

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 528**

51 Int. Cl.:

**D21C 9/00** (2006.01)

**D21H 13/08** (2006.01)

**D21H 13/02** (2006.01)

**D21H 11/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2019 PCT/EP2019/055593**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2019 WO19170763**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2019 E 19708327 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2023 EP 3762537**

54 Título: **Pasta de celulosa y cuerpos moldeados de Lyocell con contenido reducido de celulosa**

30 Prioridad:

**06.03.2018 EP 18160123**

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

**10.05.2024**

73 Titular/es:

**LENZING AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werkstrasse 2  
4860 Lenzing, AT**

72 Inventor/es:

**SILBERMANN, VERENA;  
OPIETNIK, MARTINA;  
SCHILD, GABRIELE;  
MÖDERL, SUSANNE y  
KÖRBLER, MAGDALENA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 968 528 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

Pasta de celulosa y cuerpos moldeados de Lyocell con contenido reducido de celulosa

La presente invención describe composiciones de pasta de celulosa especiales que permiten producir una fibra de Lyocell con un contenido reducido de celulosa de manera estable a escala industrial, así como la fibra de Lyocell producida a partir de la misma.

### Estado de la técnica

Las fibras de Lyocell se utilizan en una pluralidad de aplicaciones. En este caso, a menudo se utiliza celulosa purificada como materia prima, con una proporción muy pequeña de componentes distintos de la celulosa.

La pasta de celulosa se obtiene de la madera, que se compone de solo un 40-44 % en peso de celulosa. Dado que, en general, en la pasta de celulosa para la producción de cuerpos moldeados de Lyocell se requiere un alto contenido de celulosa, superior al 95 % en peso, durante la cocción y el blanqueo se pierde una gran parte de la materia prima para el uso material. En este caso, se conoce una pluralidad de posibilidades para reducir específicamente la proporción de hemicelulosas, tanto en la obtención de pasta de celulosa en el camino desde la madera hasta la pasta de celulosa o hasta el producto final de Lyocell:

a) Digestión: Gran parte de las hemicelulosas se pierden en la cocción al sulfito; mientras que en la digestión alcalina la prehidrólisis se realiza antes de la cocción específicamente para eliminar las hemicelulosas.

b) Blanqueo: por norma general para eliminar la lignina residual y/o para el abrillantado óptico, pero también destruye los componentes de hemicelulosa.

c) Insolubilidad parcial de las porciones de hemicelulosa ramificada en el disolvente de Lyocell

d) Degradación en masa con posterior disolución en el baño de hilatura

Ciertamente, se están realizando grandes esfuerzos para utilizar estos otros componentes como subproductos materiales. Sin embargo, la reacción solo se realiza en pequeñas cantidades debido a restricciones técnicas conocidas. En los líquidos de desecho de la obtención de pasta de celulosa, estos otros componentes de la madera están presentes en forma de una pluralidad de diferentes productos de degradación, mezclados además con ácidos o lejías fuertes, lo que dificulta extremadamente la separación y el procesamiento posterior.

Sin embargo, en los últimos años se han realizado esfuerzos para ampliar la base de materias primas para los productos de Lyocell mediante el uso de celulosas con una mayor proporción de lignina y/o hemicelulosas.

Los documentos US 6440523 y US 6444314 describen enfoques de este tipo a modo de ejemplo:

El enfoque adoptado en estos documentos es esencialmente que describen la pasta de celulosa (pulpa) correspondiente y/o los productos de Lyocell elaborados a partir de ella, que, junto a la porción de celulosa, también presentan un contenido de hemicelulosa superior al 5 % en peso. No obstante, en todos estos documentos se considera esencial que los contenidos más elevados de hemicelulosa allí descritos solo sean posibles si se cumple al mismo tiempo una serie de otras condiciones esenciales. Éstas son, por ejemplo, una determinada viscosidad de la pasta de celulosa, un índice de cobre máximo y/o un índice kappa máximo.

Aunque en estos documentos se describen productos de Lyocell, cabe señalar que los desarrollos basados en estos derechos de propiedad industrial aún no se han implementado a gran escala, aunque el uso, en particular, de pasta de celulosa con un mayor contenido de hemicelulosa debería generar costos significativos y, por lo tanto, ventajas de competitividad. Esto probablemente podría deberse a las dificultades para ascender desde la escala de laboratorio y las propiedades de fibra alcanzables, que no cumplen con las expectativas del mercado de textiles y materiales no tejidos.

El documento US 2015/184338 A1 describe composiciones que contienen pasta de celulosa kraft tratada, útiles para producir fibras de rayón con un menor grado de polimerización, un elevado R18, un bajo contenido de hemicelulosa y una alta reactividad. También se describen procedimientos para preparar las composiciones.

El documento WO 98/16682 A2 describe un procedimiento para mejorar la pasta de celulosa de madera desde pasta de celulosa de calidad para papel hasta pasta de celulosa de calidad para disolución adecuada para su uso en la producción de rayón de viscosa, éteres de celulosa y ésteres de celulosa tales como acetato de celulosa. El procedimiento utiliza una secuencia de extracción cáustica, tratamiento con xilanas y extracción cáustica para eliminar la mayor parte del xilano, que puede recuperarse para su uso en la producción de xilosa, xilitol y furanos.

### Misión de la invención

Para maximizar la utilización de recursos, sería deseable poder utilizar tantas porciones de material como sea posible de la materia prima madera para producir una fibra de Lyocell. El objetivo prioritario en la búsqueda de la mayor sostenibilidad posible y de un concepto de biorrefinería verdaderamente eficaz debe ser utilizar la madera como materia prima natural en la mayor medida posible desde el principio para el producto principal, a saber, cuerpos moldeados de Lyocell. La obtención de subproductos sigue siendo de gran importancia en este caso, pero en general sigue siendo de importancia secundaria. Los esfuerzos realizados hasta ahora a este respecto han fracasado porque la reducción del contenido de celulosa en la fibra condujo a un cambio masivo en el material y los parámetros de propiedades de las fibras (de Lyocell) resultantes (u otras variantes de cuerpos moldeados) o, por otro lado, no fue posible una producción estable a gran escala. Por el contrario, para la aplicación a gran escala de pasta de celulosa química en el proceso Lyocell, un gran número de patentes y publicaciones exigen que el contenido de lignina, hemicelulosas y componentes accesorios sea extremadamente bajo.

Por estas razones, es deseable proporcionar tecnologías que puedan utilizarse a escala industrial y que permitan una reducción del contenido de celulosa en las fibras acabadas aumentando la proporción de otros componentes de la madera, en particular hemicelulosas, pero también lignina, sin restricciones esenciales en relación con los parámetros del material resultante. A pesar del gran número de enfoques en la técnica anterior, actualmente no se conocen procedimientos industrialmente utilizables para producir productos de Lyocell de este tipo con un contenido reducido de celulosa.

### Breve descripción de la invención

Los problemas antes mencionados de la técnica anterior se superan con la presente invención. La presente invención proporciona una pasta de celulosa según la reivindicación 1, un producto de Lyocell según la reivindicación 9, así como los procedimientos según las reivindicaciones 16 y 18. Realizaciones preferidas de la invención se especifican en las reivindicaciones subordinadas y en la descripción detallada de la invención que sigue.

En particular, la presente invención proporciona los siguientes aspectos, así como las realizaciones preferidas establecidas en las reivindicaciones secundarias y la descripción.

1. Pasta de celulosa adecuada para la producción de cuerpos moldeados de Lyocell, con una proporción de celulosa del 85 al 50 % en peso y una proporción de hemicelulosas de al menos el 7 % en peso, caracterizada porque la relación de la fracción de C5/xilano a la fracción de C6/manano (relación C5/C6) presente en la hemicelulosa está en el intervalo de 125:1 a 1:3.

2. Pasta de celulosa según la realización 1, en donde la relación C5/C6 está en el intervalo de 25:1 a 1:2.

3. Pasta de celulosa según la realización 1 y/o 2, en donde la proporción de hemicelulosas es del 10 % en peso o más.

4. Pasta de celulosa según al menos una de las realizaciones anteriores, cuyas hemicelulosas están presentes en estado nativo, han sido modificadas químicamente mediante procesos de procesamiento o han sido modificadas o funcionalizadas químicamente en una etapa de proceso separada.

5. Pasta de celulosa según al menos una de las formas de realización anteriores, con un contenido en lignina superior al 1 % en peso.

6. Pasta de celulosa según al menos una de las realizaciones anteriores, en donde el contenido en celulosa se reduce aún más mediante la presencia de lignina, componentes accesorios de la madera y/o la adición de compuestos metálicos.

7. Pasta de celulosa según al menos una de las realizaciones anteriores, con una proporción de xilano del 9 % en peso o más y/o un contenido en manano del 6 % en peso o más.

8. Pasta de celulosa según la realización 7, con un contenido en xilano del 9 % en peso o más y un contenido en manano del 1 % en peso o menos.

9. Cuerpo moldeado de Lyocell, producido utilizando la pasta de celulosa según una de las realizaciones 1 a 8.

10. Cuerpo moldeado de Lyocell según la realización 9, en donde el cuerpo moldeado se selecciona entre fibras, filamentos, fibras cortadas, telas no tejidas, películas y polvos en forma esférica.

11. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las realizaciones 9 y/o 10, en donde el cuerpo moldeado es una fibra, un filamento o una fibra cortada, con un contenido de celulosa inferior al 90 % en peso, un contenido de hemicelulosa superior al 5 % en peso y una relación C5/C6 de 125:1 a 1:3, preferentemente de 25:1 a 1:2.

12. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las realizaciones 9 a 11, en donde el contenido de hemicelulosa es superior al 10% en peso.

13. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las realizaciones 9 a 12, en donde el cuerpo moldeado es una fibra, un filamento o una fibra cortada con una WRV superior al 70 %, preferiblemente superior al 75 %, en particular superior al 80 %.

5 14. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las realizaciones 9 a 13, en donde el cuerpo moldeado presenta una cristalinidad del 40 % o menos.

15. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las realizaciones 9 a 14, con un contenido en lignina de más del 0 % en peso hasta el 5 % en peso.

10 16. Procedimiento para producir un cuerpo moldeado de Lyocell, que comprende la disolución de una pasta de celulosa con una proporción de celulosa de 85 a 50 % en peso y una proporción de hemicelulosas de al menos 7 % en peso, caracterizado porque la relación de la fracción de C5/xilano a la fracción de C6/manano (relación C5/C6) está en el intervalo de 125:1 a 1:3, en un disolvente adecuado, y conformación de la solución en un cuerpo moldeado de Lyocell.

17. Procedimiento según la realización 16, en el que el cuerpo moldeado de Lyocell se obtiene mediante un proceso de hilatura de Lyocell.

15 18. Procedimiento para producir una pasta de celulosa según una de las realizaciones 1 a 8, comprendiendo el procedimiento al menos uno de los siguientes pasos:

a) mezclar una pasta de celulosa pura con xilano y/o manano;

b) tratar una pasta de celulosa con un contenido de hemicelulosa que incluye manano mediante procedimientos químicos y/o físicos para modificar el contenido de hemicelulosa y/o la composición de la hemicelulosa contenida;

20 c) producir una pasta de celulosa usando madera de coníferas y/o de árboles de hoja caduca;

d) mezclar una pasta de celulosa exenta de manano con una pasta de celulosa rica en hemicelulosa y opcionalmente un tratamiento químico y/o físico posterior de la mezcla para ajustar el contenido de hemicelulosa y/o la composición de la porción de hemicelulosa;

25 e) mezclar dos pastas de celulosa con diferente contenido de hemicelulosa y/o composición de hemicelulosa y, opcionalmente, tratamiento químico y/o físico posterior de la mezcla para ajustar el contenido de hemicelulosa y/o la composición de la porción de hemicelulosa.

19. Procedimiento según la realización 18, en el que las diferentes pastas de celulosa se seleccionan entre pasta de celulosa a base de madera de coníferas y/o de árboles de hoja caduca.

### Breve descripción de las Figuras

30 La Fig. 1 muestra la correlación de la cristalinidad y la capacidad de retención de agua de fibras de Lyocell de la presente invención, así como la fibra de Lyocell estándar.

La Fig. 2 muestra la proporción de xilano a manano en la pasta de celulosa al sulfito dependiendo del factor H cuando se utiliza madera de haya.

35 La Fig. 3 muestra la proporción de xilano a manano en la pasta de celulosa al sulfito dependiendo del factor H cuando se utiliza madera de abeto.

### Descripción detallada de la invención

40 Si en el proceso de Lyocell se reduce la proporción de celulosa, esto significa que el ahorro debería compensarse con otros materiales fabricados a partir de la materia prima madera. En este caso, el problema de la estabilidad del proceso o del cambio de propiedades surge cuando se reduce el contenido de celulosa, como ya se explicó anteriormente. Las esenciales proporciones del material no celulósico en la materia prima madera son hemicelulosas (esencialmente poliosas de los monómeros de azúcar xilosa, arabinosa, manosa, galactosa, glucosa y ramnosa), lignina y componentes accesorios.

45 Celulosa: Representa la sustancia estructural de las paredes celulares de la madera y proporciona principalmente la resistencia a la tracción. Las largas cadenas moleculares formadas por unidades de glucosa se agrupan varias veces en una estructura helicoidal en las llamadas fibrillas. Esta disposición helicoidal en la pared celular procura una buena resistencia a la flexión del árbol, p. ej., en caso de exposición al viento, o de la madera, p. ej., en una estructura de techo. La celulosa es hidrófila pero no hidrosoluble debido a su alta cristalinidad.

50 Lignina: Agente aglutinante para la asociación sólida de la celulosa en forma de una matriz amorfa. Con ello, la lignina es la principal responsable de la resistencia a la compresión, pero por otro lado es poco flexible y, a diferencia de la celulosa, es hidrófoba. Es responsable de la resistencia del árbol. Las plantas que no almacenan lignina solo alcanzan alturas pequeñas. La lignina es biológicamente relativamente estable y biodegradable solo lentamente.

Las hemicelulosas en el sentido de la presente invención son componentes presentes en la madera en forma de polímeros de cadena corta a base de azúcares C5 y/o C6. A diferencia de la celulosa, presentan grupos laterales y, por tanto, solo pueden formar cristales en mucha menor medida. Sus componentes básicos son manosa, xilosa, glucosa, ramnosa y galactosa. Los grupos laterales se componen preferentemente de grupos arabinosa, grupos acetilo y restos de galactosa, así como grupos O-acetilo y grupos laterales de ácido 4-O-metilglucurónico. Se sabe que los mananos se asocian preferentemente con la celulosa, mientras que los xilanos están más asociados con la lignina. La composición de las hemicelulosas varía mucho según el tipo de madera utilizada. Durante el proceso de procesamiento en la producción de pasta de celulosa, las cadenas laterales se separan parcialmente y las cadenas de polímero se dividen. En el marco de esta invención, el término hemicelulosas incluye aquellas en su estructura nativa, así como aquellas que han sido modificadas durante su procesamiento e igualmente aquellas que han sido adaptadas al uso previsto respectivo mediante una modificación química específica. Asimismo se incluyen las celulosas de cadena corta y otras poliosas con un DP de hasta 500.

Componentes accesorios: Los componentes accesorios son sustancias acompañantes orgánicas e inorgánicas de la madera que no son lignina, celulosa y hemicelulosa, y generalmente incluyen sales y compuestos orgánicos de bajo peso molecular con hasta aproximadamente 100 átomos, tales como taninos, resinas, grasas y ceras, curtientes y sustancias húmicas, terpenos, terpenoides y compuestos fenólicos, pectinas, suberinas, polifenoles y poliosas.

Si la proporción de celulosa se reduce entonces según se desea en un material de pasta de celulosa y otros componentes de la materia prima madera deben compensar esta reducción, se ha demostrado sorprendentemente que solo combinando diferentes tipos de azúcares en una proporción determinada es posible producir una pasta de celulosa que, a pesar de su contenido reducido de celulosa, permite una producción segura a gran escala de productos de Lyocell, teniendo estos productos asimismo un contenido reducido de celulosa, pero presentando aún propiedades de producto satisfactorias.

Según la invención, es esencial que en el caso de un contenido reducido de celulosa en la pasta de celulosa inferior al 90 % en peso, exista una proporción de hemicelulosas de al menos un 7 % en peso, siendo la proporción de azúcares con cinco átomos de C como, p. ej., xilano a azúcares con seis átomos de carbono como por ejemplo manano (en lo sucesivo denominada relación C5/C6) está en el intervalo de 125:1 a 1:3.

Con una pasta de celulosa de este tipo, sorprendentemente se puede conseguir de forma segura la producción a gran escala de productos de Lyocell, incluso aunque se reduzca el contenido de celulosa en la pasta de celulosa.

Las pastas de celulosa aquí utilizadas, que se utilizan preferentemente en el marco de la presente invención, muestran, como ya se ha indicado, un contenido relativamente alto en hemicelulosas con la composición aquí definida. En comparación con las pastas de celulosa estándares con un bajo contenido de hemicelulosa, utilizadas en particular en el estado de la técnica para la producción de fibras de Lyocell estándares, las pastas de celulosa utilizadas preferiblemente en el marco de la presente invención también presentan otras diferencias, que se enumeran a continuación.

En comparación con las pastas de celulosa estándares, las pastas de celulosa utilizadas preferentemente en el marco de la presente invención muestran un aspecto bastante esponjoso. Después de la molienda (durante la producción de materiales de partida para la producción de soluciones de hilatura para el proceso Lyocell), se obtiene una distribución granulométrica con una alta proporción de partículas más grandes. Como resultado, la densidad aparente es mucho menor en comparación con la pasta de celulosa estándares con un bajo contenido en hemicelulosa. Una densidad aparente tan baja requiere adaptaciones en cuanto a los parámetros de dosificación (p. ej., dosificación con al menos dos recipientes de almacenamiento) durante la producción de las soluciones de hilatura. Adicionalmente, las pastas de celulosa utilizadas preferentemente en el marco de la presente invención muestran un comportamiento de impregnación frente a NMMO que, en comparación con las pastas de celulosa estándares, muestra que en este caso la impregnación es más difícil. Esto se puede comprobar evaluando el comportamiento de impregnación mediante la evaluación de Cobb. Mientras que las pastas de celulosa estándares muestran típicamente un valor de Cobb superior a 2,8 g/g (determinado según la Norma DIN EN ISO 535 con adaptaciones relativas al uso de una solución acuosa de NMMO al 78 % a 75 °C con un tiempo de impregnación de dos minutos), las pastas de celulosa utilizadas preferentemente en el marco de la presente invención muestran valores de Cobb de aproximadamente 2,3 g/g. Esto requiere adaptaciones durante la producción de soluciones de hilatura tales como un mayor tiempo de solución (p. ej., explicado en los documentos WO 94/28214 y WO 96/33934) y/o un ajuste de la temperatura y/o un aumento del cizallamiento durante la disolución (p. ej., documentos WO 96/33221, WO 98/05702 y WO 94/8217). Esto permite la producción de soluciones de hilatura que permiten utilizar las pastas de celulosa aquí descritas en un proceso estándar de Lyocell).

En una realización preferida de la presente invención, la pasta de celulosa utilizada para la producción de productos de Lyocell, preferiblemente fibras como se describen aquí, exhibe una viscosidad SCAN en el intervalo de 300 a 440 ml/g, particularmente de 320 a 420 ml/g, más preferiblemente 320 a 400 ml/g. La viscosidad SCAN se determina de acuerdo con SCAN-CM 15:99 usando una solución de cuprietilendiamina, un método conocido por los expertos en la técnica y que puede llevarse a cabo con dispositivos disponibles comercialmente tales como el dispositivo Auto PulpIVA PSLRheotek disponible de la compañía PSL-Reotek. La viscosidad SCAN es un parámetro importante que influye particularmente en el procesamiento de las pastas de celulosa cuando se producen soluciones de hilatura. Incluso si dos pastas de celulosa muestran una gran coincidencia en composición, etc., diferentes viscosidades SCAN dan como resultado un comportamiento completamente diferente durante el procesamiento. En un proceso de hilatura en solución directo, como el proceso Lyocell, la pasta de celulosa se disuelve en NMMO como tal. No existe ningún paso de maduración, comparable

al procedimiento de la viscosa, por ejemplo, en donde el grado de polimerización de la celulosa pueda ajustarse a las necesidades del proceso. Por lo tanto, las especificaciones para la viscosidad de una pasta de celulosa bruta generalmente están dentro de una ventana objetivo pequeña para el proceso de Lyocell. De lo contrario pueden surgir problemas durante la producción. De acuerdo con la presente invención, se ha descubierto que la viscosidad de la pasta de celulosa es preferiblemente la descrita anteriormente. Las viscosidades más bajas conducen a un deterioro de las propiedades mecánicas de los productos de Lyocell. Viscosidades más elevadas pueden conducir, en particular, a una mayor viscosidad de la solución de hilatura, de modo que la hilatura se hace en general más lenta. Con velocidades de hilatura más bajas, también se obtienen relaciones de estiramiento más bajas, lo que nuevamente puede tener una influencia significativa en la estructura de la fibra y las propiedades de la fibra (Carbohydrate Polymers 2018, 181, 893-901). Esto requeriría adaptaciones de procesos que conducirían a una reducción de la capacidad. El uso de pastas de celulosa con las viscosidades aquí definidas permite un fácil procesamiento y la producción de productos de alta calidad.

La expresión "proceso Lyocell", o bien las expresiones "tecnología Lyocell" y "procedimiento Lyocell", como se usan en el presente documento, designan un proceso de disolución directa de pasta de celulosa de madera u otros materiales de partida a base de celulosa en un disolvente polar (p. ej., N-metilmorfolina-n-óxido (NMMO, NMO) o líquidos iónicos). Comercialmente, esta tecnología se utiliza para producir un grupo de fibras cortadas de celulosa, disponibles comercialmente en Lenzing AG, Lenzing, Austria, bajo la marca TENCEL® o TENCEL™, que se utilizan ampliamente en la industria textil o de materiales no tejidos. También se han producido ya otros cuerpos moldeados de celulosa obtenidos mediante la tecnología Lyocell. De acuerdo con este procedimiento, la solución de celulosa se extrude habitualmente en el llamado proceso de hilatura en seco-húmedo con ayuda de una herramienta de moldeo y la solución moldeada llega, p. ej., después de pasar a través de una cámara de aire a un baño de precipitación, en donde el cuerpo moldeado se obtiene por precipitación de la celulosa. El cuerpo moldeado se lava y, opcionalmente, se seca después de otras etapas de tratamiento. Un procedimiento para la producción de fibras de Lyocell se describe, p. ej., en los documentos US 4246221, WO 93/19230, WO 95/02082 o WO 97/38153. En la medida en que la presente invención analiza las desventajas de la técnica anterior y las propiedades únicas de los nuevos productos dados aquí a conocer y reivindicados, particularmente en el contexto del uso de equipos de laboratorio (particularmente en la técnica anterior) o en relación con plantas piloto (semicomerciales) y unidades comerciales de hilatura de fibras, debe entenderse que la presente invención se refiere a unidades que pueden definirse en términos de sus respectivas capacidades de producción de la siguiente manera:

Planta piloto semicomercial: alrededor de 1 kt/a

Unidad comercial superior a 30 kt/a

En el marco de la presente invención se ha demostrado que, especialmente durante la producción de fibras en el marco de un proceso Lyocell, se produce una orientación en la dirección de producción y un estiramiento de las fibras. A partir de una mezcla inicial más o menos desorientada de diferentes polímeros y otros componentes en masa mediante el fuerte estrechamiento de la sección transversal en la hilera se consigue una primera orientación de los polímeros en la dirección de producción. El estiramiento adicional en el espacio de aire después de la hilera y durante los siguientes pasos del proceso resulta una estructura de fibra orientada y estirada de los polímeros. Estos procesos son bien conocidos por la bibliografía especializada.

En este caso, las propiedades de las fibras están fuertemente influenciadas por el tipo y la disposición de los polímeros. También se sabe que las fibras celulósicas, producidas usando el proceso Lyocell, presentan una cristalinidad muy alta de aprox. 44 a 47 %, mientras que las fibras del proceso de viscosa presentan una cristalinidad de aproximadamente 29 a 34 %. La cristalinidad describe la orientación de los polímeros de celulosa entre sí y, por tanto, p. ej., su capacidad para absorber, expandirse y almacenar agua. Adicionalmente, las cadenas poliméricas en las zonas no cristalinas de las fibras de Lyocell están más ordenadas que en las fibras de viscosa. Con ello, las fibras de Lyocell ordinarias se expanden menos y son menos adecuadas para productos muy absorbentes que las fibras de viscosa.

El uso de pasta de celulosas según la invención con un contenido reducido de celulosa permite inesperadamente un tipo de agregación completamente diferente de los polímeros y, por tanto, una estructura diferente de las fibras de Lyocell. Su cristalinidad es significativamente menor, típicamente 40 % o menos, tal como 39 % o menos y, por ejemplo, en el intervalo de 38 % a 30 %, por ejemplo en el intervalo de 37 a 33 %.

Los valores de WRV para fibras de acuerdo con la presente invención, aisladas o en combinación con las otras realizaciones preferidas descritas en el presente documento, preferiblemente en combinación con los valores para la cristalinidad de las fibras aquí descritas, son preferiblemente del 70 % o más, especialmente del 75 % o más, tal como del 80 % o más, por ejemplo del 70 al 85 %.

Por la bibliografía se sabe que los xilanos también forman una estructura cristalina si sus cadenas laterales se han separado durante el proceso de producción y se precipitan a partir de una solución de xilano puro (Fengel, Wegener p. 113; Fengel D, Wegener G (1989): Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions; Editorial Walter de Gruyter). Lo mismo se aplica a manano (ibid.; p. 119). Sin embargo, en la presente invención son evidentes efectos opuestos. Los polímeros, incluida la celulosa, están presentes en una mezcla en la masa y luego se centrifugan y precipitan. Además, las hemicelulosas presentan todavía grupos laterales, ya que los grupos laterales del ácido glucurónico del xilano son comparativamente estables en condiciones de digestión ácida (Sixta H (Ed.) (2006): Handbook of Pulp Vol. 1; Wiley VCH p. 418). Por lo tanto, las hemicelulosas reúnen todas las condiciones para interrumpir la formación de cristales de la celulosa y formar así una

estructura más desordenada en comparación con las fibras de Lyocell estándares. Por lo tanto, el experto en la técnica esperaría que surgieran productos no utilizables, en particular fibras, con un contenido de hemicelulosa más alto y un contenido de celulosa reducido. Sin embargo, inesperadamente se ha demostrado que las propiedades del producto pueden controlarse específicamente mediante el contenido de hemicelulosas en combinación con la relación C5/C6. Esta mezcla de diferentes polímeros de azúcar sigue alcanzando valores de cristalinidad que están por encima de los valores de cristalinidad de las fibras de viscosa, pero aumenta la accesibilidad general de la fibra al agua, de modo que la capacidad de retención de agua (WRV, por sus siglas en alemán) puede aumentar significativamente. Esta absorbencia mejorada es una ventaja decisiva para diversos campos de aplicación, p. ej., para uso en el sector de los materiales no tejidos. Esta relación entre la disminución de la cristalinidad y el aumento de la capacidad de retención de agua para las fibras de Lyocell se representa en la Figura 1 y se puede ajustar como se describió anteriormente reduciendo específicamente el contenido de celulosa en la fibra.

Como se muestra en los Ejemplos, las cualidades de las nuevas fibras de Lyocell con contenido reducido de celulosa son similares a las de fibras de TENCEL® convencionales. Está claro que la resistencia de las fibras es ligeramente inferior a la de las fibras de TENCEL®, medidas en los ejemplos como resistencia y capacidad de trabajo. Al mismo tiempo se redujo claramente el contenido de celulosa, que en los ejemplos se indica como valor de glucano. Al incorporar otros componentes de la madera, la cristalinidad cae hasta un 21 % y la absorbencia aumenta significativamente hasta un 27 %, medida en los ejemplos como índice de cristalinidad y capacidad de retención de agua. Curiosamente, las cristalinidades de las nuevas fibras de Lyocell según la invención se encuentran entre las de las fibras de TENCEL® convencionales y las fibras de materiales no tejidos Viscose® de Lenzing, al mismo tiempo la WRV está en la gama de Viscose® de Lenzing. Por tanto, la WRV aumenta más de lo que podría explicarse por la disminución de la cristalinidad de las fibras. Esta es una clara señal de las propiedades inesperadas que se pueden lograr con la presente invención. Los demás componentes tales como, en particular, las hemicelulosas, pero también la lignina y otros componentes accesorios de la madera, no solo procuran un aumento significativo del rendimiento, es decir, una mayor sostenibilidad, sino también una mejora significativa de las propiedades del producto tales como la capacidad de retención de agua.

## Realizaciones

Como se define en la reivindicación 1, la pasta de celulosa según la invención se caracteriza por un contenido reducido de celulosa, un contenido mínimo de hemicelulosas y una determinada relación C5/C6 con respecto a la composición de la hemicelulosa.

En una realización preferida, la pasta de celulosa, que también puede ser una mezcla de diferentes pastas de celulosa (siempre que se cumplan las condiciones esenciales), es una pasta de celulosa que tiene un contenido de hemicelulosa de 7 a 50 % en peso, preferentemente de 7 a 25 % en peso, más preferentemente de 10 a 20 % en peso.

La pasta de celulosa a utilizar según la invención es, además, preferentemente una pasta de celulosa que presenta una porción de xilano de al menos un 9 % en peso, preferentemente una porción de al menos un 10 % en peso. La porción de manano se puede seleccionar dentro de un amplio intervalo, en combinación o independientemente de ello, siempre que se cumpla la relación definida según la invención. Niveles de manano adecuados están en el intervalo de 0,1 a 10 % en peso, tal como de 0,1 a 9 % en peso y en realizaciones de 0,1 a 6 % en peso, de 0,1 a 4 % en peso, de 5 a 10 % en peso, de 6 a 10 % en peso, etc. En realizaciones, el contenido de manano está en el intervalo de 0,1 a 1 % en peso, preferiblemente en combinación con un contenido de xilano de al menos 9 % en peso, preferiblemente al menos 10 % en peso. En otras realizaciones, el contenido de manano es mayor, preferiblemente en el intervalo de 6 % en peso o más.

En una realización preferida, aislada o en combinación con las realizaciones descritas anteriormente y en lo que sigue, el contenido de celulosa en la pasta de celulosa está en un intervalo igual o menor que 85 % en peso a 50 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 85 % en peso a 60 % en peso, tal como de 85 % en peso a 70 % en peso.

La relación ponderal de celulosa a hemicelulosa puede estar en el intervalo de 1:1 a 20:1. La proporción de componentes accesorios puede ascender a más del 0,05 % en peso, preferiblemente a más del 0,2 % en peso, más preferiblemente a más del 0,5 % en peso. Se ha demostrado, inesperadamente, que con proporciones de componentes accesorios de este tipo en la pasta de celulosa según la invención se puede favorecer el efecto de que la relación C5/C6 también sea estable en los productos de Lyocell fabricados, en particular fibras, y el contenido de hemicelulosa no cambia significativamente (es decir, el contenido en el producto de Lyocell no disminuye o solo disminuye en pequeña medida en comparación con la celulosa).

En otra forma de realización preferida, la relación C5/C6 según la invención alcanza una capacidad de retención tan alta que al mismo tiempo se puede obtener una proporción de compuestos metálicos, por norma general presentes como sus óxidos e hidróxidos, de hasta un 25 % en peso, referido a la peso del producto de Lyocell (p. ej.,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  o  $\text{Al}(\text{OH})_3$  para fines retardantes de llama), lo que reduce aún más sustancialmente el contenido de celulosa. Compuestos metálicos de este tipo son, en particular,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , BN, ZnO y en parte provienen de los componentes minerales de la madera o bien se pueden añadir a la solución de celulosa como aditivos funcionales (retardantes de llama, agentes matificantes, biocidas...).

En otra realización preferida, las fibras de Lyocell se pueden producir con un contenido de celulosa reducido a menos del 70 %, lo que no solo cumple con los requisitos prácticos en comparación con las fibras de Lyocell conocidas (resistencias mecánicas, etc.), sino también debido a las nuevas propiedades resultantes de la invención para algunas aplicaciones son incluso más adecuadas. Los estudios correspondientes han demostrado que las fibras de la composición propuesta presentan, en particular, una mayor capacidad de retención de agua y una rápida biodegradabilidad durante el compostaje.

Según la invención, se ha demostrado que la relación de azúcares C5/C6 de los polímeros no celulósicos es un factor importante para ajustar la composición de las fibras y sus propiedades resultantes. Ajustando específicamente esta relación, también en combinación con el contenido de hemicelulosas, se pueden ajustar específicamente las propiedades deseadas del producto.

En este contexto, el experto en la materia sabe controlar o bien ajustar la relación C5/C6. Esto se puede lograr mediante una mezcla de diferentes pastas de celulosa tales como, p. ej., pastas de celulosa de madera de coníferas con una mayor proporción de manano con pastas de celulosa de árboles de hoja caduca con una mayor proporción de xilano. Los experimentos han confirmado otra opción muy eficaz para el ajuste correspondiente. Ajustando específicamente los parámetros de cocción tales como, p. ej., el factor H, se puede controlar la relación de azúcares C5 a C6. Esto se representa en las Figuras 2 y 3. El factor H se considera un parámetro esencial para controlar la cocción al sulfito (Sixta (Vol. 1 2006) p. 432). Combina la temperatura de cocción y el tiempo de cocción como una sola magnitud.

La Figura 2 muestra la influencia del factor H en la cocción al sulfito sobre la relación de hemicelulosa en el caso de árboles de hoja caduca usando el haya como ejemplo. En el caso de árboles de hoja caduca, el contenido de xilano es por naturaleza mayor. A medida que aumenta el factor H, el xilano se descompone más que el manano. La relación C5/C6 disminuye.

Cuando se utiliza madera de coníferas, la relación de hemicelulosa es al revés. La proporción de manano en la madera y en la pasta de celulosa es mayor. Aquí, contrariamente a lo esperado, el manano se descompone más rápidamente que el xilano, como se puede ver en la Figura 3.

Otra posibilidad de ajustar la composición de pasta de celulosa según la invención es agregar por mezcladura azúcares C5 y/o C6 que se obtuvieron previamente en otros procesos o bien etapas de proceso tales como, p. ej., en una extracción alcalina, ya sea una extracción alcalina en frío o una etapa E o similar. Para la producción de viscosa se conoce la adición de hemicelulosas en forma disuelta a la masa de hilatura y la posterior hilatura conjunta (documento WO2014086883). Con ello se pueden producir fibras de viscosa con un contenido reducido de celulosa. Esto solo es posible porque el proceso de viscosa tiene lugar en un medio acuoso y las hemicelulosas son correspondientemente solubles en álcalis, de modo que el xantogenato de celulosa y las hemicelulosas disueltas se pueden mezclar y centrifugar juntas. Por el contrario, en el proceso de Lyocell la pasta de celulosa se disuelve en NMMO o disolventes similares, por lo que aquí no se pueden añadir soluciones alcalinas o acuosas. Diluirían el disolvente y reducirían la solubilidad o incluso provocarían precipitaciones no deseadas. Por lo tanto, las hemicelulosas no pueden añadirse en forma de soluciones durante la producción de solución para hilatura, sino que deben introducirse en el procedimiento de otro modo. Una posibilidad es agregarlo en el proceso de producción de pasta de celulosa para que luego se pueda secar la mezcla con la pasta de celulosa.

Sorprendentemente, se descubrió que la atención precisa a la composición de hemicelulosa es un punto crucial para la producción técnica de cuerpos moldeados de Lyocell, especialmente fibras. Un uso comercialmente viable de hemicelulosa en la estructura de las fibras solo es posible si la proporción de la fracción C5 está correlacionada con la proporción de la fracción C6. La relación de xilano a manano se prefiere entre 18:1 y 1:3, preferiblemente entre 9:1 y 1:2. Al mismo tiempo, una relación de mezcla de este tipo permite la incorporación de 0,5 a 5 % en peso de lignina (y/u otros componentes accesorios) en la estructura de la fibra sin afectar negativamente a las propiedades deseadas.

Las fibras proporcionadas según la invención presentan títulos de fibra habituales tales como 7 dtex o menos, por ejemplo 2,2 dtex o menos, tales como 1,3 dtex o menos, eventualmente incluso inferiores tales como 0,9 dtex o menos, dependiendo de la aplicación deseada. Los títulos de 1,5 a 1,8 dtex son particularmente típicos para aplicaciones en el sector de los materiales no tejidos, mientras que títulos más bajos tales como de 1,2 a 1,5 dtex, son adecuados para aplicaciones textiles. Sin embargo, la presente invención también incluye fibras con títulos incluso más bajos, al igual que fibras con títulos significativamente más altos tales como 10 dtex o menos, tales como 9 dtex o menos, o también 7 dtex o menos. Límites inferiores adecuados para los títulos de fibra son valores de 0,5 dtex o más, tales como 0,8 dtex o más y en realizaciones 1,3 dtex o más. Los límites superior e inferior aquí dados a conocer se pueden combinar y también se incluyen los intervalos resultantes tales como, por ejemplo, de 0,5 a 9 dtex. Sorprendentemente, la presente invención permite la producción de fibras con títulos que permiten su uso en todo el espectro de aplicaciones de fibras, incluyendo aplicaciones textiles así como aplicaciones de materiales no tejidos.

En lo que respecta a los parámetros a los que se hace referencia en esta solicitud, estos se determinan como se describe aquí. En este caso, es esencial que estos parámetros se obtengan con las fibras como tales, comprendiendo como máximo un 1% en peso de aditivos, tales como agentes matificantes, etc. No obstante, las fibras aquí descritas pueden, por supuesto, contener aditivos convencionales en las cantidades habituales, a menos que esto perjudique la producción de soluciones de hilatura y/o el procedimiento de fabricación de las fibras.

Los siguientes Ejemplos ilustran aspectos de la presente invención.

### Métodos

Determinación del índice de cristalinidad [%]

- 5 La determinación del índice de cristalinidad tiene lugar mediante espectroscopia Raman. Este método está calibrado con datos del método de rayos X de gran angular (WAX, por sus siglas en inglés) y fue descrito por Röder *et al.* (2009) (Röder T, Moosbauer J, Kliba G, Schlader S, Zuckerstätter G y Sixta H (2009): Comparative Characterisation of Man-Made Regenerated Cellulose Fibers. Informes de Lenzinger, Vol. 87, p. 98 y siguientes) .

Determinación de la capacidad de retención de agua [%]

- 10 Se deja que la muestra se expanda a  $20 \pm 0,1$  °C durante la noche. Después de una dilución adicional, la muestra se centrifuga en una centrífuga a 3000 veces la aceleración gravitacional según el Boletín Zellcheming IV/33/57. Luego se calcula la capacidad de retención de agua de la siguiente manera:

$$WRV = \frac{(\text{Peso de muestra húmeda} - \text{peso de muestra seca})}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

### Ejemplos

#### Ejemplo para el ajuste de la relación xilano-manano

- 15 La Tabla 1 muestra los resultados del ajuste de la relación C5/C6 para dos tipos de madera, usando el ejemplo de la variación del factor H en la pasta de celulosa con bisulfito de magnesio.

| Número de ensayo       | Factor H | Xil/Man | Xilano/% | Manano/% |
|------------------------|----------|---------|----------|----------|
| <i>Fagus sylvatica</i> |          |         |          |          |
| Madera                 | 0        | 17,7:1  | 19,5     | 1,1      |
| Mg433                  | 18       | 13,1:1  | 14,5     | 1,1      |
| Mg434                  | 37       | 8,5:1   | 9,4      | 1,1      |
| Mg435                  | 60       | 7,6:1   | 6,9      | 0,9      |
| Mg436                  | 90       | 6,4:1   | 5,1      | 0,8      |
| Mg437                  | 130      | 6,6:1   | 4,0      | 0,6      |
| Mg438                  | 160      | 6,4:1   | 3,2      | 0,5      |
| Mg439                  | 180      | 5,8:1   | 2,9      | 0,5      |
| Mg420                  | 210      | 5,8:1   | 2,3      | 0,4      |
| Mg408                  | 249      | 4,3:1   | 1,3      | 0,3      |
| <i>Picea abies</i>     |          |         |          |          |
| Madera                 | 0        | 1:2,4   | 5,6      | 13,6     |
| Mg673                  | 78       | 1:1,6   | 4,1      | 6,7      |
| Mg674                  | 116      | 1:1,5   | 3,4      | 5,2      |
| Mg675                  | 166      | 1:1,4   | 2,9      | 4,0      |
| Mg678                  | 180      | 1:1,4   | 2,5      | 3,4      |
| Mg676                  | 193      | 1:1,4   | 2,0      | 2,8      |
| Mg677                  | 201      | 1:1,6   | 1,7      | 2,7      |

**Tabla 1:** Ajuste de la relación xilano-manano en la cocción al bisulfito de magnesio de *Fagus sylvatica* (haya) y *Picea abies* (abeto) con ayuda del factor H.

**Ejemplo de una pasta de celulosa kraft de eucalipto**

En el centro técnico se produjo una nueva pasta química kraft según la invención a partir de madera de eucalipto mediante el proceso VisCBC. El factor H fue 1200, el álcali eficaz en la lejía de cocción fue 25 g/l. El blanqueo se llevó a cabo según una secuencia TCF. La información relevante del proceso y las características del producto se muestran en la Tabla 2.

| Análisis                 | Unidad | Madera de eucalipto | Pasta de celulosa bruta | Pasta de celulosa blanqueada | Ensayo piloto de fibra de Lyocell reducida en celulosa |
|--------------------------|--------|---------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Número de ensayo         |        | Clon "D"            | Ka_CBC689698            | BI438                        | E33_2017_0572                                          |
| Lignina Klason           | %      | 24,9                | -                       | -                            | -                                                      |
| Lignina soluble en ácido | %      | 3,4                 | -                       | -                            | -                                                      |
| Índice kappa             | -      | -                   | 9,6                     | 0,3                          | -                                                      |
| Blancura                 | %ISO   | -                   | 40,8                    | 92,2                         | -                                                      |
| Viscosidad intrínseca    | ml/g   | -                   | 1025                    | 385                          | -                                                      |
| R <sub>10</sub>          | %      | -                   | 92,7                    | 88,3                         | -                                                      |
| R <sub>18</sub>          | %      | -                   | 94,9                    | 94,0                         | -                                                      |
| Extracto de acetona      | %      | 0,76                | 0,19                    | 0,04                         | 0,46                                                   |
| Ceniza                   | %      | 0,20                | 0,33                    | 0,20                         | -                                                      |
| Fe                       | ppm    | 6,4                 | 6,3                     | 6,9                          | -                                                      |
| Mn                       | ppm    | -                   | 0,8                     | <0,38                        | -                                                      |
| Cu                       | ppm    | -                   | 1,0                     | <1,3                         | -                                                      |
| Ni                       | ppm    | -                   | 0,7                     | <1,2                         | -                                                      |
| Mg                       | ppm    | -                   | 12,0                    | 130,0                        | -                                                      |
| Si                       | ppm    | -                   | 24,7                    | 31,3                         | -                                                      |
| Ca                       | ppm    | -                   | 78,0                    | 12,0                         | -                                                      |
| SiO <sub>2</sub>         | ppm    | -                   | 52,8                    | 67,0                         | -                                                      |
| CaO                      | ppm    | -                   | 109,1                   | 16,8                         | -                                                      |
| Glucano                  | %      | 44,3                | 79,8                    | 82,3                         | 85,4                                                   |
| Xilano                   | %      | 13,1                | 15,1                    | 14,0                         | 12,1                                                   |
| Manano                   | %      | 0,8                 | <0,2                    | <0,2                         | 0,1                                                    |
| Xilan/Manano             | -      | 16,4                | -                       | -                            | 121                                                    |
| Arabinano                | %      | 0,3                 | <0,1                    | <0,1                         | <0,1                                                   |
| Ramnano                  | %      | 0,2                 | <0,1                    | <0,1                         | <0,1                                                   |
| Galactano                | %      | -                   | <0,1                    | <0,1                         | <0,1                                                   |
| Crl                      | %      | -                   | -                       | -                            | 39                                                     |
| WRV                      | %      | -                   | -                       | -                            | 78                                                     |

**Tabla 2:** Propiedades desde la madera pasando por la pasta de celulosa hasta la fibra de Lyocell reducida en celulosa terminada.

En el caso de esta nueva pasta de celulosa química con contenido reducido de celulosa, la relación de xilano a manano aumentó enormemente, es decir, a 121 en la fibra terminada, mientras que al mismo tiempo el contenido de celulosa se mantuvo muy bajo, alrededor del 85 %. Esta nueva pasta de celulosa cumple en todos los aspectos los requisitos del proceso Lyocell para producir la nueva fibra de Lyocell con contenido reducido de celulosa.

**Ejemplo de las propiedades de la fibra al utilizar las nuevas pastas de celulosa reducidas en celulosa**

En la Tabla 3 se recopila el contenido de los monómeros de azúcar de las pastas de celulosa de partida para la producción de fibras de Lyocell.

| Azúcar      | Pasta de celulosa para fibra de Lyocell estándar | Pasta de celulosa para fibra de Lyocell reducida en celulosa | Pasta de celulosa para fibra de Lyocell reducida en celulosa "ensayo en planta piloto" |
|-------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Glucano (%) | 95,5                                             | 82,2                                                         | 82,3                                                                                   |
| Xilan (%)   | 2,3                                              | 8,3                                                          | 14,0                                                                                   |
| Manano (%)  | 0,2                                              | 5,7                                                          | < 0,2                                                                                  |

- 5 **Tabla 3:** Contenidos de azúcar de las pastas de celulosa reducidas en celulosa en comparación con una pasta de celulosa de Lyocell estándar

La Tabla 4 muestra las características mecánicas de fibras estándares (Lyocell y viscosa) en comparación con las características logradas con fibras de Lyocell producidas con pastas de celulosa según la invención. Los resultados demuestran claramente las ventajas de la presente invención.

- 10 Tanto en ensayos en plantas piloto como en fibras de Lyocell a gran escala producidas de acuerdo con la presente invención, se ha demostrado que se pueden alcanzar valores aceptables de resistencia y capacidad de trabajo para títulos comercialmente relevantes, a pesar de un contenido de celulosa significativamente reducido. Al mismo tiempo, la WRV aumenta drásticamente, de modo que este tipo de fibras resultan interesantes para nuevos campos de aplicación que hasta ahora estaban ocupados por las fibras de viscosa. Sin embargo, en comparación con las fibras de viscosa disponibles comercialmente, con las fibras de Lyocell según la invención se pueden conseguir características mecánicas significativamente más altas.
- 15

Por lo tanto, las nuevas fibras de Lyocell según la invención combinan las propiedades ventajosas de las fibras de Lyocell o bien viscosa disponibles hasta ahora comercialmente.

| Muestra                                                          | Título [dtex] | Resistencia [cN/tex] | Capacidad de trabajo [cN/tex*%] | Cristalinidad [%] | Glucano [%] | WRV [%] |
|------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|-------------|---------|
| TENCEL® NW (estándar)                                            | 1,8           | 32,1                 | 408                             | 47                | 94,3        | 65,3    |
| TENCEL® Textil (estándar)                                        | 1,3           | 36,1                 | 455                             | 44                | 95,8        | 69,6    |
| Lyocell reducido en celulosa                                     | 1,8           | 28,1                 | 323                             | 40                | 85,6        | 82,5    |
| Fibra de Lyocell reducida en celulosa                            | 1,7           | 28,9                 | 370                             | 39                | -           | 81,6    |
| Fibra de Lyocell reducida en celulosa                            | 1,3           | 30,9                 | 374                             | 37                | 86,6        | 82,8    |
| Viscosa Lenzing® NW (estándar)                                   | 1,7           | 22,0                 | 429                             | 33                | -           | 78-85   |
| Ensayo en planta piloto de fibra de Lyocell reducida en celulosa | 1,7           | 27,6                 | 315                             | 39                | 85,4        | 78,0    |

- 20 **Tabla 4:** Propiedades de las fibras de Lyocell convencionales y reducidas en celulosa en comparación con una fibra de viscosa estándar.

## REIVINDICACIONES

1. Pasta de celulosa adecuada para la producción de cuerpos moldeados de Lyocell, con una proporción de celulosa del 85 al 50 % en peso y una proporción de hemicelulosas de al menos el 7 % en peso, caracterizada porque la relación de la fracción de C5/xilano a la fracción de C6/manano (relación C5/C6) presente en la hemicelulosa está en el intervalo de 125:1 a 1:3.
2. Pasta de celulosa según la reivindicación 1, en donde la relación C5/C6 está en el intervalo de 25:1 a 1:2.
3. Pasta de celulosa según la reivindicación 1 y/o 2, en donde la proporción de hemicelulosas es del 10 % en peso o más.
4. Pasta de celulosa según al menos una de las reivindicaciones anteriores, cuyas hemicelulosas están presentes en estado nativo, han sido modificadas químicamente mediante procesos de procesamiento o han sido modificadas o funcionalizadas químicamente en una etapa de proceso separada.
5. Pasta de celulosa según al menos una de las reivindicaciones anteriores, con un contenido en lignina superior al 1 % en peso.
6. Pasta de celulosa según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el contenido en celulosa se reduce aún más mediante la presencia de lignina, componentes accesorios de la madera y/o la adición de compuestos metálicos.
7. Pasta de celulosa según al menos una de las reivindicaciones anteriores, con una proporción de xilano del 9 % en peso o más y/o un contenido en manano del 6 % en peso o más.
8. Pasta de celulosa según la reivindicación 7, con un contenido en xilano del 9 % en peso o más y un contenido en manano del 1 % en peso o menos.
9. Cuerpo moldeado de Lyocell, producido utilizando la pasta de celulosa según una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Cuerpo moldeado de Lyocell según la reivindicación 9, en donde el cuerpo moldeado se selecciona entre fibras, filamentos, fibras cortadas, telas no tejidas, películas y polvos en forma esférica.
11. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las reivindicaciones 9 y/o 10, en donde el cuerpo moldeado es una fibra, un filamento o una fibra cortada, con un contenido de celulosa inferior al 90 % en peso, un contenido de hemicelulosa superior al 5 % en peso y una relación C5/C6 de 125:1 a 1:3, preferentemente de 25:1 a 1:2.
12. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el contenido de hemicelulosa es superior al 10% en peso.
13. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las reivindicaciones 9 a 12, en donde el cuerpo moldeado es una fibra, un filamento o una fibra cortada con una WRV superior al 70 %, preferiblemente superior al 75 %, en particular superior al 80 %.
14. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el cuerpo moldeado presenta una cristalinidad del 40 % o menos.
15. Cuerpo moldeado de Lyocell según al menos una de las reivindicaciones 9 a 14, con un contenido en lignina de más del 0 % en peso hasta el 5 % en peso.
16. Procedimiento para producir un cuerpo moldeado de Lyocell, que comprende la disolución de una pasta de celulosa con una proporción de celulosa de 85 a 50 % en peso y una proporción de hemicelulosas de al menos 7 % en peso, caracterizado por que la relación de la fracción de C5/xilano a la fracción de C6/manano (relación C5/C6) está en el intervalo de 125:1 a 1:3, en un disolvente adecuado, y conformación de la solución en un cuerpo moldeado de Lyocell.
17. Procedimiento según la reivindicación 16, en el que el cuerpo moldeado de Lyocell se obtiene mediante un proceso de hilatura de Lyocell.
18. Procedimiento para producir una pasta de celulosa según una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el procedimiento al menos uno de los siguientes pasos:
  - a) mezclar una pasta de celulosa pura con xilano y/o manano;
  - b) tratar una pasta de celulosa con un contenido de hemicelulosa que incluye manano mediante procedimientos químicos y/o físicos para modificar el contenido de hemicelulosa y/o la composición de la hemicelulosa contenida;
  - c) producir una pasta de celulosa usando maderas de coníferas y/o de árboles de hoja caduca;
  - d) mezclar una pasta de celulosa exenta de manano con una pasta de celulosa rica en hemicelulosa y opcionalmente un tratamiento químico y/o físico posterior de la mezcla para ajustar el contenido de hemicelulosa y/o la composición de la porción de hemicelulosa;

e) mezclar dos pastas de celulosa con diferente contenido de hemicelulosa y/o composición de hemicelulosa y, opcionalmente, tratamiento químico y/o físico posterior de la mezcla para ajustar el contenido de hemicelulosa y/o la composición de la porción de hemicelulosa.

5 19. Procedimiento según la reivindicación 18, en el que las diferentes pastas de celulosa se seleccionan entre pasta de celulosa a base de madera de coníferas y/o de árboles de hoja caduca.

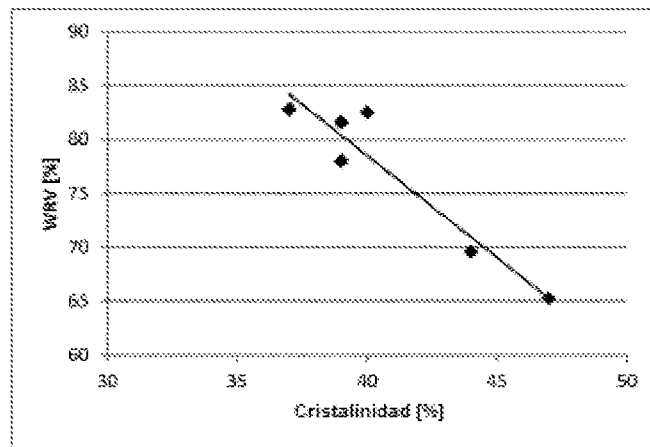


Fig. 1: Desarrollo de la capacidad de retención de agua sobre la cristalinidad de TENCEL® y nuevas fibras de Lyocell

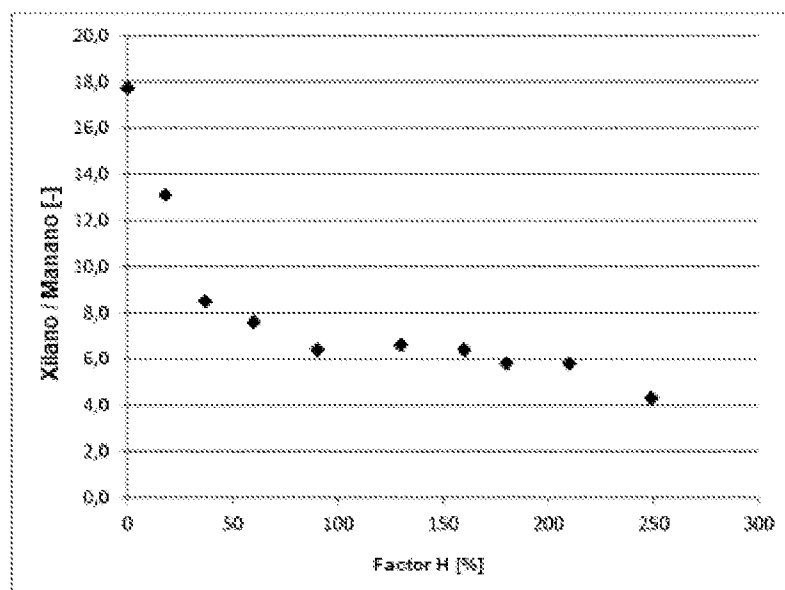


Fig. 2: Relación de xilano a manano en la pasta de celulosa al sulfito en función del factor H al emplear madera de haya (*Fagus sylvatica*) (según Sixta 2006 p. 439; Sixta H (Ed.) (2006): Handbook of Pulp Vol. 1; Wiley VCH)

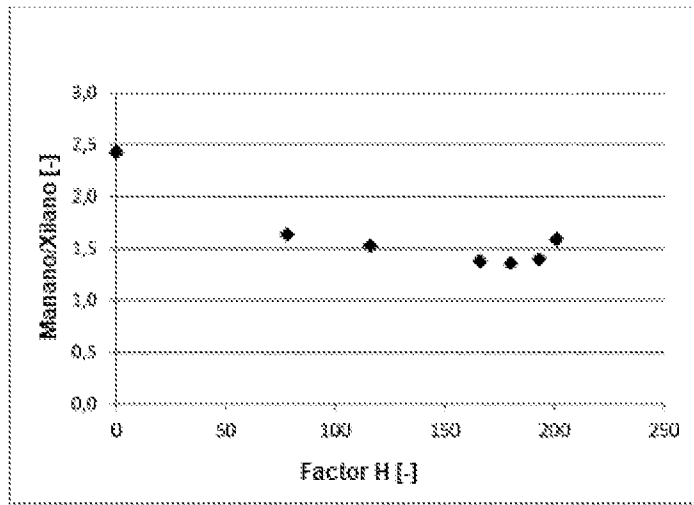


Fig. 3: Relación de manano a xilano en la pasta de celulosa al sulfito en función del factor H al emplear madera de abeto (*Picea abies*)