo que provocó solo un apergaminado parcial en este lado (Figura 4, paneles A-D). Como tal, solo se apergaminaron las superficies cóncavas interior y exterior, y el núcleo permaneció sin tratar.

35

40

Ambas caras 1 y 2 se trataron con el colorante basado en aceite que se extendió por el interior de las hendiduras que contenían los huevos, como se indicó anteriormente en el ejemplo 1. De este modo, se confirmó que el tinte solo penetró en la superficie exterior en el lado no tratado 2 (Figura 5).

45

El recipiente para huevos se sometió luego a la prueba de reciclabilidad. En el recipiente sin tratar, el 99,8 % de las fibras eran recuperables a través del reciclaje mediante repulpado. En el material tratado, el 85,5 % de las fibras eran recuperables a través del reciclaje mediante repulpado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, pudiéndose obtener el sustrato mediante un método que comprende
- 5 (i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,
- (ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende
- 10 celulosa disuelta; y
- (iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita.
2. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según la reivindicación 1,
- 15 en donde la etapa de disolución de celulosa comprende infiltrar al menos parcialmente el material sustrato precursor a base de celulosa con un agente gelatinizante, sometiendo así el material sustrato precursor a base de celulosa a una reacción con el agente gelatinizante para disolver las fibras celulósicas naturales, para dar un material sustrato precursor a base de celulosa al menos
- 20 parcialmente tratado, y preferiblemente en donde la etapa de reprecipitación comprende someter el material sustrato precursor a base de celulosa, al menos parcialmente tratado, a un agente de reprecipitación.
3. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según las reivindicaciones 1 o 2,
- 25 en donde, en la etapa (ii), la etapa de conformación 3D del material sustrato precursor a base de celulosa precede a la etapa de disolución de celulosa, o en donde, en la etapa (ii), la etapa de conformación 3D del material sustrato precursor a base de celulosa se produce simultáneamente con la etapa de disolución de celulosa.
4. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- 30 en donde el material sustrato precursor proporcionado en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo sustrato precursor que tiene al menos una región superficial y una región central, en donde el agente gelatinizante se infiltra en la al menos una región superficial.
5. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el material sustrato precursor proporcionado en la etapa (i) se proporciona en forma de un artículo sustrato precursor, siendo el artículo un artículo multicapa o de una sola capa.
- 40 6. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según la reivindicación 5,
- en donde el artículo sustrato precursor es un artículo multicapa que comprende una primera capa y una segunda capa, colocándose la primera capa en la superficie del artículo, y en donde la primera capa es más permeable al agente gelatinizante que la segunda capa.
- 45 7. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,
- en donde la etapa de conformación en 3D del material sustrato precursor a base de celulosa es una etapa de conformación en 3D de una lámina celulósica y, opcionalmente, una etapa de termoconformado, o
- 50 en donde la etapa de conformación en 3D del material sustrato precursor a base de celulosa es una etapa de conformación en 3D de pasta de celulosa y, opcionalmente, una etapa de moldeo al vacío y/o una etapa de moldeo de pasta seca.
8. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,
- en donde el sustrato se puede reciclar repulpando con al menos el 50 % en peso del sustrato recuperable según la norma EN13430, y/o
- 60 se puede compostar al menos en un 90 % en peso según la norma EN13432, y/o está autorizado para el contacto con alimentos según cualquiera de las normas EU1935/2004, BfR 36, BfR 36-1, BfR 36-2, FDA 21 CFA §176-170 y 176-180.
9. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,
- 65 en donde el sustrato

- es resistente a la grasa según la norma TAPPI T454, y/o  
 es resistente al agua tal como se determina según la norma TAPPI T441 durante 60 segundos sin fugas de agua, y/o  
 5 tiene una tasa de transmisión de oxígeno de menos de  $200 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \times \text{día})$ , cuando se determina a  $23 \text{ °C}$  y al 50 % de humedad relativa.
10. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,  
 10 en donde el material sustrato precursor a base de celulosa proporcionado en la etapa (i) comprende un 80 % en peso o más de pasta de madera.
11. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,  
 en donde el sustrato comprende exclusivamente polímeros naturales.
- 15 12. Un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,  
 en donde el sustrato es un artículo de envasado, preferiblemente en donde el sustrato es cualquiera de un artículo de envasado de alimentos, un artículo de envasado de cosméticos, un artículo de envasado médico o un artículo de envasado de productos electrónicos.
- 20 13. Un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales y material celulósico no fibroso, comprendiendo el método las etapas de
- 25 (i) proporcionar un material sustrato precursor a base de celulosa que comprende fibras celulósicas naturales,  
 (ii) una etapa de conformación 3D y una etapa de disolución de la celulosa contenida en el material sustrato precursor a base de celulosa para producir un sustrato con una forma 3D que comprende celulosa disuelta; y  
 (iii) una etapa de reprecipitación en la que la celulosa disuelta se reprecipita.
- 30 14. Un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa según la reivindicación 13,  
 en donde la etapa de disolución de celulosa comprende infiltrar al menos parcialmente el material sustrato precursor a base de celulosa con un agente gelatinizante, sometiendo así el material sustrato precursor a base de celulosa a una reacción con el agente gelatinizante para disolver las  
 35 fibras celulósicas naturales, para dar un material sustrato precursor a base de celulosa parcialmente tratado, y preferiblemente en donde la etapa de reprecipitación comprende someter el material sustrato precursor a base de celulosa parcialmente tratado a un agente de reprecipitación.
- 40 15. Un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa según la reivindicación 13, o 14,  
 en donde el agente de reprecipitación es agua.
- 45 16. Un método para preparar un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15,  
 en donde el método comprende además una etapa (iv) de consolidar el sustrato en forma 3D en un proceso de secado.
- 50 17. Un método para procesar un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12,  
 en donde el procesamiento comprende cualquier procedimiento de impresión, estratificación, recubrimiento, pintura, pulverización, unión, encolado, barnizado, impregnación, remojo y/o unión.
18. Uso de un sustrato en forma 3D a base de celulosa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 para el envasado, preferiblemente para el envasado de productos alimenticios, electrónicos, cosméticos y/o médicos.

Figura 1

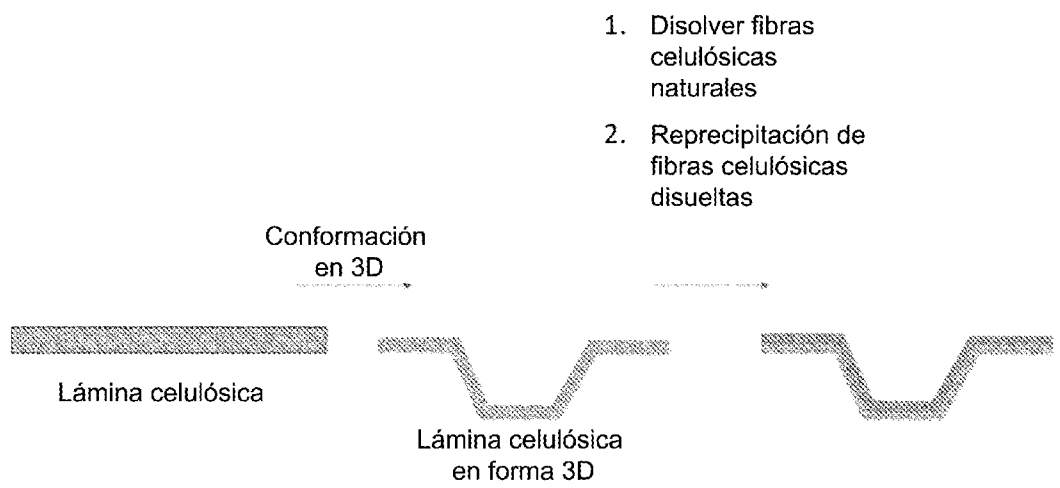


Figura 2

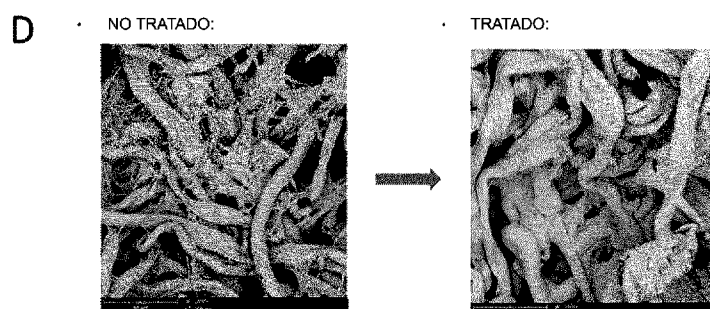
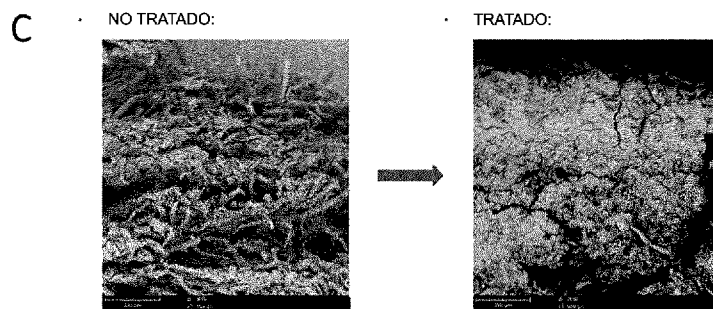
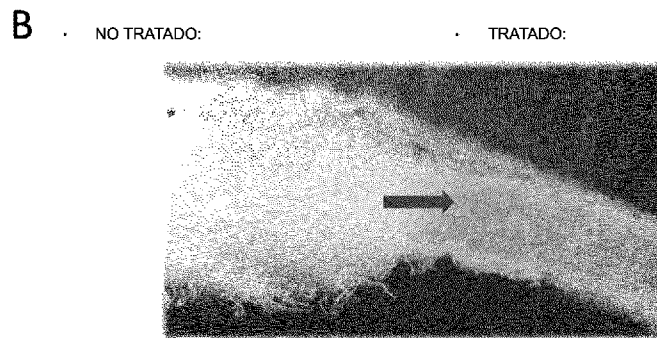
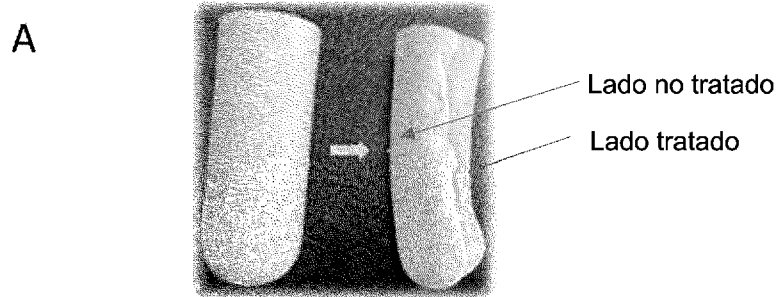


Figura 3

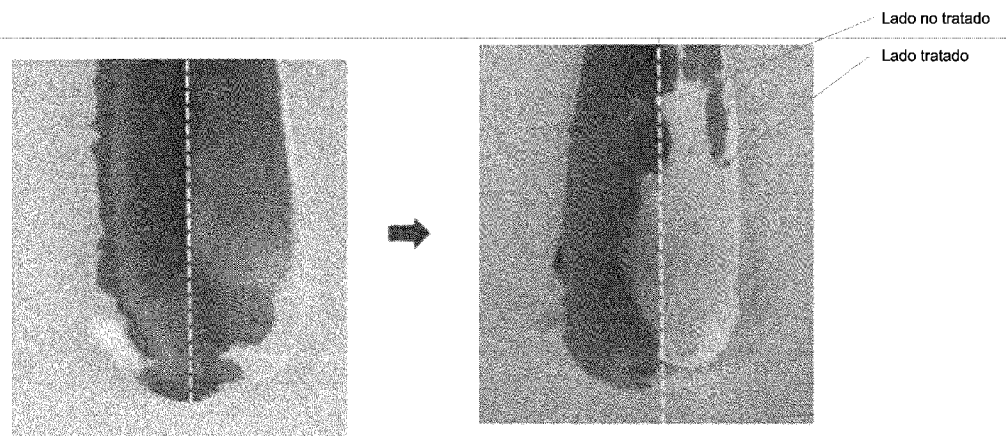


Figura 4

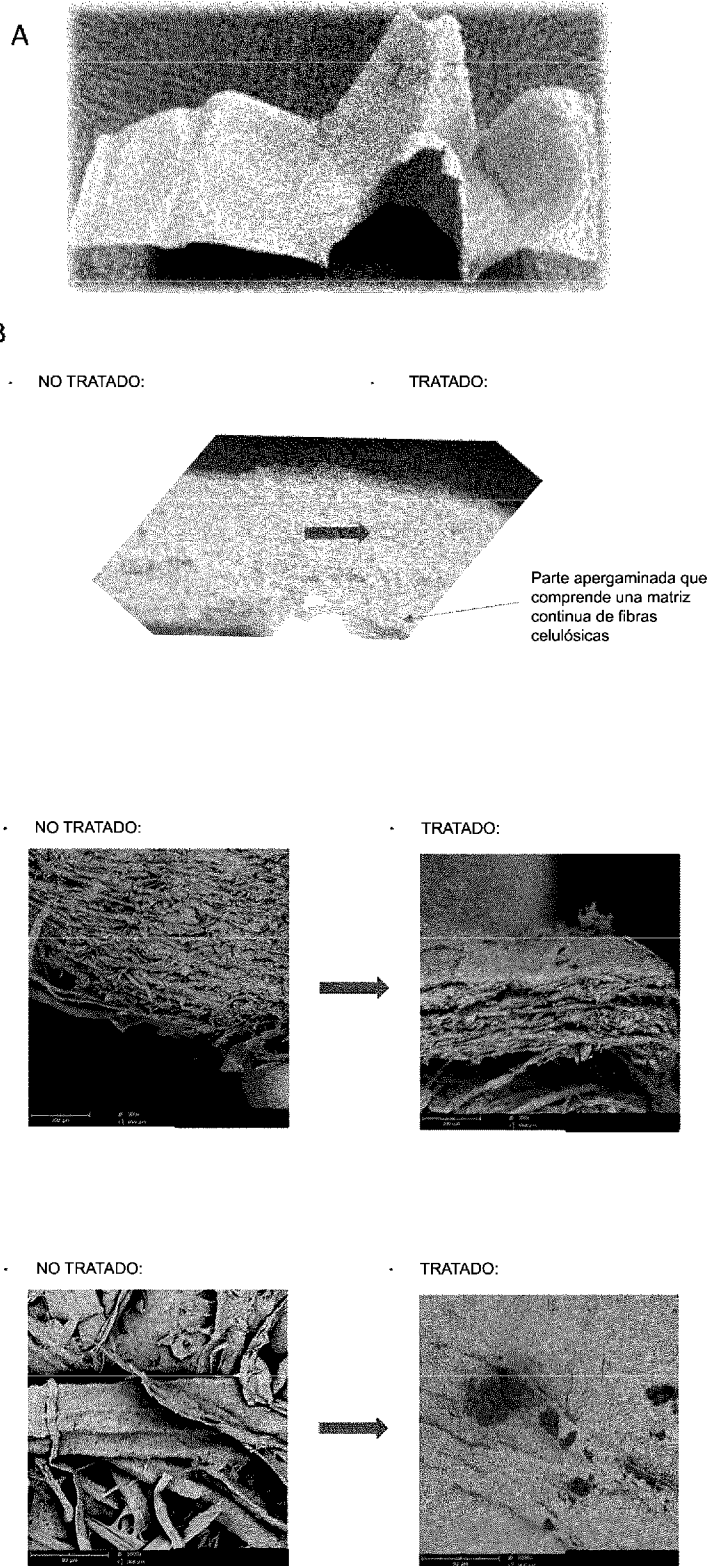


Figura 5

