

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 322**

51 Int. Cl.:

**D21H 27/10** (2006.01)  
**B65D 65/38** (2006.01)  
**D21H 27/30** (2006.01)  
**D21H 17/28** (2006.01)  
**D21H 15/10** (2006.01)  
**D21H 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.09.2014 PCT/US2014/054461**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15035274**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2014 E 14771710 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3041991**

54 Título: **Cartones que tienen rigidez a la flexión mejorada y procedimiento para fabricar los mismos**

30 Prioridad:

**06.09.2013 US 201314020288**

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

**20.09.2018**

73 Titular/es:

**GRAPHIC PACKAGING INTERNATIONAL, LLC  
(100.0%)  
Law department - 9th floor, 1500 Riveredge  
Parkway, Suite 100  
Atlanta, Georgia 30328, US**

72 Inventor/es:

**REED, DAVID, V. y  
DYER, DAVID, A.**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 682 322 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**

Cartones que tienen rigidez a la flexión mejorada y procedimiento para fabricar los mismos

**5 SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere ampliamente a cartones que contienen fibras de madera dura que tienen rigidez a la flexión mejorada. La presente invención también se refiere ampliamente a un procedimiento para preparar tales cartones que contienen fibras de madera dura con rigidez a la flexión mejorada combinando con una corriente de fibras de papel que contienen madera dura no tratadas una corriente de fibras de cartón que contienen madera dura tratadas, en el que como mínimo algunas/como mínimo una parte de las fibras de cartón que contienen madera dura se recubren con un aglutinante de almidón para cartón debido a la acción coalescente de un agente coalescente de aglutinante para cartón.

**15 ANTECEDENTES**

Un atributo importante del cartón usado como material de envasado es su rigidez. Puede ser deseable alta rigidez a la flexión en muchas aplicaciones de envasado con cartón. Por ejemplo, la rigidez a la flexión es importante en cartones de recipientes para cajas plegables porque la utilidad de la caja depende de su resistencia al abombamiento cuando se llena. Cuanto mayor es la rigidez a la flexión del cartón, más rígida será la caja compuesta por ese cartón y, por tanto, mayor será la resistencia de esa caja contra fuerzas de aplastamiento o carga.

La capacidad del cartón para resistir la flexión durante la fabricación de envases, tales como cajas, también puede ser importante. El cartón a menudo se flexiona en máquinas de conversión y envasado. El cartón puede flexionarse sobre los rodillos de tales máquinas y, por tanto, puede formarse con determinadas curvaturas. Si, por ejemplo, el diámetro de rodillo de la máquina de envasado es pequeño, el cartón puede curvarse mucho, confiriendo así altos esfuerzos de tracción sobre el lado convexo del cartón, y altos esfuerzos de compresión sobre el lado cóncavo. Si estos esfuerzos se vuelven demasiado altos, el cartón puede resultar dañado por fracturas y arrugas sobre las superficies del mismo, así como reducirse la rigidez a la flexión del cartón.

Además, la resistencia a grietas en pliegues puede ser importante para cartones (no tratados o tratados con, por ejemplo, recubrimientos con pigmento, tratamientos fluoroquímicos para resistencia a la grasa, recubrimientos de barrera contra la humedad, recubrimientos de termosellado, recubrimientos por extrusión, etc.) que se pliegan para formar el embalaje influyendo en la funcionalidad y el aspecto del embalaje compuesto por el cartón. El agrietamiento en el pliegue del embalaje puede conducir a la reducción en la resistencia mecánica, así como a la aparición de una grieta visible en la superficie plegada del embalaje. De hecho, la rigidez a la flexión y el agrietamiento en pliegues están relacionados, con una mayor rigidez a la flexión provocando un mayor riesgo de agrietamiento en pliegues.

**40 CARACTERÍSTICAS**

Según un primer aspecto amplio de la presente invención, se da a conocer un artículo que comprende un pliego de cartón que comprende:

45 fibras de cartón que comprenden como mínimo aproximadamente el 50 % en peso de fibras de madera dura;  
un aglutinante para cartón, y

un agente coalescente de aglutinante para cartón en una cantidad suficiente para hacer que el aglutinante de almidón para cartón recubra como mínimo una parte de las fibras de cartón;

teniendo el cartón:

55 un espesor desde aproximadamente 8 hasta aproximadamente 28 puntos; y

un peso base en el intervalo desde aproximadamente 105 hasta aproximadamente 300 lb/3000 ft<sup>2</sup>;

una rigidez a la flexión MD igual o mayor que una primera curva definida por la ecuación:

60  $y^1=0,5297x^{2,2095}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^1$  es la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber;  
y

una rigidez a la flexión CD igual o mayor que una segunda curva definida por la ecuación:

65  $y^2=0,2188x^{2,2681}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^2$  es la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber.

Según un segundo aspecto amplio de la presente invención, se da a conocer un procedimiento para preparar un cartón, que comprende las etapas siguientes:

(a) proporcionar una primera corriente de fibras de cartón tratadas que comprende:

fibras de cartón no tratadas que comprenden como mínimo aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera dura no tratadas;

un aglutinante de almidón para cartón en una proporción en peso de aglutinante de almidón para cartón con respecto a fibras de cartón no tratadas desde aproximadamente 0,1:1 hasta aproximadamente 2:1; y

un agente coalescente de aglutinante para cartón en una cantidad suficiente para hacer que el aglutinante de almidón para cartón recubra como mínimo algunas de las fibras de cartón no tratadas para proporcionar fibras de cartón tratadas;

(b) combinar la primera corriente de fibras de cartón tratadas de la etapa (a) con una segunda corriente de fibras de cartón no tratadas que comprende como mínimo aproximadamente el 50 % en peso de fibras de madera dura no tratadas en una proporción en peso de fibras de cartón tratadas con respecto a fibras de cartón tratadas y no tratadas combinadas en el intervalo desde aproximadamente 15 hasta aproximadamente 50 lb/t para proporcionar una banda de cartón tratada; y

(c) conformar la banda de cartón tratada de la etapa (b) en cartón que tiene:

un espesor desde aproximadamente 8 hasta aproximadamente 28 puntos;

un peso base en el intervalo desde aproximadamente 105 hasta aproximadamente 300 lb/3000 ft<sup>2</sup>;

una rigidez a la flexión MD igual o mayor que una primera curva definida por la ecuación:

$y^1 = 0,5297x^{2,2095}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^1$  es la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber; y

una rigidez a la flexión CD igual o mayor que una segunda curva definida por la ecuación:

$y^2 = 0,2188x^{2,2681}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^2$  es la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describirá conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 representa representaciones gráficas de curvas de rigidez a la flexión en términos de unidades de rigidez Taber tanto en la dirección de la máquina (MD) como en la dirección transversal a la máquina (CD) frente al espesor de diversos cartones que comparan las realizaciones de los cartones según la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión MD y CD mejorados (mínimos) con valores de rigidez a la flexión MD y CD para cartones de control;

la figura 2 representa representaciones gráficas de curvas de rigidez a la flexión en términos de unidades de rigidez Taber en la dirección de la máquina (MD) frente al espesor que comparan las realizaciones de los cartones según la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión MD mejorados (máximos), con los valores de rigidez a la flexión MD para cartones de control;

la figura 3 representa representaciones gráficas de curvas de rigidez a la flexión en términos de unidades de rigidez Taber en la dirección transversal a la máquina (CD) frente al espesor que comparan las realizaciones de los cartones según la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión CD mejorados (máximos) con los valores de rigidez a la flexión CD para cartones de control; y

la figura 4 es un diagrama de flujo para ilustrar una realización de un procedimiento para preparar cartones con rigidez a la flexión mejorada según la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Resulta ventajoso definir varios términos antes de describir la invención. Debe apreciarse que las siguientes definiciones se usan en toda esta solicitud.

**Definiciones**

Cuando la definición de los términos se aparta del significado usado comúnmente del término, el solicitante pretende utilizar las definiciones facilitadas a continuación, a menos que se indique específicamente.

5 Para los fines de la presente invención, el término “banda de cartón” se refiere a una banda de papel fibroso que puede formarse, crearse, producirse, etc., a partir de una mezcla, composición de fabricación, etc., que comprende fibras de cartón, agentes de refuerzo de la rigidez del cartón, etc., más cualquier otro aditivo de fabricación de papel opcional tal como, por ejemplo, agentes de apresto de papel internos y/o externos, materias de carga, agentes de resistencia en húmedo, agentes de blanqueo óptico, etc. La banda de cartón puede tener la forma de un rollo continuo, hojas individuales, etc.

15 Para los fines de la presente invención, el término “fibras de cartón” se refiere a cualquier material fibroso que pueda usarse en la preparación de una banda de papel fibroso. Las fibras de composición del cartón pueden incluir fibras de pasta (madera) (por ejemplo, fibras de madera blanda y/o fibras de madera dura), fibras kraft (por ejemplo, fibras de pasta producidas por el proceso de formación de pasta kraft), así como fibras de madera producidas mediante sosa, sulfito, magnetita, sosa en frío, NSSC, etc., procesos de fabricación de pasta, fibras sintéticas, fibras de papel recuperado, fibras de papel reciclado, fibras de cualquiera de cáñamo, yute, ramio, lino, borras de algodón, abacá, residuos de madera, paja, bagazo, bambú, sisal, etc., así como cualquier combinación de tales fibras.

20 Para los fines de la presente invención, el término “pliego de cartón” se refiere a un solo pliego (capa) de una banda de cartón que tiene un espesor desde aproximadamente 8 hasta aproximadamente 28 puntos, tal como desde aproximadamente 12 hasta aproximadamente 18 puntos. El pliego de cartón puede tener la forma de un rollo continuo, una hoja individual, una pieza inicial de material de envasado tal como para fabricar una caja, etc.

25 Para los fines de la presente invención, el término “fibras de madera blanda” se refiere a pastas fibrosas derivadas de la sustancia leñosa de coníferas (gimnospermas) tales como variedades de abeto, picea, pino, etc., por ejemplo, pino taeda, pino elliotti, picea de Colorado, abeto de bálsamo, abeto Douglas, pino de Banks, pino insignie, picea blanca, pino contorta, secuoya, etc. Pueden usarse maderas blandas del norte y maderas blandas del sur de Norteamérica para proporcionar fibras de madera blanda, así como maderas blandas de otras regiones del mundo. La inclusión de fibras de madera blanda tiende a conferir mayor rigidez a la flexión en cartones, pero también tiende a conferir superficies más rugosas y menos lisas en tal cartón.

35 Para los fines de la presente invención, el término “fibras de madera dura” se refiere a pastas fibrosas derivadas de la sustancia leñosa de árboles de hoja caduca (angiospermas) tales como abedul, roble, haya, arce, eucalipto, álamo, etc. La inclusión de fibras de madera dura en cartones tiende a conferir superficies más lisas en tales cartones.

40 Para los fines de la presente invención, el término “fibras sintéticas” se refiere a fibras distintas de fibras de pasta de madera (por ejemplo, otras distintas de fibras de pasta) y que están compuestas por, por ejemplo, acetato de celulosa, compuesto acrílico, poliamidas (tales como, por ejemplo, nailon 6, nailon 6/6, nailon 12, ácido poliaspártico, ácido poliglutámico, etc.), poliaminas, poliimidas, poliamidas, compuestos poliacrílicos (tales como, por ejemplo, poliacrilamida, poliacrilonitrilo, ésteres de ácido metacrílico y ácido acrílico, etc.), policarbonatos (tales como, por ejemplo, policarbonato de bisfenol A, policarbonato de propileno, etc.), polidienos (tales como, por ejemplo, polibutadieno, poliisopreno, polinorboneno, etc.), poliepóxidos, poliésteres (tales como, por ejemplo, tereftalato de polietileno, tereftalato de polibutileno, tereftalato de politrimetileno, policaprolactona, poliglicolida, polilactida, polihidroxibutirato, polihidroxivalerato, adipato de polietileno, adipato de polibutileno, succinato de polipropileno, etc.), poliéteres (tales como, por ejemplo, polietilenglicol (óxido de polietileno), polibutilenglicol, óxido de polipropileno, polioximetileno (paraformaldehído), politetrametilén éter (politetrahydrofurano), poliepiclorhidrina y así sucesivamente), polifluorocarbonos, polímeros de formaldehído (tales como, por ejemplo, urea-formaldehído, melamina-formaldehído, fenol-formaldehído, etc.), poliolefinas (tales como, por ejemplo, polietileno, polipropileno, polibutileno, polibuteno, poliocteno, etc.), polifenileno (tales como, por ejemplo, óxido de polifenileno, sulfuro de polifenileno, polifenilén éter sulfona, etc.), polímeros que contienen silicio (tales como, por ejemplo, polidimetilsiloxano, policarbometilsilano, etc.), poliuretanos, polivinilos (tales como, por ejemplo, polivinilbutiral, alcohol polivinílico, ésteres y éteres de alcohol polivinílico, acetato de polivinilo, poliestireno, polimetil estireno, cloruro de polivinilo, polivinilpirrolidona, polimetil vinil éter, polietil vinil éter, polivinil metil cetona, etc.), poliacetales, poliarilatos, y copolímeros (tales como, por ejemplo, polietileno-co-acetato de vinilo, polietileno-co-ácido acrílico, tereftalato de polibutileno-co-tereftalato de polietileno, polilauril-lactama-bloque-politetrahydrofurano, cloruro de vinilo, celulosa regenerada tal como rayón viscosa, fibras de vidrio, fibras de cerámica, fibras bicomponentes, fibras de melamina (por ejemplo, fibras obtenidas a partir de resina de melamina-formaldehído), etc.

65 Para los fines de la presente invención, el término “fibras bicomponentes” se refiere a fibras que comprenden una configuración de núcleo y corteza. Las partes de núcleo y corteza de las fibras bicomponentes pueden estar compuestas por diversos polímeros. Por ejemplo, las fibras bicomponentes pueden comprender una corteza de PE (polietileno) o PE modificado que puede tener un núcleo de PET (tereftalato de polietileno) o PP (polipropileno). En una realización, la fibra bicomponente puede tener un núcleo compuesto por poliéster y una corteza compuesta por

5 polietileno. Alternativamente, puede emplearse una fibra multicomponente con una corteza de PP (polipropileno) o PE o PP modificado o una combinación de PP y PE modificado como la corteza o una corteza de copoliéster en la que el copoliéster es PET (tereftalato de polietileno) modificado con ácido isoftálico con un núcleo de PET o PP, o fibras con una corteza de PP-núcleo de PET y corteza de PE-núcleo de PP y corteza de co-PET. Pueden usarse  
 5 diversas configuraciones geométricas para la fibra bicomponente, incluyendo concéntricas, excéntricas, islas en el mar, una junto a otra, etc. Los porcentajes en peso relativos y/o proporciones de las partes de núcleo y corteza de la fibra bicomponente también pueden variarse.

10 Para los fines de la presente invención, el término “agentes coalescentes de aglutinante para cartón” se refiere a agentes que pueden añadirse a, combinarse con, etc., fibras de cartón y aglutinantes de almidón para cartón para hacer que el aglutinante de almidón para cartón experimente coalescencia sobre y recubra las fibras de cartón, y así aumentar la rigidez a la flexión de los cartones resultantes. Los agentes coalescentes de aglutinante para cartón  
 15 adecuados pueden incluir combinaciones, mezclas, etc., de polímeros catiónicos distintos de almidón tales como poliacrilamidas catiónicas, poliésteres catiónicos, compuestos acrílicos de estireno catiónicos, látex de estireno-butadieno catiónicos, alcoholes polivinílicos catiónicos, acetatos de polivinilo catiónicos, etc., y almidones catiónicos (por ejemplo, aglutinantes de almidón catiónico para cartones), que se han cocido, hecho reaccionar, etc., tal como, por ejemplo, Ceregel de Cerealus Holdings LLC.

20 Para los fines de la presente invención, el término “aglutinante para cartón” se refiere a agentes aglutinantes para papel para bandas de papel. Los aglutinantes para cartón pueden incluir polímeros que se producen de manera natural o sintética (o una combinación de diferentes polímeros), por ejemplo, aglutinantes de almidón, así como aglutinantes distintos de almidón tales como alcohol polivinílico (PVOH), adhesivos proteicos tales como, por ejemplo, caseína o proteínas de soja, etc.; látex poliméricos tales como látex de caucho de estireno-butadieno, látex de polímero acrílico, látex de acetato de polivinilo, látex de copolímero acrílico de estireno, etc., o cualquier  
 25 combinación de los mismos. Los aglutinantes para cartón útiles pueden comprender exclusivamente (100 %) aglutinantes de almidón, o pueden comprender cantidades mínimas (por ejemplo, hasta aproximadamente el 10 %, tal como hasta aproximadamente el 1 %) de otros aglutinantes distintos de almidón además de los aglutinantes de almidón.

30 Para los fines de la presente invención, el término “aglutinantes de almidón para cartón” se refiere a agentes aglutinantes para papel que comprenden exclusivamente (100 %) almidón, un derivado del almidón, etc., o cualquier combinación de los mismos. Los aglutinantes de almidón para cartón adecuados pueden derivarse de un almidón natural, por ejemplo, almidón natural obtenido de una fuente vegetal conocida, por ejemplo, trigo, maíz, patata, tapioca (por ejemplo, almidón perlado), etc. Los aglutinantes de almidón para cartón pueden modificarse (es decir, un almidón modificado) mediante uno o varios tratamientos químicos conocidos en la técnica de aglutinantes de almidón para papel, por ejemplo, mediante oxidación para convertir algunos grupos OH en grupos -COOH, etc., en almidones oxidados formados. En algunos casos, el aglutinante de almidón para cartón puede tener una pequeña proporción de grupos acetilo. Alternativamente, los aglutinantes de almidón para cartón pueden tratarse químicamente para hacerlos catiónicos (es decir, aglutinantes de almidón catiónicos para cartón) o anfóteros (es decir, aglutinantes de almidón anfóteros para cartón), es decir, tanto con cargas catiónicas como aniónicas. Los aglutinantes de almidón para cartón también pueden ser un almidón convertido en un éter de almidón, o un almidón hidroxialquilado sustituyendo algunos grupos -OH con, por ejemplo, grupos -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, grupos -OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, grupos -OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, etc., por ejemplo, almidón etilado. Una clase adicional de aglutinantes de almidón para cartón tratados químicamente que pueden usarse se conocen como los fosfatos de almidón. Alternativamente, puede hidrolizarse almidón sin procesar por medio de un ácido diluido, una enzima, etc., para producir aglutinantes de almidón para cartón en forma de una goma del tipo dextrina.

50 Para los fines de la presente invención, el término “materia de carga de cartón” se refiere a productos minerales (por ejemplo, carbonato de calcio, arcilla caolínica, etc.), así como productos no minerales (por ejemplo, pigmentos plásticos), que pueden usarse en la fabricación de cartón para reducir costes de material por masa unitaria del cartón, aumentar la opacidad, aumentar la lisura, etc. Los productos minerales pueden dividirse finamente, por ejemplo, siendo el intervalo de tamaño desde aproximadamente 0,5 hasta aproximadamente 5 micrómetros. Cuando se incluye, la materia de carga de cartón puede comprender desde aproximadamente el 0,1 hasta aproximadamente el 10 % en peso del cartón, tal como desde aproximadamente el 1 hasta aproximadamente el 5 % en peso del  
 55 cartón.

60 Para los fines de la presente invención, el término “pigmento para cartón” se refiere a un material (por ejemplo, una materia particulada finalmente dividida) que puede usarse o puede desear usarse para afectar a las propiedades ópticas de un cartón. Los pigmentos para cartón pueden incluir pigmentos de carbonato de calcio, pigmentos de plástico absorbentes, pigmentos de arcilla, pigmentos de caolín, pigmentos de arcilla calcinada, pigmentos de talco, pigmentos de dióxido de titanio, pigmentos de sulfato de bario, pigmentos de sílice, pigmentos de zeolita, etc. Los pigmentos para cartón también pueden ser pigmentos minerales laminares, pigmentos minerales no laminares, etc.

65 Para los fines de la presente invención, el término “carbonato de calcio” se refiere a diversos carbonatos de calcio que pueden usarse como pigmentos para cartón, tales como carbonato de calcio precipitado (PCC), carbonato de calcio molido (GCC), PCC y/o GCC modificado, etc.

Para los fines de la presente invención, el término “carbonato de calcio precipitado (PCC)” se refiere a un carbonato de calcio que puede fabricarse mediante una reacción de precipitación y que puede usarse como pigmento para cartón. El PCC puede comprender casi en su totalidad la forma cristalina de calcita de  $\text{CaCO}_3$ . El cristal de calcita puede tener varias conformaciones macroscópicas diferentes dependiendo de las condiciones de producción. Los carbonatos de calcio precipitados pueden prepararse mediante carbonatación, con gas dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), de una suspensión acuosa de hidróxido de calcio (“lechada de cal”). El material de partida para obtener PCC puede comprender pieza caliza, pero también puede calcinarse (es decir, calentarse para expulsar  $\text{CO}_2$ ), produciendo así cal quemada,  $\text{CaO}$ . Puede añadirse agua para “apagar” la cal, con la “lechada de cal” resultante, una suspensión de  $\text{Ca(OH)}_2$ , que entonces se expone a burbujas de gas  $\text{CO}_2$ . Temperaturas frías durante la adición del  $\text{CO}_2$  tienden a producir partículas de PCC romboédricas (de tipo bloque). Temperaturas más calientes durante la adición del  $\text{CO}_2$  tienden a producir partículas de PCC escalenoédricas (en forma de roseta). En cualquier caso, el final de la reacción se produce a un pH óptimo en el que la lechada de cal se ha convertido eficazmente en  $\text{CaCO}_3$ , y antes de que la concentración de  $\text{CO}_2$  llegue a ser suficientemente alta como para acidificar la suspensión y hacer que algo de ella vuelva a disolverse. En los casos en que el PCC no se agita continuamente o se almacena durante muchos días, puede ser necesario añadir más de una traza de tales dispersantes aniónicos como polifosfatos. El PCC húmedo puede tener una carga coloidal catiónica débil. En cambio, el PCC seco puede ser similar a la mayoría de los productos de  $\text{CaCO}_3$  molido en que tiene carga negativa, dependiendo de si se han usado dispersantes. El carbonato de calcio puede precipitarse a partir de una disolución acuosa en tres formas cristalinas diferentes: la forma de vaterita que es termodinámicamente inestable, la forma de calcita que es la más estable y la más abundante en la naturaleza, y la forma de aragonita que es metaestable en condiciones ambientales normales de temperatura y presión, pero que puede convertirse en calcita a temperaturas elevadas. La forma de aragonita tiene una conformación ortorrómbica que cristaliza como largas agujas finas que pueden estar agregadas o no agregadas. La forma de calcita puede existir en varias conformaciones diferentes de las que las encontradas más comúnmente son la conformación romboédrica que tiene cristales que pueden estar agregados o no agregados y la conformación escalenoédrica que tiene cristales que, en general, están no agregados.

Para los fines de la presente invención, el término “cartón calandrado” se refiere a un cartón que se ha sometido a calandrado para, por ejemplo, alisar el material para permitir la impresión sobre el material, para aumentar el brillo de la superficie del material, etc. Por ejemplo, el calandrado puede implicar un proceso de usar presión (y opcionalmente temperatura y humedad) para gofrar una superficie lisa sobre la superficie del material todavía rugosa. El calandrado puede llevarse a cabo en una calandria que puede comprender una serie de rodillos de calandria en el extremo de, por ejemplo, una máquina de fabricación de papel (en línea), o separados de la máquina de fabricación de papel (fuera de línea). El calandrado puede incluir supercalandrado, calandrado suave en caliente, calandrado en gradiente de humedad, calandrado con línea de contacto ampliada, calandrado de cinta, etc. Ver G. A. Smook, Handbook for Pulp and Paper Technologists [Manual para tecnólogos de pulpa y papel] (2ª edición, 1992), páginas 273-78, cuyo contenido y divulgación completos se incorporan al presente documento como referencia, para una descripción general de calandrado, así como de dispositivos para llevar a cabo calandrado, que pueden ser útiles en el presente documento.

Para los fines de la presente invención, el término “peso base” se refiere al gramaje de una hoja, rollo, etc., del material que comprende el cartón, con o sin capas o recubrimientos, como se determina mediante la prueba TAPPI T410. Ver G. A. Smook, Handbook for Pulp and Paper Technologists [Manual para tecnólogos de pulpa y papel] (2ª Edición, 1992), página 342, tabla 22-11, cuyo contenido y divulgación completos se incorporan al presente documento como referencia, que describe la prueba física para medir el peso base. El peso base del cartón es esencialmente una medida de la densidad de ese cartón por área unitaria, en el presente documento reflejado en unidades de  $\text{lb}/3000 \text{ ft}^2$ . Pesos base adecuados para su uso en el presente documento están en el intervalo desde aproximadamente 105 hasta aproximadamente 300  $\text{lb}/3000 \text{ ft}^2$ , tal como desde aproximadamente 140 hasta aproximadamente 200  $\text{lb}/3000 \text{ ft}^2$ .

Para los fines de la presente invención, el término “espesor” se refiere al grosor de una hoja, banda, etc., de un material, por ejemplo, un material que comprende la banda de papel, con o sin capas o recubrimientos, antes o después del calandrado, en mils, tal como se determina midiendo la distancia entre placas lisas planas a una presión definida.

Para los fines de la presente invención, el término “mil(s)” se usa en el sentido convencional de hacer referencia a milésimas de pulgada y también se denomina de manera intercambiable en el presente documento “puntos”.

Para los fines de la presente invención, el término “MD” se refiere a la dirección de la máquina del cartón, es decir, se usa en el sentido de fabricación de papel convencional de la dirección en la que se movió el cartón durante su formación.

Para los fines de la presente invención, el término “CD” se refiere a la dirección transversal a la máquina, es decir, se usa en el sentido de fabricación de papel convencional de la dirección transversal a la dirección de la máquina (MD).

5 Para los fines de la presente invención, el término “rigidez a la flexión” (también denominado de manera intercambiable en el presente documento “resistencia a la flexión”) se refiere a la rigidez flexural del cartón, especialmente la rigidez flexural específica. La rigidez a la flexión depende tanto del módulo de elasticidad como del grosor del cartón. La rigidez a la flexión se mide en el presente documento en términos de unidades de rigidez Taber en la dirección de la máquina (MD) o en la dirección transversal a la máquina (CD).

10 Para los fines de la presente invención, el término “rigidez flexural” se refiere a una medida de la rigidez de una tira de papel, tal como una tira de cartón, en lo que se refiere a su anchura (amplitud), módulo de tracción o módulo elástico (es decir, módulo de Young) y espesor (grosor).

15 Para los fines de la presente invención, el término “rigidez flexural específica” se refiere a la rigidez flexural del cartón en lo que se refiere a su anchura (amplitud).

20 Para los fines de la presente invención, “unidades de rigidez Taber” se definen como el momento de flexión de 1/5 de un gramo aplicado a una muestra de 1,5” de ancho de cartón a una longitud de prueba de 5 centímetros, que se flexiona formando un ángulo de 15°. Una unidad de rigidez Taber es el equivalente de un centímetro-gramo. El procedimiento usado en el presente documento para medir la rigidez Taber es TAPPI T566 (resistencia (rigidez) a la flexión del papel).

25 Para los fines de la presente invención, el término “unión de Huygen” se refiere al grado de unión interna del cartón/fibras de cartón y se mide en unidades de ft.lb/in<sup>2</sup>. Los valores de unión de Huygen de un cartón pueden medirse en la dirección de la máquina (MD), así como en la dirección transversal a la máquina (CD) usando TAPPI T569 om-99 (fuerza de unión interna (tipo Scott)).

30 Para los fines de la presente invención, el término “volumen específico” se refiere al volumen o grosor del cartón en relación con su peso. El volumen específico es el recíproco de la densidad (peso por volumen unitario), y puede calcularse a partir del espesor y el peso base del cartón. La disminución del volumen específico (o en otras palabras, el aumento de la densidad) de, por ejemplo, una hoja de cartón, hace que esa hoja sea más lisa, más brillante, menos opaca, más oscura, de menor resistencia mecánica, etc.

35 Para los fines de la presente invención, el término “base de sólidos” se refiere al porcentaje en peso de cada uno de los materiales sólidos respectivos (por ejemplo, fibras de cartón, agentes de refuerzo de la rigidez del cartón, pigmentos para cartón, etc.) presentes en la composición, etc., en ausencia de cualquier líquido (por ejemplo, agua, otros disolventes, etc.). A menos que se especifique de otro modo, todos los porcentajes facilitados en el presente documento para los materiales sólidos son en una base de sólidos.

40 Para los fines de la presente invención, el término “lb/t” se refiere a la cantidad (lb) de agente de refuerzo de la rigidez del cartón en relación con la cantidad (t) de fibras de cartón.

45 Para los fines de la presente invención, el término “contenido en sólidos” se refiere al porcentaje de componentes no volátiles, no líquidos (en peso) que están presentes en la composición, etc.

50 Para el fin de la presente invención, el término “aplicar” con referencia a los recubrimientos, y las composiciones usadas para proporcionar tales recubrimientos, puede incluir añadir, depositar, pulverizar, embadurnar, extender, frotar, aplicar mediante toques, sumergir, imprimir, etc.

55 Para los fines de la presente invención, el término “lisura de impresión de Parker” se refiere al grado en que la superficie del papel se desvía de una superficie plana o sustancialmente plana, afectado por la profundidad del papel, la anchura del papel, números de desviación de la superficie plana, etc., tal como se mide mediante el método de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm<sup>2</sup>. Los valores de lisura de impresión de Parker reflejan el grado de “microrrugosidad” del cartón o de la superficie de recubrimiento. Cuanto mayor es el valor de lisura de impresión de Parker, más rugoso es el cartón o la superficie de recubrimiento del mismo. A la inversa, cuanto menor es el valor de lisura de impresión de Parker, más liso es el cartón o la superficie de recubrimiento del mismo. Para las realizaciones de los cartones de la presente invención, los valores de lisura de impresión de Parker pueden ser de aproximadamente 3 o menos, tal como aproximadamente 2 o menos, tal como en el intervalo de desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 1,5.

60 Para los fines de la presente invención, el término “sulfato blanqueado sólido (SBS)” se refiere a una calidad estadounidense de cartón blanqueado recubierto en uno o ambos lados con un pigmento para cartón. La calidad europea correspondiente de SBS es SBB/GZ (en el que G = recubierto y Z = pasta química virgen blanqueada), y la calidad asiática correspondiente es cartón de marfil.

65 Para los fines de la presente invención, el término “kraft sin blanquear recubierto (CUK)” se refiere a una calidad estadounidense de cartón sin blanquear kraft recubierto en uno o ambos lados con un pigmento para cartón. La calidad europea correspondiente de CUK es SUB/GN recubierto (en el que G = recubierto y N = pasta química virgen sin blanquear).

Para los fines de la presente invención, el término “reciclado de múltiples pliegos (MPP)” se refiere a una calidad estadounidense de cartón de múltiples pliegos recubierto con pigmento con capas interiores recicladas (pliegos) y capa(s) exterior(es) blanqueada(s) (pliegos). La calidad europea correspondiente de MPP es GD/GT recubierto (en el que G = recubierto, D = reciclado con reverso gris, y T = reciclado con reverso blanco o crema), y la calidad asiática correspondiente es dúplex recubierto - reverso gris, reverso blanco y cartoncillo blanco (WLC).

Para los fines de la presente invención, el término “cartón reciclado recubierto (CRB)” se refiere a una calidad estadounidense de cartón reciclado recubierto en un lado.

Para los fines de la presente invención, el término “cartón reciclado no recubierto (URB)” se refiere a una calidad estadounidense de cartón reciclado no recubierto. Las calidades europeas correspondientes de URB son cartón prensado, papel para mandriles, papel de revestimiento para paneles de yeso, etc., y las calidades asiáticas correspondientes son cartón gris, papel para mandriles, papel de revestimiento para paneles de yeso, etc.

Para los fines de la presente invención, el término “cartón para cajas plegables (European Style FFB)” se refiere a una calidad estadounidense de cartón de múltiples pliegos recubierto con pigmento con una capa (pliego) interior de pasta mecánica. La calidad europea correspondiente de cartón para cajas plegables es FBB/FCI (en el que C = pasta mecánica virgen), y la calidad asiática correspondiente es cartón de marfil.

Para los fines de la presente invención, el término “líquido” se refiere a una composición, compuesto, material, etc., fluido no gaseoso, que puede hacerse fluir fácilmente a la temperatura de uso (por ejemplo, temperatura ambiente) con poca o ninguna tendencia a dispersarse y con una compresibilidad relativamente alta.

Para los fines de la presente invención, el término “temperatura ambiente” se refiere al significado aceptado comúnmente de temperatura ambiente, es decir, una temperatura ambiental de 20° a 25 °C.

Para los fines de la presente invención, el término “parte húmeda” se refiere a aquella parte del proceso de fabricación de papel que implica una suspensión acuosa de fibras de papel, materias de carga, otros aditivos (por ejemplo, agentes de resistencia en húmedo), etc. La parte húmeda de la fabricación de papel a menudo se ocupa de las interacciones entre los materiales de composición de fabricación del papel y los procesos químicos/químico-físicos que se producen en la parte húmeda de la máquina de fabricación de papel. Ver G. A. Smook, Handbook for Pulp and Paper Technologists [Manual para tecnólogos de pulpa y papel] (2ª Edición, 1992), páginas 219-21, cuyo contenido y divulgación completos se incorporan al presente documento como referencia, para una descripción general de la química de la parte húmeda que se produce durante la fabricación de papel, tal como fabricación de cartón.

#### *Descripción*

Una de las funciones principales del embalaje es proteger el producto dentro de ese embalaje. Una función de este tipo es la capacidad del envase (por ejemplo, una caja compuesta por cartón plegado) para resistir las fuerzas encontradas durante la distribución, exposición, etc., de ese envase. El envase permanecerá de manera deseable cerrado (sin abrir) y también protegerá el producto dentro del envase. Durante el envío, algunos de los modos principales de maltrato de los productos envasados son vibraciones durante el transporte, por ejemplo, como puede producirse durante el transporte en camiones o vagones y/o la caída del producto envasado. También durante el envío del producto envasado, la mayoría del maltrato de un producto envasado puede producirse en la dirección vertical como casos en que el producto envasado rebota cuando, por ejemplo, el camión o vagón se encuentra (golpea) con obstrucciones en la trayectoria de los vehículos. Suponiendo que el/los producto(s) envasado(s) permanece(n) en una configuración “hacia arriba”, la mayoría de las caídas del producto envasado, pero no todas, pueden producirse en la dirección vertical.

Estos impactos verticales pueden dar como resultado que se apliquen fuerzas compresivas al envase. Por ejemplo, muchos productos envasados son de configuración rectangular estando el eje mayor del producto envasado en la dirección vertical. Por consiguiente, el producto envasado (y cualquier maltrato de este tipo del mismo) puede modelarse en una columna rectangular. Ignorando el daño que puede producirse por perforaciones o cortes, el modo principal de daño puede deberse al pandeo de las paredes laterales del envase que contiene el producto. De este modo, puede suponerse que la resistencia física del envase sigue la ecuación de pandeo de Euler (1):

$$P = (n \times \pi^2 \times E \times I) / L^2 \quad (1)$$

en la que P = la carga permisible (en lb), n = un factor que representa las condiciones de extremo, E = el módulo de elasticidad (en lb/in<sup>2</sup> o kPa), L = la longitud de columna (en pulgadas o metros), y I = el momento de inercia (en in<sup>4</sup> o mm<sup>4</sup>).

En relación con el factor que representa las condiciones de extremo (n), para una columna pivotada en ambos extremos, n = 1. Para una columna que tiene un extremo fijo y el otro extremo redondo, n = 2. Para una columna que



tiene ambos extremos fijos,  $n = 4$ . Para una columna que tiene un extremo fijo y un extremo libre,  $n = 0,25$ .

5 A partir de la ecuación de pandeo de Euler (1) anterior, puede observarse que aumentando el módulo de elasticidad (E) también aumenta la carga permisible (P) que puede resistir la columna antes del pandeo. Aunque muchos envases pueden ser más cortos de lo que se consideraría una columna delgada y larga, no obstante, la aplicación de una fuerza vertical al envase tiende a producir modos de fallo similares a tales columnas largas, en las que pueden pandearse uno o varios paneles del envase.

10 Además de la ecuación de pandeo de Euler (1) anterior, una de las mejores medidas de la rigidez a la flexión de un material tal como cartón es un parámetro denominado, en general, "rigidez flexural." La rigidez flexural proporciona una medida de la rigidez de una tira de papel, tal como una tira de cartón que puede plegarse para formar un envase. De hecho, la rigidez puede ser a menudo la propiedad más importante en cartones de caja plegable porque la utilidad de la caja como envase puede depender de su resistencia al abombamiento, al pandeo, etc., cuando se

15 La rigidez flexural (FR) puede definirse por la ecuación (2):

$$FR = (1/12) \times b \times E \times t^3 \quad (2)$$

20 en la que b es la anchura (amplitud) de la tira de papel, E es el módulo de Young de la tira de papel también conocido como módulo de tracción o módulo elástico que es una medida de la rigidez de un material elástico y se define por la proporción del esfuerzo a lo largo de un eje con respecto a la deformación a lo largo de ese eje en el intervalo de ese esfuerzo), y t es el espesor de ese papel.

25 Una cantidad estrechamente relacionada con la rigidez flexural (FR) es la rigidez flexural específica (SPR), que puede definirse por la ecuación (3):

$$SPR = FR/b = 1/12 \quad (3)$$

30 Lo que hace la rigidez flexural específica (SPR) es definir la rigidez flexural (FR) en términos de la anchura de la tira de papel (por ejemplo, cartón). De hecho, el espesor t (grosor) del papel, tal como cartón, tiene un efecto muy fuerte sobre su rigidez a la flexión, tal como se muestra anteriormente mediante las ecuaciones (2) y (3). Por ejemplo, duplicar el espesor del papel o cartón significa un aumento de ocho veces en la rigidez a la flexión. Puesto que los cartones tienden a tener un espesor t (grosor) superior (mayor) que el papel, el cartón más grueso tiende a ser mucho más rígido que el papel. Por consiguiente, la rigidez a la flexión en cartones se ha logrado previamente, por

35 ejemplo, aumentando el espesor del cartón. Desgraciadamente, aumentar el espesor del cartón también produce, en general, un aumento en el peso base del cartón, ya que el peso base y el espesor (grosor) están linealmente relacionados (especialmente para una máquina de fabricación de papel y una calidad de cartón dadas). Un cartón de peso base superior crea un envase más pesado, lo que produce un aumento en el peso del envío del producto envasado, y por tanto un aumento en los costes de envío del producto envasado.

40 También puede conferirse rigidez a la flexión mejorada al cartón simplemente aumentando la densidad (densificando) del cartón. Tal densificación también disminuye el espesor (grosor) del cartón. Pero la densificación del cartón para aumentar la rigidez a la flexión puede producir otras desventajas tales como dificultad de marcaje de la hoja, daño a la superficie de la hoja debido al aplastamiento, reducción en la resistencia a la tracción, etc.

45 También puede conferirse rigidez a la flexión mejorada a cartones de un solo pliego aumentando el contenido de fibras de madera blanda. Desgraciadamente, la posible desventaja del aumento del contenido de fibras de madera blanda de cartones es el aumento de la rugosidad y la disminución de la lisura de la superficie del cartón lo que hace que la impresión sobre la superficie de tales cartones sea más difícil y menos óptima. Para compensar tal rugosidad de la superficie, los cartones de múltiples pliegos tienen un pliego de cartón interior que comprende principalmente fibras de madera blanda para conferir rigidez a la flexión (o fibras de madera molida para aumentar el volumen específico), y pliegos exteriores que comprenden principalmente fibras de madera dura para una lisura de superficie mejorada. El aumento del volumen específico (por ejemplo, mediante la inclusión de fibras de madera molida) da

50 como resultado un mayor grosor, lo que aumenta la rigidez a la flexión. Sin embargo, los cartones de múltiples pliegos pueden adolecer de deslaminación entre los pliegues respectivos cuando el cartón de múltiples pliegos se marca, flexiona, etc.

55 En cambio, realizaciones del cartón de la presente invención logran rigidez a la flexión mejorada en cartón de un solo pliego, aún manteniendo esencialmente el peso base del cartón, así como aumentando el contenido de fibras de cartón de madera dura para obtener beneficios de lisura aumentados. Por ejemplo, realizaciones de la presente invención permiten que se fabriquen cartones que comprenden un contenido de fibras de cartón de madera dura aumentado que tienen un espesor reducido (por ejemplo, reducciones en el espesor de hasta aproximadamente 2 puntos), manteniendo aún una rigidez a la flexión como mínimo equivalente a los cartones que tienen los espesores superiores, así como proporcionando la lisura de superficie de los pliegos de cartón que comprenden contenidos superiores de fibras de madera dura. Estos beneficios de rigidez a la flexión/lisura de superficie en las realizaciones

de cartón de un solo pliegue de la presente invención pueden lograrse mejorando la unión de una fibra a otra en todo el cartón mediante la utilización de agentes de refuerzo de la rigidez del cartón, junto con otros aglutinantes para cartón (por ejemplo, almidón) en una parte de la corriente de fibras de cartón de madera dura para proporcionar como mínimo algunas fibras de cartón de madera dura tratadas.

5 Realizaciones del artículo que comprende cartón con rigidez a la flexión mejorada comprenden un pliegue de cartón que incluye: fibras de cartón que comprenden como mínimo aproximadamente el 50 % en peso de fibras de madera dura (y hasta el 100 % en peso de fibras de madera dura, por ejemplo, desde aproximadamente el 60 hasta aproximadamente el 95 % en peso de fibras de madera dura, tal como desde aproximadamente el 65 hasta aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera dura, siendo el resto, si lo hay, fibras de madera blanda); un aglutinante de almidón para cartón (por ejemplo, almidón catiónico u oxidado); y agente de refuerzo de la rigidez del cartón en una cantidad suficiente (por ejemplo, como mínimo aproximadamente el 0,1 % en peso del aglutinante de almidón para cartón, tal como desde aproximadamente el 0,3 hasta aproximadamente el 1 % en peso del aglutinante de almidón para cartón) para hacer que el aglutinante de almidón para cartón experimente coalescencia sobre y recubra (parcial o completamente) como mínimo algunas/como mínimo una parte de las fibras de cartón. El cartón tiene: (a) un espesor desde aproximadamente 8 hasta aproximadamente 28 puntos (tal como desde aproximadamente 12 hasta aproximadamente 18 puntos); (b) un peso base en el intervalo desde aproximadamente 105 hasta aproximadamente 300 lb/3000 ft<sup>2</sup> (tal como desde aproximadamente 140 hasta aproximadamente 200 lb/3000 ft<sup>2</sup>); (c) una rigidez a la flexión MD igual o mayor que una primera curva definida por la ecuación (4),  $y^1=0,5297x^{2,2095}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^1$  es la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber; y (D) una rigidez a la flexión CD igual o mayor que una segunda curva definida por la ecuación (5),  $y^2=0,2188x^{2,2681}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^2$  es la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber. (Ver curvas MD-1 y CD-1 en la figura 1, tal como se comenta a continuación). En algunas realizaciones, el cartón tiene: (c) una rigidez a la flexión MD máxima no mayor que una tercera curva definida por la ecuación (6),  $y^1=0,7949x^{2,2095}$ , en la que x es de nuevo el espesor del cartón e  $y^1$  es de nuevo la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber; y (d) una rigidez a la flexión CD máxima no mayor que una cuarta curva definida por la ecuación (7),  $y^2=0,3282x^{2,2095}$ , en la que x es de nuevo el espesor del cartón e  $y^2$  es de nuevo la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber. (Ver curvas MD-2 y CD-2 en las figuras 2 y 3, tal como se comenta a continuación). Algunas realizaciones de los cartones de la presente invención también pueden tener un valor de lisura de impresión de Parker de aproximadamente 3 o menos, tal como aproximadamente 2 o menos, por ejemplo, en el intervalo desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 1,5.

En algunas realizaciones de la presente invención, puede formarse un producto de cartón de múltiples pliegos que comprende un pliegue del cartón con rigidez a la flexión mejorada como primer pliegue interior, teniendo el primer pliegue interior un primer lado y segundo lado. El producto de cartón de múltiples pliegos también comprende un pliegue o pliegos exteriores adicionales de un cartón/unos cartones diferente(s) situados en, dispuestos en, adheridos a, etc., uno o ambos de los lados primero y segundo, es decir, puede formarse como un producto de cartón de múltiples pliegos. En otras realizaciones de la presente invención, puede formarse un producto de cartón de un solo pliegue que consiste esencialmente en un solo pliegue del cartón con rigidez a la flexión mejorada.

Realizaciones de los cartones con rigidez a la flexión mejorada de la presente invención pueden prepararse proporcionando una primera corriente de fibras de cartón tratadas que comprende: fibras de cartón no tratadas que comprenden como mínimo aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera dura no tratadas (y hasta el 100 % en peso de fibras de papel de madera dura no tratadas, por ejemplo desde aproximadamente el 85 hasta el 100 % en peso de fibras de madera dura, tal como desde aproximadamente el 90 hasta el 100 % en peso de fibras de madera dura, siendo el resto, si lo hay, fibras de madera blanda); un aglutinante de almidón para cartón en una proporción en peso de aglutinante de almidón para cartón con respecto a fibras de cartón no tratadas desde aproximadamente 0,1:1 hasta aproximadamente 2:1 (tal como desde aproximadamente 0,5:1 hasta aproximadamente 1,5:1); y un agente coalescente de aglutinante para cartón en una cantidad suficiente para hacer que el aglutinante de almidón para cartón se someta a coalescencia y recubra (parcial o completamente) como mínimo algunas de las fibras de cartón para proporcionar fibras de cartón tratadas. La combinación de fibras de cartón no tratadas, aglutinante de almidón para cartón y agente coalescente de aglutinante para cartón puede calentarse, cocerse, hacerse reaccionar, etc., a temperaturas en el intervalo desde aproximadamente 150° hasta aproximadamente 212 °F, tal como desde aproximadamente 170° hasta aproximadamente 190 °F, durante hasta aproximadamente 5 minutos (tal como durante hasta aproximadamente 2 minutos) para formar la primera corriente de fibras de cartón tratadas. Esta primera corriente de fibras de cartón tratadas se combina con una segunda corriente de fibras de cartón no tratadas que comprende como mínimo aproximadamente el 50 % en peso de fibras de madera dura no tratadas (y hasta el 100 % en peso de fibras de madera dura no tratadas, por ejemplo, desde aproximadamente el 60 hasta aproximadamente el 95 % en peso de fibras de madera dura no tratadas, tal como desde aproximadamente el 65 hasta aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera dura no tratadas) en una proporción en peso de fibras de cartón tratadas con respecto a fibras de cartón tratadas y no tratadas combinadas en el intervalo desde aproximadamente 15 hasta aproximadamente 50 lb/t (tal como en el intervalo desde aproximadamente 20 hasta aproximadamente 40 lb/t) para proporcionar una banda de cartón tratada. Esta banda de cartón tratada se forma entonces para dar lugar al cartón con rigidez a la flexión mejorada que tiene los valores de espesor y valores de peso base descritos anteriormente, así como los valores de rigidez a la flexión MD y CD mínimos tal como se describió anteriormente, es decir, iguales o mayores que las curvas primera y segunda

definidas, respectivamente, por las ecuaciones (4) y (5) anteriores, y en algunas realizaciones, que tienen los valores de rigidez a la flexión MD y CD máximos tal como se describió anteriormente es decir, no mayores que las curvas tercera y cuarta definidas, respectivamente, por las ecuaciones (6) y (7) anteriores.

5 La figura 1 representa representaciones gráficas, indicadas en general como -100-, de diversos cartones en lo que se refiere a la rigidez a la flexión (en unidades de rigidez Taber) tanto en la dirección de la máquina (MD) como en la dirección transversal a la máquina (CD) frente al espesor (en puntos, también equivalente a mils). Los puntos para las curvas respectivas se representan gráficamente en los espesores de 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 y 28. Las curvas MD-C y CD-C representan, respectivamente, las representaciones gráficas de valores de rigidez a la flexión MD y CD frente al espesor de los cartones de control donde la curva MD-C se basa en la ecuación (8),  $c^1=1576x^{2,5239}$ , en la que x es el espesor del cartón y  $c^1$  es la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber, y donde la curva CD-C se basa en la ecuación (9),  $c^2=0,0585x^{2,6209}$ , en la que x es el espesor del cartón y  $c^2$  es la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber. En cambio, las curvas MD-1 y CD-1 representan, respectivamente, representaciones gráficas de los valores de rigidez a la flexión MD y CD frente al espesor para realizaciones de los cartones de la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión MD y CD mejorados (mínimos), donde la curva MD-1 implica representar gráficamente los valores de espesor (x) basados en la ecuación (4) anterior, y donde la curva CD-1 implica representar gráficamente los valores de espesor (x) basados en la ecuación (5) anterior. Tal como se observa en la figura 1, las realizaciones de los cartones de la presente invención tienen valores de rigidez a la flexión MD y CD superiores (mejorados), en relación con los valores de rigidez a la flexión MD y CD de los cartones de control que tienen el mismo espesor (grosor).

La figura 2 representa representaciones gráficas, indicadas, en general, como -200-, de la curvas de rigidez a la flexión en términos de unidades de rigidez Taber en la dirección de la máquina (MD) frente al espesor que comparan realizaciones para los cartones según la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión MD mejorados (máximos), con valores de rigidez a la flexión MD para cartones de control. La curva MD-C (ver también la figura 1) representa la representación gráfica de los valores de rigidez a la flexión MD frente al espesor de los cartones de control. En cambio, la curva MD-2 representa una representación gráfica de los valores de rigidez a la flexión frente al espesor para las realizaciones de los cartones de la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión MD mejorados (máximos). La curva MD-2 implica representar gráficamente los valores de espesor (x) basados en la ecuación (6) anterior.

La figura 3 representa representaciones gráficas, indicadas, en general, como -300-, de las curvas de rigidez a la flexión en términos de unidades de rigidez Taber en la dirección transversal a la máquina (CD) frente al espesor, que comparan realizaciones para los cartones según la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión CD mejorados (máximos), con los valores de rigidez a la flexión MD para cartones de control. La curva CD-C (ver también la figura 1) representa la representación gráfica de los valores de rigidez a la flexión CD frente al espesor de los cartones de control. En cambio, la curva CD-2 representa una representación gráfica de los valores de rigidez a la flexión CD frente al espesor para las realizaciones de los cartones de la presente invención que tienen valores de rigidez a la flexión CD mejorados (máximos). La curva CD-2 implica representar gráficamente los valores de espesor (x) en la ecuación (7) anterior.

La figura 4 representa un diagrama de flujo para ilustrar una realización de un procedimiento para preparar cartones con rigidez a la flexión mejorada según la presente invención, que, en general, se indica como -400-. En una etapa del procedimiento -400-, se combinan entre sí una fuente de fibras de cartón (que comprende como mínimo aproximadamente el 80 % en peso, tal como, como mínimo, aproximadamente el 90 % en peso, y hasta e incluyendo el 100 % en peso, de fibras de madera dura), indicada como -402-, una fuente de aglutinante de almidón (cartón), indicada como -404-, y una fuente de un agente de refuerzo de la rigidez del cartón/[promotor de adhesión] (cantidades apropiadas, tal como se describió anteriormente), tal como se indica mediante las flechas -408-, -410- y -442-, y luego se calientan, cuecen, hacen reaccionar, etc., a una temperatura en el intervalo desde aproximadamente 150° hasta aproximadamente 212 °F (tal como desde aproximadamente 170° hasta aproximadamente 190 °F) durante hasta aproximadamente 5 minutos (tal como hasta aproximadamente 2 minutos) para formar una corriente de fibras tratadas, indicada como -410-.

En la siguiente etapa, una corriente de fibras no tratadas (por ejemplo, que comprende como mínimo aproximadamente el 50 % en peso, y que incluye hasta el 100 % en peso de fibras de madera dura, tales como desde aproximadamente el 65 hasta aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera dura), indicada mediante -416-, se combina junto con esta corriente de fibras tratadas -410-, tal como se indica mediante las flechas -418- y -420-, en proporciones en peso apropiadas (tal como se describió anteriormente), y entonces se deposita sobre, por ejemplo, un hilo de formación de cartón, para proporcionar una banda de cartón, tal como se indica como -422-. Banda de cartón -422-. La banda de cartón -434- puede procesarse entonces adicionalmente, por ejemplo, mediante calandrado, secado, aplicación de recubrimientos de barrera acuosos, recubrimientos pigmentados, recubrimientos por extrusión, o laminaciones, etc., tal como se indica mediante la flecha -424-, para proporcionar un cartón, tal como se indica mediante -426-, que tiene los valores de espesor, valores de peso base y valores de rigidez a la flexión MD y CD mejorados (tal como se describió anteriormente) según las realizaciones de la presente invención.

**EJEMPLOS**

Se forman cartones que tienen un espesor de aproximadamente 16,5 puntos y un peso base en el intervalo a partir de corrientes de fibras de cartón que comprenden el 100 % en peso de fibras de madera dura. Para el cartón de control (C), no se usa aglutinante de almidón para cartón en la preparación del cartón. También se preparan tres muestras (S-1, S-2 y S-3) de cartones combinando una corriente de fibras de madera dura tratadas y una corriente de fibras de madera dura no tratadas a proporciones en peso (lb/t) variables de fibras de madera dura tratadas con respecto a fibras de madera dura tratadas y no tratadas combinadas. La corriente de fibras de madera dura tratadas se prepara a partir de fibras de madera dura, almidón catiónico como aglutinante para cartón en aproximadamente una proporción en peso de 1:1 de almidón con respecto a fibras de madera dura, y aproximadamente el 0,7 % (en peso del almidón) de Ceregel A. Esta mezcla de fibras de madera dura, almidón y Ceregel se cuece a aproximadamente 170°-190 °F durante 2 minutos para proporcionar la corriente de fibras de madera dura tratadas antes de combinarse con la corriente de fibras de madera dura no tratadas para preparar los cartones S-1, S-2 y S-3.

Las propiedades del cartón de control (C), así como de los cartones S-1, S-2 y S-3 se muestran en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1

	Control (C)	Muestra S-1	Muestra S-2	Muestra S-3
<b>Espesor (puntos)</b>	16,5	16,5	16,5	16,5
<b>Peso base (lb/3000 ft<sup>2</sup>)</b>	165	165	165	165
<b>Rigidez a la flexión MD (unidades de rigidez Taber)<sup>1</sup></b>	284,0	266,6	296,6	344,2
<b>Rigidez a la flexión CD (unidades de rigidez Taber)<sup>1</sup></b>	115,8	115,0	129,8	148,2
<b>lb/t<sup>1</sup></b>	0	10	20	50
<sup>1</sup> g-cm.				
<sup>2</sup> lb (fibras tratadas) por tonelada (fibras tratadas + fibras no tratadas)				

Los resultados de la tabla 1 muestran una disminución inicial en la rigidez a la flexión (compárese S-1 con C), seguido por un aumento en la rigidez a la flexión (compárese S-2 y S-3 con C).

## REIVINDICACIONES

1. Artículo que comprende un pliego de cartón que comprende:

5 fibras de cartón que comprenden como mínimo aproximadamente el 50 % en peso de fibras de madera dura;  
un aglutinante de almidón para cartón, y  
un agente coalescente de aglutinante para cartón en una cantidad suficiente para hacer que el aglutinante de  
almidón para cartón recubra como mínimo una parte de las fibras de cartón;  
teniendo el cartón:

10 un espesor desde aproximadamente 0,203 hasta aproximadamente 0,710 mm (de 8 a aproximadamente 28 puntos);  
un peso base en el intervalo desde aproximadamente 47,627 hasta aproximadamente 136,078 kg/287,7 m<sup>2</sup> (de  
aproximadamente 105 a aproximadamente 300 lb/3000 ft<sup>2</sup> (según la prueba TAPPI T410, Handbook for Pulp and  
Paper Technologists [Manual para tecnólogos de pulpa y papel]);

15 una rigidez a la flexión MD (medida según TAPPI T566) igual o mayor que una primera curva definida por la  
ecuación:

$y^1=0,5297x^{2,2095}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^1$  es la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber;  
y

20 una rigidez a la flexión CD (medida según TAPPI T566) igual o mayor que una segunda curva definida por la  
ecuación:

$y^2=0,2188x^{2,2681}$ , en la que x es el espesor del cartón e  $y^2$  es la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber.

2. Artículo, según la reivindicación 1, en el que el espesor está en el intervalo desde aproximadamente 0,304 hasta  
25 aproximadamente 0,457 mm (de aproximadamente 12 a aproximadamente 18 puntos), o en el que el peso base está  
en el intervalo desde aproximadamente 63,503 hasta aproximadamente 90,718 kg/287,7 m<sup>2</sup> (de aproximadamente  
140 a aproximadamente 200 lb/3000 ft<sup>2</sup>) (según la prueba TAPPI T410, Handbook for Pulp and Paper Technologists  
[Manual para tecnólogos de pulpa y papel]), o en el que el agente coalescente de aglutinante para cartón comprende  
la combinación cocida de un polímero distinto de almidón catiónico y un almidón catiónico en una cantidad de como  
mínimo aproximadamente el 0,1 % en peso del aglutinante de almidón para cartón, por ejemplo, en el que el agente  
30 coalescente de cartón comprende la combinación cocida de una poliácridamida catiónica y un almidón catiónico en  
una cantidad desde aproximadamente el 0,3 hasta aproximadamente el 1 % en peso del aglutinante de almidón para  
cartón, o en el que el cartón tiene:

35 una rigidez a la flexión MD (medida según TAPPI T566) no mayor que una tercera curva definida por la ecuación:  
 $y^1=0,7949x^{2,2095}$ , y

una rigidez a la flexión CD (medida según TAPPI T566) no mayor que una cuarta curva definida por la ecuación:  
 $y^2=0,3282x^{2,2095}$ .

3. Producto de cartón de múltiples pliegos que comprende un pliego del cartón según la reivindicación 1 como primer  
40 pliego interior, que tiene un primer lado y un segundo lado, y como mínimo un cartón diferente adicional como pliego  
exterior situado en uno o ambos de los lados primero y segundo, o producto de cartón de un solo pliego que consiste  
esencialmente en un solo pliego del cartón según la reivindicación 1.

4. Artículo, según la reivindicación 1, en el que el aglutinante de almidón para cartón comprende uno o varios de:  
45 almidón catiónico, almidón oxidado, almidón perlado o almidón etilado, por ejemplo, en el que el aglutinante de  
almidón para cartón comprende almidón catiónico, o en el que las fibras de cartón comprenden desde  
aproximadamente el 60 hasta aproximadamente el 95 % en peso de fibras de madera dura, por ejemplo, en el que  
las fibras de cartón comprenden desde aproximadamente el 65 hasta aproximadamente el 80 % en peso de fibras  
de madera dura, o en el que el cartón tiene un valor de lisura de impresión de Parker medido mediante el  
50 procedimiento de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm de aproximadamente 3 o  
menos, por ejemplo, en el que el cartón tiene un valor de lisura de impresión de Parker medido mediante el  
procedimiento de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm de aproximadamente 2 o  
menos, por ejemplo, en el que el cartón tiene un valor de lisura de impresión de Parker medido mediante el  
55 procedimiento de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm de desde aproximadamente 1  
hasta aproximadamente 1,5.

5. Procedimiento para preparar un cartón, que comprende las etapas siguientes:

60 (a) proporcionar una primera corriente de corriente de fibras de cartón tratadas que comprende:

fibras de cartón no tratadas que comprenden como mínimo aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera  
dura no tratadas;

un aglutinante de almidón para cartón en una proporción en peso de aglutinante de almidón para cartón con  
respecto a fibras de cartón no tratadas desde aproximadamente 0,1:1 hasta aproximadamente 2:1; y

65 un agente coalescente de aglutinante para cartón en una cantidad suficiente para hacer que el aglutinante para  
cartón recubra como mínimo algunas de las fibras de cartón no tratadas para proporcionar fibras de cartón tratadas;

(b) combinar la primera corriente de fibras de cartón tratadas de la etapa (a) con una segunda corriente de fibras de cartón no tratadas que comprende como mínimo aproximadamente el 50 % en peso de fibras de madera dura no tratadas en una proporción en peso de fibras de cartón tratadas con respecto a fibras de cartón tratadas y no tratadas combinadas en el intervalo desde aproximadamente 6,804 hasta aproximadamente 22,680 kg/t (de aproximadamente 15 a aproximadamente 50 lb/t) para proporcionar una banda de cartón; y

(c) formar la banda de cartón de la etapa (b) para dar cartón que tiene:

10 un espesor desde aproximadamente 0,203 hasta aproximadamente 0,710 mm (de 8 a aproximadamente 28 puntos); un peso base en el intervalo desde aproximadamente 47,627 hasta aproximadamente 136,078 kg/287,7 m<sup>2</sup> (de aproximadamente 105 a aproximadamente 300 lb/3000 ft<sup>2</sup>) (según la prueba TAPPI T410, Handbook for Pulp and Paper Technologists [Manual para tecnólogos de pulpa y papel]);  
 15 una rigidez a la flexión MD (medida según TAPPI T566) igual o mayor que una primera curva definida por la ecuación:  
 $y^1=0,5297x^{2,2095}$ , en la que x es el espesor del cartón e y<sup>1</sup> es la rigidez a la flexión MD en unidades de rigidez Taber; y  
 una rigidez a la flexión CD (medida según TAPPI T566) igual o mayor que una segunda curva definida por la ecuación:  
 20  $y^2=0,2188x^{2,2681}$ , en la que x es el espesor del cartón e y<sup>2</sup> es la rigidez a la flexión CD en unidades de rigidez Taber.

6. Procedimiento, según la reivindicación 5, en el que el agente coalescente de aglutinante para cartón comprende la combinación cocida de un polímero distinto de almidón catiónico y un almidón catiónico en una cantidad de como mínimo aproximadamente el 0,1 % en peso del aglutinante de almidón para cartón de la etapa (a), por ejemplo, en el  
 25 que el agente coalescente de cartón comprende la combinación cocida de una poliacrilamida catiónica y un almidón catiónico en una cantidad desde aproximadamente el 0,3 hasta aproximadamente el 1 % en peso del aglutinante de almidón para cartón de la etapa (a), o en el que la primera corriente de fibras de cartón tratadas de la etapa (a) comprende aglutinante de almidón para cartón en una proporción en peso de aglutinante de almidón para cartón con respecto a fibras de cartón no tratadas desde aproximadamente 0,5:1 hasta aproximadamente 1,5:1, o en el que las fibras de cartón no tratadas de la etapa (a) comprenden desde aproximadamente el 85 hasta el 100 % en peso de  
 30 fibras de madera dura, por ejemplo, en el que las fibras de cartón no tratadas de la etapa (a) comprenden desde aproximadamente el 90 hasta el 100 % en peso de fibras de madera dura, o en el que la etapa (b) se lleva a cabo combinando la primera corriente de fibras de cartón tratadas de la etapa (a) con una segunda corriente de fibras de cartón no tratadas en una proporción en peso de fibras de cartón tratadas con respecto a fibras de cartón tratadas y no tratadas combinadas en el intervalo desde aproximadamente 9,072 hasta aproximadamente 18,144 kg/t (de aproximadamente 20 a aproximadamente 40 lb/t), o en el que la primera corriente de fibras de cartón tratadas de la etapa (a) se forma calentando las fibras de cartón no tratadas, el aglutinante de almidón para cartón y el agente coalescente de aglutinante para cartón a temperaturas en el intervalo desde aproximadamente 66 °C hasta  
 35 aproximadamente 100 °C (de aproximadamente 150 °F a aproximadamente 212 °F), por ejemplo, en el que la primera corriente de fibras de cartón tratadas de la etapa (a) se forma calentando las fibras de cartón no tratadas, el aglutinante de almidón para cartón y el agente coalescente de aglutinante para cartón a temperaturas en el intervalo desde aproximadamente 77 °C hasta aproximadamente 88 °C (de aproximadamente 170 °F a aproximadamente 190 °F), o en el que la segunda corriente de fibras de cartón no tratadas de la etapa (b) comprende desde aproximadamente el 60 hasta aproximadamente el 95 % en peso de fibras de madera dura no tratadas, por ejemplo, en el que la segunda corriente de fibras de cartón no tratadas de la etapa (b) comprende desde aproximadamente el 65 hasta aproximadamente el 80 % en peso de fibras de madera dura no tratadas, o en el que la banda de cartón de la etapa (b) se conforma en la etapa (c) en cartón que tiene un espesor desde aproximadamente 12 hasta aproximadamente 18 puntos y un peso base en el intervalo desde aproximadamente 63,503 hasta aproximadamente 90,718 kg/287,7 m<sup>2</sup> (de aproximadamente 140 a aproximadamente 200 lb/3000 ft<sup>2</sup>) (según la prueba TAPPI T410, G.A. Smook, Handbook for Pulp and Paper Technologists [Manual para tecnólogos de pulpa y papel]).

7. Procedimiento, según la reivindicación 5, en el que la banda de cartón de la etapa (b) se conforma en la etapa (c) en cartón que tiene:

55 una rigidez a la flexión MD (medida según TAPPI T566) no mayor que una tercera curva definida por la ecuación:  
 $y^1=0,7949x^{2,2095}$ ; y  
 una rigidez a la flexión CD (medida según TAPPI T566) no mayor que una cuarta curva definida por la ecuación:  
 $y^2=0,3282x^{2,2095}$ .

60 8. Procedimiento, según la reivindicación 5, en el que la banda de cartón de la etapa (b) se conforma en la etapa (c) en cartón que tiene un valor de lisura de impresión de Parker medido mediante el procedimiento de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm de aproximadamente 3 o menos.

65 9. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que la banda de cartón de la etapa (b) se conforma en la etapa (c) en cartón que tiene un valor de lisura de impresión de Parker medido mediante el procedimiento de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm de aproximadamente 2 o menos.

10. Procedimiento, según la reivindicación 9, en el que la banda de cartón de la etapa (b) se conforma en la etapa (c) en cartón que tiene un valor de lisura de impresión de Parker medido mediante el procedimiento de prueba TAPPI T 555 om-99 a una presión de sujeción de 10 kgf/cm desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 1,5.

5

FIG. 1

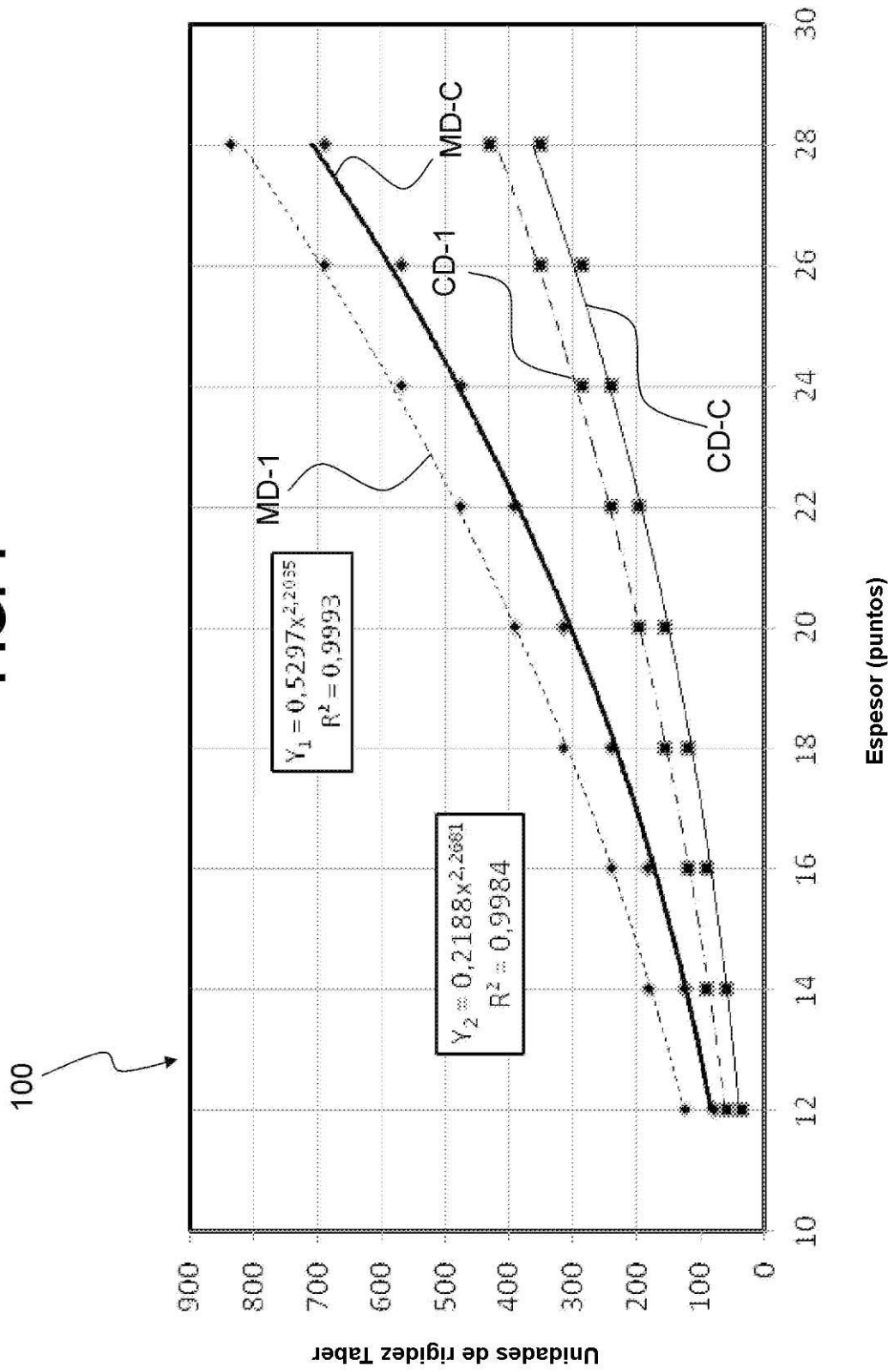




FIG. 2

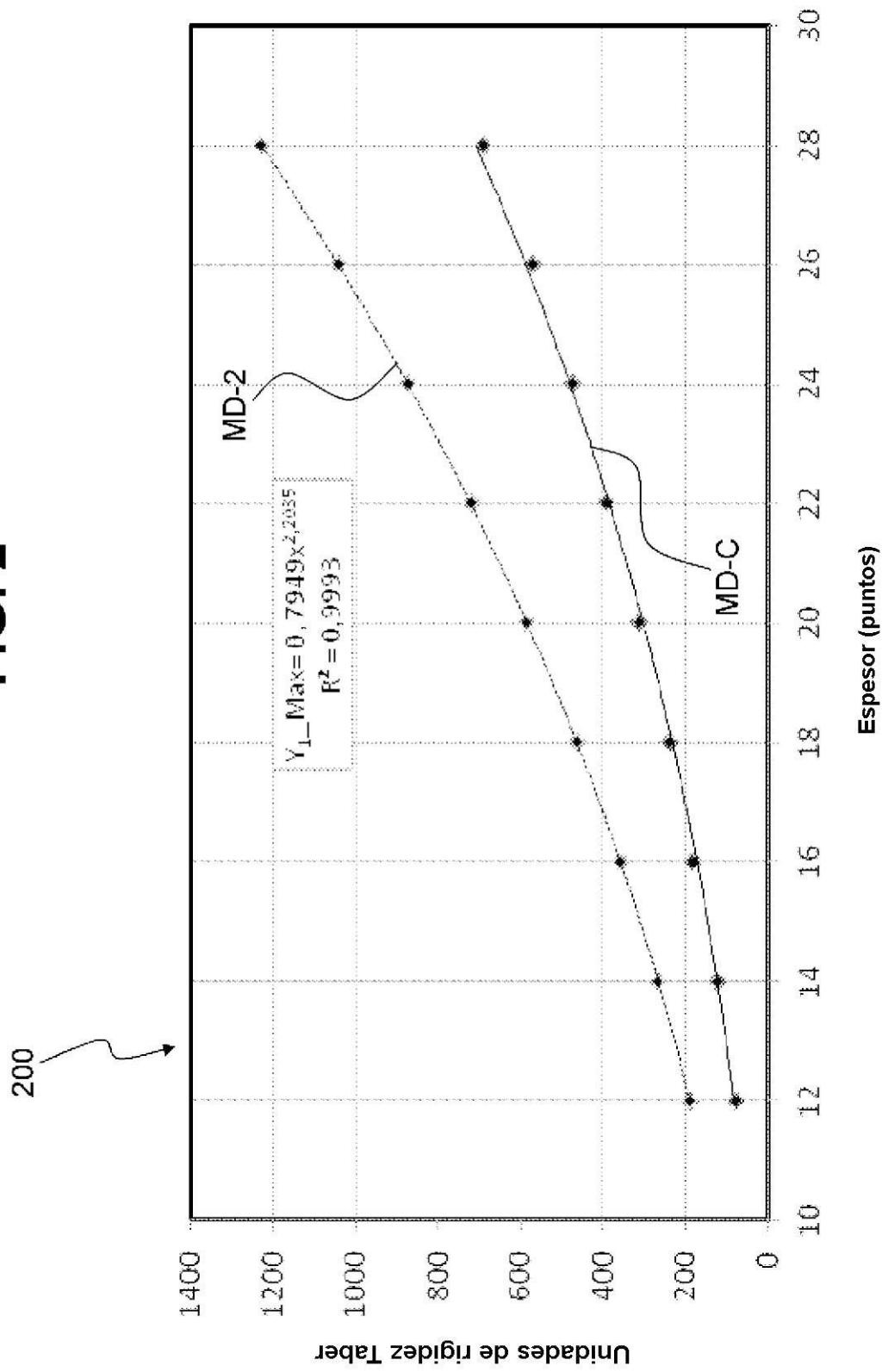


FIG. 3

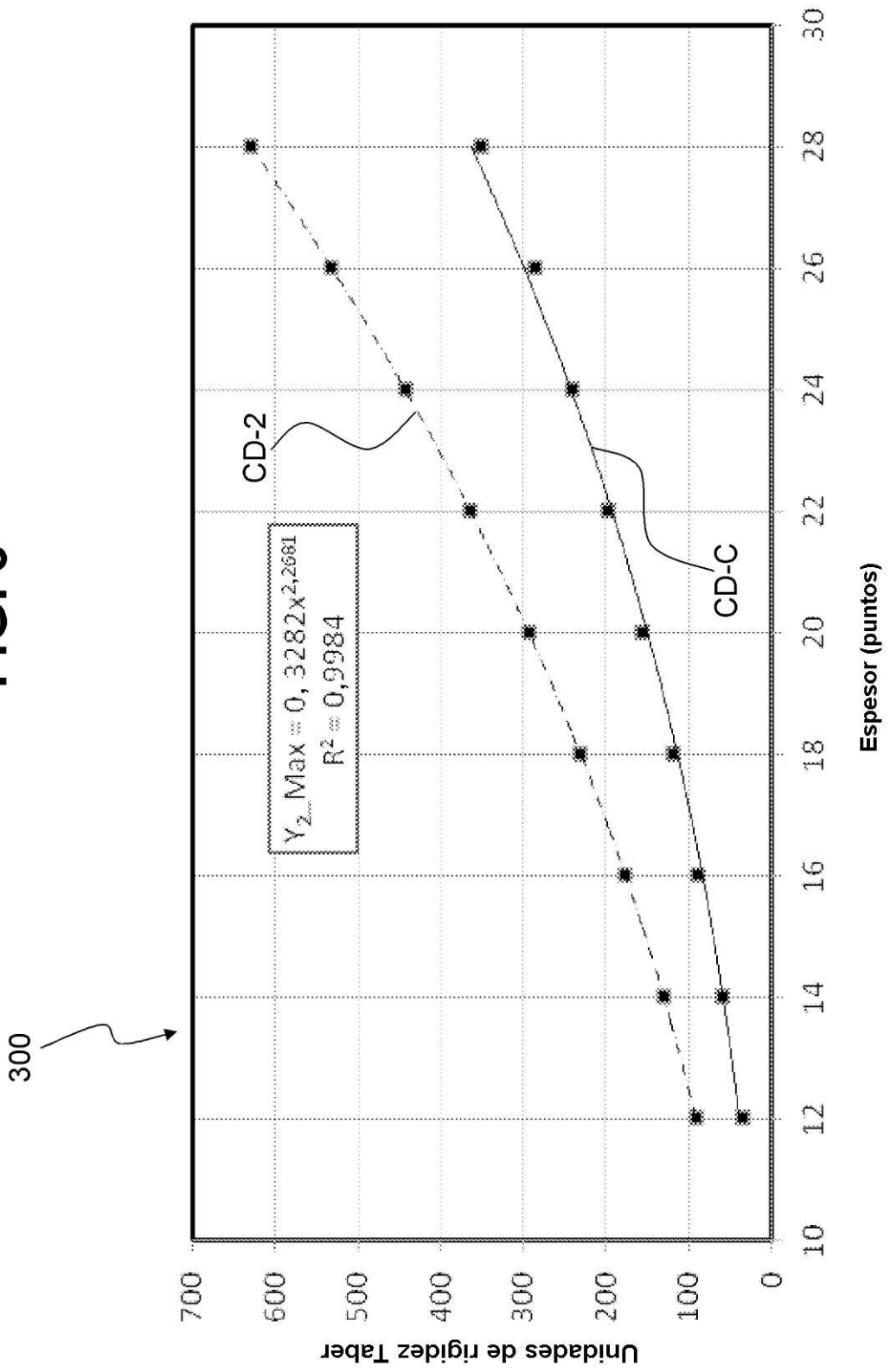


FIG. 4

