

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 979 371**

51 Int. Cl.:

D04H 1/587 (2012.01)

D04H 1/64 (2012.01)

D04H 1/4218 (2012.01)

C08K 5/053 (2006.01)

C08K 5/092 (2006.01)

C09D 133/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2018 PCT/US2018/054907**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2019 WO19074865**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2018 E 18865465 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024 EP 3695040**

54 Título: **Composiciones aglutinantes acuosas**

30 Prioridad:

09.10.2017 US 201762569775 P

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

25.09.2024

73 Titular/es:

**OWENS CORNING INTELLECTUAL CAPITAL,
LLC (100.0%)
One Owens Corning Parkway
Toledo, OH 43659, US**

72 Inventor/es:

**ZHANG, XIUJUAN;
MUELLER, GERT y
SMITH, KENDEL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 979 371 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

Composiciones aglutinantes acuosas

5 Esta solicitud reivindica la prioridad y cualquier beneficio de la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 62/569,775, presentada el 9 de octubre de 2017.

Antecedentes

10 Las composiciones aglutinantes acuosas se utilizan tradicionalmente en la formación de productos fibrosos tejidos y no tejidos, tales como productos de aislamiento, productos compuestos, tableros de fibra de madera, y similares. Los productos de aislamiento, por ejemplo productos de aislamiento de fibra de vidrio y lana mineral, se fabrican normalmente por fibrado de una composición fundida de polímero, vidrio u otro mineral e hilando fibras finas desde un aparato de fibrado, tal como una hilera giratoria. Para formar un producto de aislamiento, 15 las fibras producidas por una hilera giratoria son arrastradas hacia abajo desde la hilera hacia un transportador por un soplador. A medida que las fibras se mueven hacia abajo, se pulveriza un material aglutinante sobre las fibras y las fibras se recogen en una manta continua de alto trenzado sobre el transportador. El material aglutinante proporciona resiliencia al producto de aislamiento para recuperación después del empaquetamiento y proporciona rigidez y manejabilidad de manera que el producto de aislamiento puede ser manejado y aplicado 20 según sea necesario en las cavidades de aislamiento de edificios. La composición aglutinante también proporciona protección a las fibras de la abrasión interfilamento y promueve la compatibilidad entre las fibras individuales. La manta que contiene las fibras revestidas con aglutinante se hace pasar entonces a través de un horno de curado y el aglutinante se cura para ajustar la manta a un espesor deseado.

25 Después de que el aglutinante se ha curado, el aislamiento de fibra se puede cortar en trozos para formar productos de aislamiento individuales, y los productos de aislamiento se pueden empaquetar para su envío a las ubicaciones del cliente.

30 Los productos de aislamiento de fibra de vidrio preparados de esta manera se pueden proporcionar en varias formas que incluyen bloques, mantas y tableros (bloques calentados y comprimidos) para uso en diferentes aplicaciones. A medida que el bloque de fibras revestidas con aglutinante emerge de la cámara de formación, tenderá a expandirse como resultado de la resiliencia de las fibras de vidrio. El bloque expandido se transporta luego normalmente a y a través de un horno de curado en el cual se pasa aire caliente a través del producto de aislamiento para curar el aglutinante. Además de curar el aglutinante, dentro del horno de curado, el producto 35 de aislamiento puede comprimirse con paletas o rodillos para producir las dimensiones deseadas y el acabado superficial en la manta, bloque o producto de tablero resultante.

40 Las composiciones aglutinantes de fenol-formaldehído (PF), así como las resinas de PF extendidas con urea (resinas PUF), se han utilizado tradicionalmente en la producción de productos de aislamiento de fibra de vidrio. Los tableros de aislamiento, también conocidos como productos de "densidad pesada", tales como tablero de techo, envoltura de conducto, revestimientos de conducto, y similares han utilizado tecnología de aglutinante de fenol-formaldehído para la producción de productos de densidad pesada que son baratos y tienen propiedades físicas y mecánicas aceptables. Sin embargo, los aglutinantes de formaldehído emiten emisiones indeseables durante la fabricación del aislamiento de fibra de vidrio.

45 Como alternativa a los aglutinantes basados en formaldehído, se han desarrollado ciertas formulaciones libres de formaldehído para su uso como aglutinante en productos de aislamiento de fibra de vidrio. Sin embargo, uno de los desafíos para desarrollar alternativas adecuadas es identificar formulaciones que tienen propiedades mecánicas y físicas comparables, evitando al mismo tiempo propiedades indeseables, tales como la decoloración. Tales desafíos de propiedades incluyen rendimiento en caliente/húmedo, rigidez, resistencia de unión, procesabilidad (viscosidad, corte, lijado, pintura de contorno), y lograr un color claro sin amarillamiento. El documento US 2006/0252855 se refiere a resinas termoestables autorreticulantes libres de formaldehído, un proceso para preparar dichas resinas y su uso como aglutinantes para no tejidos. El documento US 50 2013/0032749 se refiere a una composición aglutinante reticulable que contiene un sacárido reductor, un sacárido hidrogenado y un agente de reticulación polifuncional. El documento WO2011/044490 se refiere a una composición aglutinante acuosa que incluye un carbohidrato y un agente de reticulación

60 Por consiguiente, existe la necesidad de una composición aglutinante exenta de formaldehído, no dañina para el medio ambiente, para su uso en la producción de productos de aislamiento sin experimentar una pérdida en las propiedades físicas y mecánicas.

Compendio

65 Varios aspectos a modo de ejemplo de los conceptos inventivos se refieren a una composición aglutinante acuosa que comprende al menos un poliol de cadena larga que tiene al menos dos grupos hidroxilo y un peso molecular promedio numérico de al menos 2.000 Daltons; un agente de reticulación que comprende al menos

ES 2 979 371 T3

dos grupos ácido carboxílico; y un poliol de cadena corta que tiene al menos dos grupos hidroxilo y un peso molecular promedio numérico inferior a 2.000 Daltons, según se define en las reivindicaciones 1-6.

5 La composición aglutinante tiene un pH después del curado entre 5 y 9 y alcanza un valor de color b^* después del curado, usando coordenadas $L^*a^*b^*$, de menos de 45.

10 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación es un ácido policarboxílico polimérico, tal como un homopolímero de copolímero de ácido acrílico. El agente de reticulación está presente en la composición aglutinante en una cantidad de 65% en peso a 80% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa.

En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena larga se selecciona del grupo que consiste en alcohol polivinílico parcial o totalmente hidrolizado y acetato de polivinilo.

15 En diversas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena corta comprende uno o más de un alcohol de azúcar, ácido 2,2-bis(metilol)propiónico, tri(metilol)propano y una alcanolamina de cadena corta. Cuando el poliol de cadena corta comprende un alcohol de azúcar, el alcohol de azúcar puede seleccionarse del grupo que consiste en glicerol, eritritol, arabitol, xilitol, sorbitol, maltitol, manitol, iditol, isomaltitol, lactitol, celobitol, palatinitol, maltotritol, jarabes de los mismos, y mezclas de los mismos.

20 El poliol de cadena corta está presente en la composición aglutinante en una cantidad de 5% en peso a 25% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa.

25 Otros aspectos a modo de ejemplo de los conceptos de la invención se dirigen a un producto de aislamiento que comprende una pluralidad de fibras orientadas al azar y una composición aglutinante acuosa que reviste al menos parcialmente las fibras, según se define en las reivindicaciones 7-10.

30 Las fibras de los productos de aislamiento pueden comprender una o más de fibras minerales, fibras naturales y fibras sintéticas y, en algunas realizaciones, las fibras comprenden fibras de vidrio.

35 El producto de aislamiento puede tener un espesor de aproximadamente 1 pulgada (1 pulgada = 0,254 cm) y una densidad de aproximadamente 6 lb/pie³ (1 lb/pie³ = 0,016 g/cm³). En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el producto de aislamiento tiene un módulo elástico de flexión de al menos 40 psi (1 psi = 6,89476 kPa).

40 También se describe en la presente memoria un método para controlar el color en productos de aislamiento formados usando una composición aglutinante exenta de formaldehído. El método puede comprender las siguientes etapas: preparar una composición aglutinante acuosa exenta de formaldehído y curar la composición aglutinante para conseguir un valor de color b^* , utilizando las coordenadas $L^*a^*b^*$, inferior a 45 y un pH del aglutinante curado comprendido entre 5 y 9. La composición aglutinante puede comprender al menos un poliol de cadena larga que tiene al menos dos grupos hidroxilo y un peso molecular promedio numérico de al menos 2.000 Daltons; un agente de reticulación que comprende al menos dos grupos ácido carboxílico; y un poliol de cadena corta que tiene al menos dos grupos hidroxilo y un peso molecular promedio numérico inferior a 2.000 Daltons.

45 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, antes del curado, el pH se ajusta entre 0,25 y 1,5 unidades de pH. El ajuste del pH puede ocurrir mediante la adición de una o más bases no volátiles y agua alcalina recuperada.

50 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación es un ácido policarboxílico polimérico, tal como un homopolímero de copolímero de ácido acrílico. El agente de reticulación está presente en la composición aglutinante en una cantidad de 65% en peso a 80% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa.

55 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena larga se selecciona del grupo que consiste en alcohol polivinílico parcial o totalmente hidrolizado y acetato de polivinilo. El poliol de cadena larga está presente en la composición aglutinante en una cantidad de 10% en peso a 20% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena corta comprende uno o más de un alcohol de azúcar, ácido 2,2-bis(metilol)propiónico, tri(metilol)propano y una alcanolamina de cadena corta. Cuando el poliol de cadena corta comprende un alcohol de azúcar, el alcohol de azúcar puede seleccionarse del grupo que consiste en glicerol, eritritol, arabitol, xilitol, sorbitol, maltitol, manitol, iditol, isomaltitol, lactitol, celobitol, palatinitol, maltotritol, jarabes de los mismos, y mezclas de los mismos.

65 El poliol de cadena corta está presente en la composición aglutinante en una cantidad de 5% en peso a 25% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa.

Otros numerosos aspectos, ventajas y/o características de los conceptos inventivos generales resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo y de los dibujos adjuntos que se presentan junto con la presente memoria.

5 Breve descripción de los dibujos

Los conceptos generales de la invención, así como las realizaciones ilustrativas y ventajas de los mismos, se describen a continuación con mayor detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos en los que:

10 La FIG. 1 ilustra tiras de láminas de fibra de vidrio a modo de ejemplo revestidas con composiciones aglutinantes curadas según la presente solicitud, con pH y color de curado variables.

La FIG. 2 ilustra gráficamente las coordenadas de color $L^*a^*b^*$ para composiciones aglutinantes a modo de ejemplo a medida que aumenta el pH del aglutinante.

15 La FIG. 3 ilustra gráficamente la tensión de flexión/peso/LOI para aislamiento de fibra de vidrio hecho con composiciones aglutinantes curadas a modo de ejemplo que tienen razones variables de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo y de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta.

20 La FIG. 4 ilustra gráficamente el valor de color b^* para aislamiento de fibra de vidrio hecho con composiciones aglutinantes curadas a modo de ejemplo que tienen razones variables de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo y de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta.

25 La FIG. 5 ilustra gráficamente la fuerza de tracción/LOI para fibra de vidrio hecha con composiciones aglutinantes a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/0,1 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

30 La FIG. 6 ilustra gráficamente el % de material soluble en agua post-curado y el valor de color b^* para composiciones aglutinantes a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/0,1 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

35 La FIG. 7 ilustra gráficamente la fuerza de tracción/LOI para composiciones aglutinantes curadas a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/1,5 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

La FIG. 8 ilustra gráficamente el % de material soluble en agua post-curado y el valor de color b^* para composiciones aglutinantes a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/1,5 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

40 La FIG. 9 ilustra gráficamente la fuerza de tracción/LOI para composiciones aglutinantes curadas a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/0,5 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

45 La FIG. 10 ilustra gráficamente el % de material soluble en agua post-curado y el valor de color b^* para composiciones aglutinantes a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/0,5 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

50 La FIG. 11 ilustra gráficamente la fuerza de tracción/LOI para composiciones aglutinantes curadas a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/0,1 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

55 La FIG. 12 ilustra gráficamente el % de material soluble en agua post-curado y el valor de color b^* para composiciones aglutinantes a modo de ejemplo que tienen una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo de 1/1 y razones de poliol de cadena larga/polioi de cadena corta variables.

La FIG. 13 ilustra gráficamente la fuerza de tracción/LOI para composiciones aglutinantes curadas a modo de ejemplo que tienen razones variadas de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico/grupos hidroxilo.

60 La FIG. 14 ilustra gráficamente el módulo elástico de flexión para tableros de ensayo de plantas formadas usando diversas composiciones aglutinantes de acuerdo con la presente solicitud, en comparación con composiciones aglutinantes híbridas de almidón convencionales y composiciones aglutinantes basadas en fenol-urea-formaldehído.

65 La FIG. 15 ilustra gráficamente el pandeo de las baldosas de tablero de techo de aislamiento de fibra de vidrio de 10,16 cm x 10,16 cm (4 pulg x 4 pulg) formadas usando varias composiciones aglutinantes de acuerdo con la presente solicitud, en comparación con las composiciones aglutinantes híbridas de almidón convencionales

y composiciones aglutinantes basadas en fenol-urea-formaldehído en condiciones de calor/humedad.

5 La FIG. 16 ilustra gráficamente la resistencia a la compresión de productos de tableros de ensayo de plantas formados usando diversas composiciones aglutinantes de acuerdo con la presente solicitud, en comparación con composiciones aglutinantes híbridas de almidón convencionales y composiciones aglutinantes basadas en fenol-urea-formaldehído.

10 La FIG. 17 ilustra gráficamente la resistencia de adherencia en la rotura de productos de tableros de ensayo de plantas formados usando diversas composiciones aglutinantes de acuerdo con la presente solicitud, en comparación con composiciones aglutinantes híbridas de almidón convencionales y composiciones aglutinantes basadas en fenol-urea-formaldehído.

Descripción detallada

15 A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenecen estas realizaciones a modo de ejemplo. La terminología utilizada en la descripción de la presente memoria es para describir realizaciones a modo de ejemplo únicamente y no pretende ser limitante de las realizaciones a modo de ejemplo. Por consiguiente, no se pretende que los conceptos generales de la invención se limiten a las realizaciones específicas ilustradas en la presente memoria. Aunque en la práctica o ensayo de la presente invención se pueden usar otros métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente memoria, los métodos y materiales preferidos se describen en la presente memoria.

20 Como se utilizan en la memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

30 A menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, propiedades químicas y moleculares, condiciones de reacción, etc. utilizados en la memoria descriptiva y reivindicaciones deben entenderse modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en esta memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se pretendan obtener por las presentes realizaciones a modo de ejemplo. Como mínimo, cada parámetro numérico debe interpretarse a la luz del número de dígitos significativos y de los métodos de redondeo corrientes.

35 A pesar de que los intervalos numéricos y los parámetros que exponen el amplio alcance de las realizaciones a modo de ejemplo son aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se dan de la manera más precisa posible. Sin embargo, cualquier valor numérico contiene inherentemente ciertos errores que resultan necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus medidas respectivas en el ensayo. Cada intervalo numérico dado a lo largo de esta memoria descriptiva y las reivindicaciones incluirá cada intervalo numérico más estrecho que cae dentro de dicho intervalo numérico más amplio, como si dichos intervalos numéricos más estrechos estuvieran todos expresamente escritos en la presente memoria.

40 La presente descripción se refiere a composiciones aglutinantes acuosas exentas de formaldehído para su uso en la fabricación de productos de aislamiento que tienen un rendimiento mecánico y físico comparable o mejorado, en comparación con productos fabricados con composiciones aglutinantes basadas en formaldehído tradicionales. La composición aglutinante exenta de formaldehído se puede utilizar en la fabricación de productos de aislamiento de fibra y productos relacionados, tales como esteras reforzadas con fibra delgadas (en lo sucesivo en la presente memoria denominados todos genéricamente productos reforzados con fibra) y productos de fibra de vidrio o lana mineral, especialmente productos de aislamiento de fibra de vidrio o lana mineral, hechos con el aglutinante exento de formaldehído curado. Otros productos pueden incluir productos compuestos, productos de tableros de fibra de madera, aislamiento de construcciones de metal, aislamiento de tuberías, tableros de techo, losas de techo, productos de "densidad pesada", tales como tablero de techo, envoltura de conductos, revestimientos de conductos, y también productos de "densidad ligera".

45 La presente descripción se refiere, además, a un método para controlar el color de productos elaborados utilizando una composición aglutinante exento de formaldehído. Los aglutinantes fenólicos tradicionales se caracterizan por la formación de un color rojo anaranjado tras el curado. La intensidad del color varía con la concentración del aglutinante y la temperatura de curado, lo que a menudo da como resultado una apariencia veteada, que es una desventaja en aplicaciones arquitectónicas expuestas o en aplicaciones que utilizan un revestimiento delgado de color claro.

50 Como se describe en la presente memoria, la composición aglutinante acuosa exenta de formaldehído incluye al menos un poliol de cadena larga, y al menos un agente de reticulación primario, y al menos un agente de reticulación secundario que comprende al menos un poliol de cadena corta.

El agente de reticulación primario es un compuesto adecuado para reticular el poliol. En realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación primario tiene un peso molecular promedio numérico mayor que 90 Daltons, de aproximadamente 90 Daltons a aproximadamente 10.000 Daltons, o de aproximadamente 190 Daltons a aproximadamente 5.000 Daltons. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación tiene un peso molecular promedio numérico de aproximadamente 2.000 Daltons a 5.000 Daltons, o de aproximadamente 4.000 Daltons. Los ejemplos no limitantes de agentes de reticulación adecuados incluyen materiales que tienen uno o más grupos ácido carboxílico (-COOH), tales como ácidos policarboxílicos (y sales de los mismos), anhídridos, ácido policarboxílico monomérico y polimérico con anhídrido (es decir, anhídridos mixtos), y homopolímeros o copolímeros de ácido acrílico, tales como ácido poliacrílico (y sales de los mismos) y resinas basadas en ácido poliacrílico tales como QR-1629S y Acumer 9932, ambas disponibles comercialmente de The Dow Chemical Company. Acumer 9932 es una resina de ácido poliacrílico/hipofosfito de sodio que tiene un peso molecular de aproximadamente 4000 y un contenido de hipofosfito de sodio de 6-7% en peso. QR-1629S es una mezcla de ácido poliacrílico/glicerina.

El agente de reticulación primario, en algunos casos, puede neutralizarse previamente con un agente de neutralización. Tales agentes de neutralización pueden incluir bases orgánicas y/o inorgánicas, tales como hidróxido de sodio, hidróxido de amonio y dietilamina, y cualquier tipo de amina primaria, secundaria o terciaria (incluyendo alcanolamina). En diversas realizaciones a modo de ejemplo, los agentes de neutralización pueden incluir al menos uno de hidróxido de sodio y trietanolamina.

En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación primario está presente en la composición aglutinante acuosa en al menos al menos 70% en peso, al menos 73% en peso, al menos 75% en peso, al menos 78% en peso y al menos 80% en peso. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación primario está presente en la composición aglutinante acuosa en una cantidad de 65% a 78% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa, incluyendo sin que ello pretenda ser limitante de 65% a 75% en peso.

El poliol de cadena larga comprende un poliol que tiene al menos dos grupos hidroxilo que tienen un peso molecular promedio numérico de al menos 2000 Daltons, tal como un peso molecular entre 3000 Daltons y 4000 Daltons. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena larga comprende uno o más de un compuesto polihidroxi polimérico, tal como un alcohol polivinílico, acetato de polivinilo, que puede estar parcial o totalmente hidrolizado, o mezclas de los mismos. De manera ilustrativa, cuando un acetato de polivinilo parcialmente hidrolizado sirve como el componente polihidroxi, se puede utilizar un acetato de polivinilo hidrolizado al 80% - 89%, tal como, por ejemplo, Poval® 385 (Kuraray America, Inc.) y Sevol™ 502 (Sekisui Specialty Chemicals America, LLC), los cuales están ambos hidrolizados aproximadamente al 85% (Poval® 385) y al 88% (Selvol™ 502).

El poliol de cadena larga puede estar presente en la composición aglutinante acuosa en una cantidad de hasta 18%, 15% y 13% en peso de sólidos totales. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena larga está presente en la composición aglutinante acuosa en una cantidad de 10% a 16%, en peso de sólidos totales, o de 10% a 20%, de 10 a 18%, de 10 a 15% en peso de sólidos totales.

Opcionalmente, la composición aglutinante acuosa incluye un agente reticulante secundario, tal como un poliol de cadena corta. El poliol de cadena corta puede comprender un compuesto soluble en agua que tiene un peso molecular de menos de 2.000 Daltons, incluido menos de 750 Daltons, menos de 500 Daltons y que tiene una pluralidad de grupos hidroxilo (-OH). Los componentes de poliol de cadena corta adecuados incluyen alcoholes de azúcar, ácido 2,2-bis(metilol)propiónico (bis-MPA), tri(metilol)propano (TMP) y alcanolaminas de cadena corta, tales como trietanolamina. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena corta sirve como un agente reductor de viscosidad, que rompe los enlaces de hidrógeno intra e intermoleculares entre las moléculas de poliol de cadena larga (*p. ej.*, alcohol polivinílico) y por lo tanto disminuye la viscosidad de la composición. Sin embargo, como estas moléculas de poliol de cadena pequeña tienen estructuras similares a los polioles de cadena larga, pueden reaccionar de manera similar con agentes de reticulación, por lo tanto no afectan negativamente al rendimiento del aglutinante y del producto.

Se entiende que alcohol de azúcar designa compuestos obtenidos cuando los grupos aldo o ceto de un azúcar se reducen (*p. ej.*, por hidrogenación) a los grupos hidroxilo correspondientes. El azúcar de partida se puede elegir de monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos, y mezclas de esos productos, tales como jarabes, melazas e hidrolizados de almidón. El azúcar de partida también podría ser una forma deshidratada de un azúcar. Aunque los alcoholes de azúcar se parecen mucho a los correspondientes azúcares de partida, no son azúcares. Así, por ejemplo, los alcoholes de azúcar no tienen capacidad reductora, y no pueden participar en la reacción de Maillard típica de azúcares reductores. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el alcohol de azúcar incluye glicerol, eritritol, arabitol, xilitol, sorbitol, maltitol, manitol, iditol, isomaltitol, lactitol, celobitol, palatinitol, maltotritol, jarabes de los mismos y mezclas de los mismos. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, el alcohol de azúcar se selecciona de glicerol, sorbitol, xilitol, y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el agente de reticulación secundario es un producto de condensación dimérico u oligomérico de un alcohol de azúcar. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, el producto de

condensación de un alcohol de azúcar es isosorbida. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el alcohol de azúcar es un diol o glicol.

- 5 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena corta está presente en la composición aglutinante acuosa en una cantidad de hasta aproximadamente 25%, 20%, 18%, 15%, 13%, 11% y 10% en peso de sólidos totales. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena corta está presente en la composición aglutinante acuosa en una cantidad de 5% a 20%, de 8% a 18% y de 9% a 15%, en peso de sólidos totales.
- 10 En diversas realizaciones a modo de ejemplo, el poliol de cadena larga, el agente de reticulación y el poliol de cadena pequeña están presentes en cantidades tales que la razón del número de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico, grupos anhídrido o sales de los mismos al número de equivalentes molares de grupos hidroxilo es de aproximadamente 1/0,05 a aproximadamente 1/5, tal como de aproximadamente 1/0,08 a aproximadamente 1/2,0, de aproximadamente 1/0,1 a aproximadamente 1/1,5 y de aproximadamente 1/0,3 a aproximadamente 1/0,66. Se ha descubierto, sorprendentemente, sin embargo, que dentro de esta razón, la razón de poliol de cadena larga a poliol de cadena corta afecta al rendimiento de la composición aglutinante, tal como a la resistencia a la tracción y la solubilidad en agua del aglutinante después del curado. Por ejemplo, se ha descubierto que una razón de poliol de cadena larga a poliol de cadena corta entre aproximadamente 0,1/0,9 y aproximadamente 0,9/0,1, tal como entre aproximadamente 0,3/0,7 y 0,7/0,3, o entre aproximadamente 0,4/0,6 y 0,6/0,4, proporciona un equilibrio entre las propiedades mecánicas y las propiedades físicas de color deseables. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, la razón de poliol de cadena larga a poliol de cadena corta es aproximadamente 0,5/0,5. La razón de poliol de cadena larga a poliol de cadena corta puede optimizarse de manera que se optimizan propiedades particulares, dependiendo de las necesidades de una aplicación de uso final. Por ejemplo, a medida que disminuye la concentración de poliol de cadena larga, disminuye la intensidad del color del aglutinante (más blanco). Sin embargo, la disminución de la concentración de poliol de cadena larga puede disminuir también la resistencia a la tracción de un producto formado con la composición aglutinante. Por lo tanto, se ha conseguido inesperadamente un equilibrio entre diversas propiedades dentro de las razones descritas en la presente memoria.
- 20
- 25
- 30 La composición aglutinante acuosa incluye también un catalizador de esterificación, también conocido como un acelerador de curado. El catalizador puede incluir sales inorgánicas, ácidos de Lewis (es decir, cloruro de aluminio o trifluoruro de boro), ácidos de Bronsted (es decir, ácido sulfúrico, ácido p-toluenosulfónico y ácido bórico), complejos organometálicos (*es decir*, carboxilatos de litio, carboxilatos de sodio), y/o bases de Lewis (*es decir*, polietilenimina, dietilamina o trietilamina). Adicionalmente, el catalizador puede incluir una sal de metal alcalino de un ácido orgánico que contiene fósforo; en particular, sales de metales alcalinos de ácido fosfórico, ácido hipofosfórico o polifosfórico. Los ejemplos de tales catalizadores de fósforo incluyen, pero sin que ello pretenda ser limitante, hipofosfito de sodio, fosfato de sodio, fosfato de potasio, pirofosfato de disodio, pirofosfato de tetrasodio, tripolifosfato de sodio, hexametáfosfato de sodio, fosfato de potasio, tripolifosfato de potasio, trimetáfosfato de sodio, tetrametáfosfato de sodio, y mezclas de los mismos. Además, el catalizador o acelerador de curado puede ser un compuesto de fluoroborato tal como ácido fluorobórico, tetrafluoroborato de sodio, tetrafluoroborato de potasio, tetrafluoroborato de calcio, tetrafluoroborato de magnesio, tetrafluoroborato de cinc, tetrafluoroborato de amonio, y mezclas de los mismos. Además, el catalizador puede ser una mezcla de compuestos de fósforo y fluoroborato. Otras sales de sodio tales como sulfato de sodio, nitrato de sodio, carbonato de sodio también o de manera alternativa se pueden usar como catalizador.
- 35
- 40
- 45 El catalizador puede estar presente en la composición aglutinante acuosa en una cantidad de aproximadamente 0% a aproximadamente 10% en peso de los sólidos totales en la composición aglutinante, incluyendo sin que ello pretenda ser limitante, cantidades de aproximadamente 1% a aproximadamente 5% en peso, o de aproximadamente 2% a aproximadamente 4,5% en peso, o de aproximadamente 2,8% a aproximadamente 4,0% en peso, o de aproximadamente 3,0% a aproximadamente 3,8% en peso.
- 50
- Opcionalmente, la composición aglutinante acuosa puede contener al menos un agente de acoplamiento. En al menos una realización a modo de ejemplo, el agente de acoplamiento es un agente de acoplamiento de silano. El o los agentes de acoplamiento pueden estar presentes en la composición aglutinante en una cantidad de aproximadamente 0,01% a aproximadamente 5% en peso de los sólidos totales en la composición aglutinante, de aproximadamente 0,01% a aproximadamente 2,5% en peso, de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 1,5% en peso, o de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 1,0% en peso.
- 55
- 60 Los ejemplos no limitantes de agentes de acoplamiento de silano que pueden usarse en la composición aglutinante pueden caracterizarse por los grupos funcionales alquilo, arilo, amino, epoxi, vinilo, metacriloxi, ureido, isocianato y mercapto. En realizaciones a modo de ejemplo, el agente o agentes de acoplamiento de silano incluyen silanos que contienen uno o más átomos de nitrógeno que tienen uno o más grupos funcionales tales como amina (primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria), amino, imino, amido, imido, ureido o isocianato. Ejemplos específicos, no limitantes, de agentes de acoplamiento de silano adecuados incluyen, pero sin que ello pretenda ser limitante, aminosilanos (p. ej., trietoxiaminopropilsilano; 3-aminopropil-trietoxisilano y 3-aminopropil-trihidroxisilano), epoxi-trialcoxisilanos (p. ej., 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano y 3-
- 65

glicidoxipropiltrióxosilano), metacril-trialcoxisilanos (*p. ej.*, 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano y 3-metacriloxipropiltrióxosilano), trialcoxisilanos de hidrocarburo, amino-trihidroxisilanos, epoxi-trihidroxisilanos, metacril-trihidroxisilanos y/o trihidroxisilanos de hidrocarburo. En una o más realizaciones a modo de ejemplo, el silano es un aminosilano, tal como γ -aminopropiltrióxosilano.

Opcionalmente, la composición aglutinante acuosa puede incluir un adyuvante de proceso. El adyuvante de proceso no es particularmente limitante siempre que el adyuvante de proceso funcione para facilitar el procesamiento de formación y orientación de las fibras. El adyuvante de proceso se puede utilizar para mejorar la uniformidad de distribución de aplicación del aglutinante, para reducir la viscosidad del aglutinante, para aumentar la altura en rampa después de la formación, para mejorar la uniformidad de distribución de peso vertical y/o para acelerar la deshidratación del aglutinante tanto en el proceso de formación como de curado en horno. El adyuvante de proceso puede estar presente en la composición aglutinante en una cantidad de 0 a aproximadamente 10% en peso, de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 5,0% en peso, o de aproximadamente 0,3% a aproximadamente 2,0% en peso, o de aproximadamente 0,5% a 1,0% en peso, basado en el contenido de sólidos totales en la composición aglutinante. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante acuosa está sustancial o completamente exenta de cualquier adyuvante de procesamiento.

Ejemplos de adyuvantes de procesamiento incluyen agentes desespumantes, tales como emulsiones y/o dispersiones de aceites minerales, parafinas o vegetales; dispersiones de fluidos de polidimetilsiloxano (PDMS), y sílice que se ha hidrofobizado con polidimetilsiloxano u otros materiales. Los adyuvantes de procesamiento adicionales pueden incluir partículas hechas de ceras de amida tales como etilenbisestearamida (EBS) o sílice hidrofobizada. Un adyuvante de proceso adicional que se puede utilizar en la composición aglutinante es un tensioactivo. Pueden incluirse uno o más tensioactivos en la composición aglutinante para ayudar en la atomización, humectación y adhesión interfacial del aglutinante.

El tensioactivo no está particularmente limitado, e incluye tensioactivos tales como, pero sin que ello pretenda ser limitante, tensioactivos iónicos (*p. ej.*, sulfato, sulfonato, fosfato y carboxilato); sulfatos (*p. ej.*, sulfatos de alquilo, lauril sulfato de amonio, lauril sulfato de sodio (SDS), alquil éter sulfatos, laureth sulfato de sodio y myreth sulfato de sodio); tensioactivos anfóteros (*p. ej.*, alquilbetaínas tales como lauril-betaína); sulfonatos (*p. ej.*, dioctil sulfosuccinato de sodio, perfluorooctanosulfonato, perfluorobutanosulfonato, y alquil benceno sulfonatos); fosfatos (*p. ej.*, alquil aril éter fosfato y alquil éter fosfato); carboxilatos (*p. ej.*, alquil carboxilatos, sales de ácido graso (jabones), estearato de sodio, lauroil sarcosinato de sodio, fluorotensioactivos de carboxilato, perfluoronanoato y perfluorooctanoato); catiónicos (*p. ej.*, sales de alquilamina tales como acetato de laurilamina); tensioactivos dependientes del pH (aminas primarias, secundarias o terciarias); cationes de amonio cuaternario cargados permanentemente (*p. ej.*, sales de alquiltrimetilamonio, bromuro de cetil trimetilamonio, cloruro de cetil trimetilamonio, cloruro de cetilpiridinio y cloruro de bencetonio); y tensioactivos zwitteriónicos, sales de amonio cuaternario (*p. ej.*, cloruro de lauril trimetil amonio and cloruro de alquil bencil dimetilamonio), y polioxietilentalquilaminas.

Los tensioactivos no iónicos adecuados que se pueden usar junto con la composición aglutinante incluyen poliéteres (*p. ej.*, condensados de óxido de etileno y óxido de propileno, que incluyen éteres y tioéteres de alquilo y alcarilo de cadena lineal y ramificada y polietilenglicol y polipropilenglicol); alquilfenoxipoli(etileno)etanolos que tienen grupos alquilo que contienen de aproximadamente 7 a aproximadamente 18 átomos de carbono y que tienen de aproximadamente 4 a aproximadamente 240 unidades etileno (*p. ej.*, heptilfenoxipoli(etileno)etanolos y nonilfenoxipoli(etileno)etanolos); derivados de polioxialquilo de hexitol que incluyen sorbitanos, sorbidos, manitanos y manidas; ésteres parciales de ácidos grasos de cadena larga (*p. ej.*, derivados de polioxialquilo de monolaurato de sorbitano, monopalmitato de sorbitano, monoestearato de sorbitano, triestearato de sorbitano, monooleato de sorbitano y trioleato de sorbitano); condensados de óxido de etileno con una base hidrófoba, formándose la base por condensación de óxido de propileno con propilenglicol; condensados que contienen azufre (*p. ej.*, los condensados preparados condensando óxido de etileno con mercaptanos de alquilo superior, tales como nonil, dodecil o tetradecil mercaptano, o con alquiltiofenoles donde el grupo alquilo contiene de aproximadamente 6 a aproximadamente 15 átomos de carbono); derivados de óxido de etileno de ácidos carboxílicos de cadena larga (*p. ej.*, ácidos láurico, mirístico, palmítico y oleico, tales como ácidos grasos de aceite de resina); derivados de óxido de etileno de alcoholes de cadena larga (*p. ej.*, alcoholes de octilo, decilo, laurilo o cetilo); y copolímeros de óxido de etileno/óxido de propileno.

En al menos una realización a modo de ejemplo, los tensioactivos incluyen uno o más de Dynol 607, que es un 2,5,8,11-tetrametil-6-dodecin-5,8-diol, SURFONYL[®] 420, SURFONYL[®] 440 y SURFONYL[®] 465, que son tensioactivos etoxilados de 2,4,7,9-tetrametil-5-decin-4,7-diol (disponibles comercialmente de Evonik Corporation (Allentown, Pa.)), Stanfax (un laurilsulfato de sodio), Surfynol 465 (un 2,4,7,9-tetrametil-5-decin-4,7-diol etoxilado), Triton[™] GR-PG70 (1,4-bis(2-etilhexil)sulfosuccinato de sodio), y Triton[™] CF-10 (poli(oxi-1,2-etanodiol), alfa-(fenilmetil)-omega-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenoxi).

La composición aglutinante también puede incluir ácidos y bases orgánicos y/o inorgánicos como ajustadores

de pH en una cantidad suficiente para ajustar el pH a un nivel deseado. El pH puede ajustarse dependiendo de la aplicación prevista, para facilitar la compatibilidad de los ingredientes de la composición aglutinante, o para funcionar con varios tipos de fibras. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el ajustador de pH se utiliza para ajustar el pH de la composición aglutinante a un pH ácido. Ejemplos de ajustadores de pH ácidos adecuados incluyen ácidos inorgánicos tales como, pero sin que ello pretenda ser limitante, ácido sulfúrico, ácido fosfórico y ácido bórico y también ácidos orgánicos tales como ácido p-toluenosulfónico, ácidos mono- o policarboxílicos, tales como, pero sin que ello pretenda ser limitante, ácido cítrico, ácido acético y anhídridos de los mismos, ácido adípico, ácido oxálico y sus sales correspondientes. También, sales inorgánicas que pueden ser precursores de ácido. El ácido ajusta el pH, y en algunos casos, como se ha comentado anteriormente, actúa como un agente de reticulación. En otra realización a modo de ejemplo, se pueden incluir bases orgánicas y/o inorgánicas para aumentar el pH de la composición aglutinante. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, las bases pueden ser una base volátil o no volátil. Las bases volátiles a modo de ejemplo incluyen, por ejemplo, amoniaco y aminas sustituidas con alquilo, tales como metilamina, etilamina o 1-aminopropano, dimetilamina y etilmetilamina. Las bases no volátiles a modo de ejemplo incluyen, por ejemplo, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, carbonato de sodio e hidróxido de t-butilamonio.

El pH de la composición aglutinante cura en condiciones ácidas y tiene un pH natural entre aproximadamente 2,0 - 3,0. A este pH, la composición aglutinante puede tener un color rojo anaranjado tras el curado, y este color varía en apariencia debido a la concentración del aglutinante y la temperatura de curado. Se cree que el poliol de cadena larga (*p. ej.*, alcohol polivinílico) sufre una rápida eliminación de agua mediante desprendimiento de cadena a temperaturas superiores a su temperatura de descomposición, lo que provoca que el color cambie de amarillo a naranja, a marrón oscuro y a negro. Esta reacción está catalizada por ácido, lo que hace que la mayoría de los aglutinantes que contienen ácido carboxílico y alcohol polivinílico tengan un color amarillo anaranjado.

Tal color y apariencia variada pueden ser indeseables para algunas aplicaciones, particularmente aplicaciones que involucran tableros expuestos. Sin embargo, se ha descubierto inesperadamente que aumentar ligeramente el pH, tal como de 0,25 a 2,0 unidades de pH, hace que el color se aclare significativamente y reduce la apariencia variada o veteada. En particular, la apariencia del color se puede cambiar de un color rojo anaranjado a un color blanquecino aumentando el pH de 0,5 a 1,5 unidades de pH, o de 1,0 a 1,5 unidades de pH. Después del curado, dicha composición aglutinante tiene un pH de aproximadamente 5,0 a 9,0, incluyendo de aproximadamente 5,5 a aproximadamente 8,5 y de aproximadamente 6,0 a aproximadamente 8,0.

El pH del aglutinante curado se midió según el siguiente método: Una muestra de 40 g (+/- 0,2 g) se corta a través de todo el espesor del producto terminado y luego se corta en piezas pequeñas (aproximadamente 1,27 cm x 1,27 cm x 1,27 cm (aproximadamente 0,5 pulg x 0,5 pulg x 0,5 pulg)). Luego se añade a un vaso de precipitados un peso predeterminado w_1 de agua desionizada. Las piezas se sumergen en el agua y se agitan mecánicamente (por ejemplo, con batidora o manualmente exprimiendo) para que el agua moje completamente las piezas. Las piezas se sumergen en agua durante 5 minutos. Después de 5 minutos, se exprimen los trozos y se mide el pH del agua en 3 minutos. El pH del producto se determina como el promedio de tres mediciones.

El peso w_1 del agua desionizada se determina por la LOI (en %) del producto usando la fórmula:

El peso w_1 para un producto con la LOI del 10% sería $800 \text{ g} (10 \cdot 2 \cdot 40 \text{ g} = 800 \text{ g})$.

Como se ilustra en la Figura 1, a medida que aumenta el pH de la composición aglutinante, el color de la composición aglutinante curada se aclara drásticamente desde un color naranja oscuro a un pH sin curar de 2,7 hasta un color esencialmente blanco a un pH sin curar de 4,03. Comenzó a producirse un cambio de color significativo a medida que el pH sin curar se acercaba a 3,5.

La Figura 2 ejemplifica además el cambio de color observado en la composición aglutinante de ácido poliacrílico/sorbitol/alcohol polivinílico ("PAA/S/PVOH") curada a medida que aumenta el pH, en comparación con una composición aglutinante basada en carbohidratos tradicional

En la Figura 2, el impacto del color se midió utilizando las coordenadas $L^*a^*b^*$, que es un ensayo que se modeló a partir de una teoría del color opuesto que afirma que dos colores no puede ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. La Figura 2 ilustra el valor b^* (medido con un instrumento HunterLab Mini Scan EZ), que es la coordenada amarilla/azul (amarilla cuando es positiva, azul cuando es negativa). Un número más bajo en esta escala indica menos amarillamiento. Como se muestra en la Figura 2, el valor del color b^* disminuye drásticamente desde más de 25 a un pH sin curar de alrededor de 2,8 hasta entre 4 y 7 en un intervalo de pH sin curar de aproximadamente 4,1 a 4,3. Esta reducción en el valor de color b^* indica que cualquier color amarillo en el aglutinante curado es mucho más claro y más cercano al blanco, a medida que la línea se acerca a 0. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, la composición de aglutinante logra un valor de color b^* , usando coordenadas $L^*a^*b^*$, de menos de 45, tal como menos de 40, menos de 35, menos de 30, menos de 25, menos de 20, menos de 15, menos de 10 y menos de 5.

Este ajuste del pH puede lograrse con la inclusión de bases orgánicas y/o inorgánicas en una cantidad suficiente para ajustar el pH al nivel deseado. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la base es una base no volátil. Bases orgánicas y/o inorgánicas a modo de ejemplo incluyen hidróxido de sodio, hidróxido de amonio y dietilamina, y cualquier tipo de amina primaria, secundaria o terciaria (incluida alcanolamina). De manera alternativa, o además, el ajuste del pH puede conseguirse incorporando agua alcalina de recuperación o de "lavado", que puede tener un pH de aproximadamente 7 a 8.

Por consiguiente, diversos aspectos de la presente solicitud se dirigen a métodos para controlar el color de una composición aglutinante curada controlando el pH del aglutinante. Sorprendentemente, tal aumento del pH tiene poco o ningún impacto sobre el rendimiento del producto. Tal efecto es inesperado, ya que otras composiciones aglutinantes basadas en ácidos policarboxílicos y/o carbohidratos demostraron el efecto opuesto, en el sentido de que aumentar el pH de 1,0 a 1,5 unidades de pH provocó una disminución en el rendimiento y un aumento del color indeseable. La Tabla 1, a continuación, ilustra los datos de recuperación para paneles aislantes de fibra de vidrio de baja densidad preparados usando tanto una composición aglutinante de acuerdo con la presente descripción (PAA/S/PVOH) como una composición aglutinante híbrida de almidón convencional, con niveles variables de aumento del pH. Se midió el espesor de cada producto, se comprimió durante aproximadamente una semana y luego se liberó. Esto se hizo tanto en condiciones secas (temperatura ambiente y aproximadamente 50% de humedad relativa) como calientes/húmedas (32,2°C (90°F) y 90% de humedad relativa). La recuperación del espesor se midió entonces y se muestra a continuación, en la Tabla 1. Como el pH se incrementó debido a la adición de agua de lavado (WW) o "agua recuperada", los tableros formados con la composición aglutinante de PAA/S/PVOH demostraron una recuperación de espesor mayor que los tableros formados usando una composición aglutinante híbrida de almidón convencional.

25 TABLA 1

	Datos de recuperación			
	PAA/S/PVOH		Aglutinante híbrido de almidón	
	Seco	Caliente/húmedo	Seco	Caliente/húmedo
Aglutinante; pH +0,0	96%	93%	95%	90%
Aglutinante+WW; pH +0,5	96%	94%	100%	89%
Aglutinante+WW; pH +1,0	92%	91%	96%	82%
Aglutinante+WW; pH +1,5	93%	91%	93%	75%

Cuando está en un estado no curado, el pH de la composición aglutinante puede variar de aproximadamente 2 a aproximadamente 5, incluyendo todas las cantidades e intervalos entremedias. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, el pH de la composición aglutinante, cuando está en un estado no curado, es de aproximadamente 2,2 - 4,0, incluyendo aproximadamente 2,5 - 3,8, y aproximadamente 2,6 - 3,5. Después del curado, el pH de la composición aglutinante puede aumentar hasta al menos un pH de 5,0, incluyendo niveles entre aproximadamente 6,5 y 7,2, o entre aproximadamente 6,8 y 7,2.

Opcionalmente, el aglutinante puede contener un agente supresor de polvo para reducir o eliminar la presencia de partículas inorgánicas y/u orgánicas que pueden tener un impacto adverso en la fabricación e instalación subsiguientes de los materiales de aislamiento. El agente supresor de polvo puede ser cualquier aceite mineral convencional, emulsión de aceite mineral, aceite natural o sintético, aceite de base biológica, o lubricante, tal como, pero sin que ello pretenda ser limitante, silicona y emulsiones de silicona, polietilenglicol, así como cualquier aceite de petróleo o no de petróleo con un punto de inflamabilidad alto para minimizar la evaporación del aceite dentro del horno.

En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante acuosa incluye hasta aproximadamente 10% en peso de un agente supresor de polvo, incluyendo hasta aproximadamente 8% en peso, o hasta aproximadamente 6% en peso. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante acuosa incluye entre 0% en peso y 10% en peso de un agente supresor de polvo, incluyendo de aproximadamente 1,0% en peso a aproximadamente 7,0% en peso, o de aproximadamente 1,5% en peso a aproximadamente 6,5% en peso, o de aproximadamente 2,0% en peso a aproximadamente 6,0% en peso, o de aproximadamente 2,5% en peso a 5,8% en peso.

El aglutinante incluye además agua para disolver o dispersar los sólidos activos para su aplicación sobre las fibras de refuerzo. Se puede añadir agua en una cantidad suficiente para diluir la composición aglutinante acuosa a una viscosidad que sea adecuada para su aplicación a las fibras de refuerzo y para lograr un contenido de sólidos deseado en las fibras. Se ha descubierto que la presente composición aglutinante puede contener un contenido de sólidos más bajo que las composiciones aglutinantes de fenol-urea-formaldehído o basadas en carbohidrato tradicionales. En particular, la composición aglutinante puede comprender de 5% a

35% en peso de sólidos aglutinantes, incluyendo sin que ello pretenda ser limitante, de 10% a 30%, de 12% a 20%, y de 15% a 19% en peso de sólidos aglutinantes. Este nivel de sólidos indica que la composición aglutinante objeto puede incluir más agua que las composiciones aglutinantes tradicionales. Sin embargo, debido a la alta velocidad de curado de la composición aglutinante, el aglutinante puede procesarse a un nivel de humedad de rampa alta (aproximadamente 8%-10%) y la composición aglutinante requiere menos eliminación de humedad que las composiciones aglutinantes tradicionales. El contenido de aglutinante puede medirse como pérdida por ignición (LOI). En ciertas realizaciones, la LOI es de 5% a 20%, incluyendo sin que ello pretenda ser limitante, de 10% a 17%, de 12% a 15% y de 13% a 14,5%.

En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante es capaz de lograr un rendimiento similar o superior que las composiciones aglutinantes fenólicas o híbridas de almidón tradicionales con una LOI inferior.

En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante acuosa también puede incluir uno o más aditivos, tales como un agente de acoplamiento, un diluyente, un potenciador de densidad de reticulación, un desodorante, un antioxidante, un agente supresor de polvo, un biocida, un agente resistente a la humedad, o combinaciones de los mismos. Opcionalmente, el aglutinante puede comprender, sin que ello pretenda ser limitante, tintes, pigmentos, cargas adicionales, colorantes, estabilizadores UV, estabilizadores térmicos, agentes antiespumantes, emulsionantes, conservantes (p. ej., benzoato de sodio), inhibidores de corrosión, y mezclas de los mismos. Se pueden añadir otros aditivos a la composición aglutinante para la mejora el rendimiento del proceso y del producto. Tales aditivos incluyen lubricantes, agentes humectantes, agentes antiestáticos y/o agentes repelentes al agua. Los aditivos pueden estar presentes en la composición aglutinante desde cantidades en trazas (tales como < aproximadamente 0,1% en peso de la composición aglutinante) hasta aproximadamente 10% en peso de los sólidos totales en la composición aglutinante.

En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante acuosa está sustancialmente exenta de un componente de ácido carboxílico monomérico. Los componentes de ácido policarboxílico monoméricos a modo de ejemplo incluyen ácido aconítico, ácido adípico, ácido azelaico, dihidrato de ácido butanotetracarboxílico, ácido butanotricarboxílico, anhídrido cloréndico, ácido citracónico, ácido cítrico, aductos de ácido dicitropentadieno-maleico, sal pentasódica del ácido dietilentriaminopentacético, aductos de dipenteno y anhídrido maleico, anhídrido endometilhexafluoroftálico, ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), colofonia maleica total, ácidos grasos de aceite de resina maleicos, ácido fumárico, ácido glutárico, ácido isoftálico, ácido itacónico, colofonia maleica-oxidación de insaturación con peróxido de potasio a alcohol y después a ácido carboxílico, ácido málico, anhídrido maleico, ácido mesacónico, ácido oxálico, anhídrido ftálico, ácido poliláctico, ácido sebácico, ácido succínico, ácido tartárico, ácido tereftálico, anhídrido tetrabromoftálico, anhídrido tetracloroftálico hidruro, anhídrido trimelítico y ácido trimésico.

En diversas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante acuosa incluye un poliol de cadena larga (p. ej., alcohol polivinílico total o parcialmente hidrolizado), un agente de reticulación primario (p. ej., ácido policarboxílico polimérico), y un agente de reticulación secundario (p. ej., un alcohol de azúcar). El intervalo de componentes usados en la composición aglutinante de la invención según la presente invención se expone en la Tabla 2.

TABLA 2

Componente	Una composición aglutinante acuosa descrita en la presente memoria (% en peso de sólidos totales)	Intervalo a modo de ejemplo de una composición aglutinante acuosa según la presente invención (% en peso de sólidos totales)
Poliol de cadena larga	5 - 30	10 - 20
Agente de reticulación	50 - 85	65 - 80
Poliol de cadena corta	3 - 30	5 - 25
Razón de COOH/OH	1/0,05 - 1/5	1/0,3 - 1/2
Razón poliol de cadena larga/poliol de cadena corta	0,1/0,9 - 0,9/0,1	0,4/0,6 - 0,6/0,4

Las composiciones aglutinantes acuosas según diversas realizaciones a modo de ejemplo de la presente divulgación pueden incluir además un catalizador/acelerador (p. ej., hipofosfito sódico), un tensioactivo y/o un agente de acoplamiento (p. ej., silano). Un intervalo a modo de ejemplo se establece en la columna de la derecha de la Tabla 3.

TABLA 3

Componente	Una composición aglutinante acuosa descrita en la presente memoria (% en peso de sólidos totales)	Intervalo a modo de ejemplo de una composición aglutinante acuosa según la presente invención (% en peso de sólidos totales)
Poliol de cadena larga	5 - 30	10 - 20
Agente de reticulación	50 - 85	65 - 80
Poliol de cadena corta	3 - 30	5 - 25
Catalizador	1,0 - 5,0	2,0 - 4,0
Agente de acoplamiento	0,1 - 2,0	0,15 - 0,8
Tensioactivo	0,01 - 5,0	0,1 - 1,0

- 5 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante se formula para tener un nivel reducido de material soluble en agua post-curado determinado extrayendo los materiales solubles en agua con agua desionizada durante 2 horas a temperatura ambiente usando aproximadamente 1000 g de agua desionizada por aproximadamente 1 gramo de aglutinante. Cuanto más alto es el nivel de material soluble en agua después del curado, más probable es que un material curado sufra de lixiviación si/cuando se expone al agua y/o un ambiente caliente/húmedo. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante no tiene más de 6% en peso de material soluble en agua después del curado. En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante tiene menos de 5,0% en peso de material soluble en agua después del curado, incluyendo menos de 5,0% en peso, 4,0% en peso, 3,0% en peso, menos de 2,5% en peso, menos de 2,0% en peso, menos de 1,5% en peso o menos de 1,0% en peso. Se ha descubierto que la reducción del nivel de material soluble en agua después del curado a no más de 6,0% en peso, mejorará la resistencia a la tracción de la composición aglutinante, en comparación con una composición aglutinante por lo demás similar que tiene más de 6,0% en peso de material soluble en agua después del curado.

N.º	PAA	Sorbitol	PVOH	Tracción/LOI ambiente	Tracción/LOI en caliente/húmedo	Color b*	% Soluble en agua	Razón de puntos de referencia
Ej. 1 Comp.	52,17%	0	47,83%	37,9	38,3	48,2	4,90%	COOH/OH = 1/1,5 (P/S = 1/0)
Ej. 2 Comp.	95,96%	0	4,04%	38,0	32,0	31,3	51,7%	COOH/OH = 1/0,07 (P/S = 1/0)
Ej. 3 Comp.	61,28%	38,72%	0	39,7	40,4	-0,5	6,5%	COOH/OH = 1/1,5 (P/S = 0/1)
Ej. 4 Comp.	95,96%	4,04%	0	44,3	38,7	1,5	15,9%	COOH/OH = 1/0,1 (P/S = 0/1)
A	61,84%	27,51%	10,65%	39,1	37,4	44,0	1,5%	COOH/OH = 1/1,34 (P/S = 0,21/0,79)
B	61,84%	8,15%	30,01%	39,5	38,8	48,2	2,6%	COOH/OH = 1/1,11 (P/S = 0,72/0,28)
C	66,39%	27,51%	6,10%	39,8	39,6	39,9	1,9%	COOH/OH = 1/1,13 (P/S = 0,13/0,87)
D	83,73%	10,17%	6,10%	40,8	33,5	40,0	3,4%	COOH/OH = 1/0,41 (P/S = 0,29/0,71)
E	71,51%	16,30%	12,20%	40,0	38,8	46,4	4,6%	COOH/OH = 1/0,82 (P/S = 0,34/0,66)

N.º	PAA	Sorbitol	PVOH	Tracción/LOI ambiente	Tracción/LOI en caliente/húmedo	Color b*	% Soluble en agua	Razón de puntos de referencia
F	52,17%	38,72%	9,11%	41,2	39,4	27,2	8,1%	COOH/OH = 1/2,05 (P/S = 0,14/0,86)
G	83,73%	8,15%	8,12%	45,4	38,4	40,6	5,7%	COOH/OH = 1/0,39 (P/S = 0,41/0,59)
H	91,52%	0	0,84%	32,09	26,29	19,47	93,4%	COOH/OH = 1/0,02 (P/S = 1/0)

Los ejemplos A, B, C, D, F, G y H anteriores se muestran con fines de referencia.

5 La cantidad de material soluble en agua que permanece en la composición aglutinante después del curado puede determinarse al menos en parte por la cantidad de grupos ácido carboxílico en el aglutinante. Particularmente, los grupos ácidos en exceso aumentan el contenido soluble en agua, lo que conduce a un aumento en el material soluble en agua post-curado. Como se muestra en la Tabla 4, a continuación, los Ejemplos 1 y 2 Comparativos tienen razones COOH/OH que son altamente ácidas, dando como resultado un porcentaje inaceptablemente alto de material soluble en agua después del curado. Por el contrario, el

10 porcentaje de material soluble en agua que queda después del curado disminuye sustancialmente a razones de COOH/OH de 1/0,1 o menos.

15 Se ha descubierto además que el contenido total de poliol debería contener al menos 10% en peso de uno o más polioles de cadena corta para producir una composición aglutinante con un nivel aceptablemente bajo (*p. ej.*, no mayor que 6% en peso) de material soluble en agua después del curado. Esto es particularmente sorprendente ya que generalmente, los polioles de cadena corta, tales como el sorbitol, tienen alta solubilidad en agua. Por lo tanto, sería de esperar que el aumento del nivel de sorbitol aumente la cantidad de material soluble en agua en la composición aglutinante.

20 En algunas realizaciones a modo de ejemplo, la composición aglutinante tiene una viscosidad de menos de aproximadamente 400 cP (1 cP = 0,001 Pa.s) al 30% de sólidos o menos, incluyendo menos de aproximadamente 300 cP al 30% de sólidos o menos, y menos de aproximadamente 200 cP al 30% de sólidos o menos. En diversas realizaciones a modo de ejemplo, la viscosidad de la composición aglutinante no es mayor de 250 cP al 30% de sólidos o menos.

25 Los productos fibrosos de la presente descripción comprenden una pluralidad de fibras orientadas aleatoriamente. En ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la pluralidad de fibras orientadas aleatoriamente son fibras minerales, incluyendo, pero sin que ello pretenda ser limitante, fibras de vidrio, fibras de lana de vidrio, fibras de lana mineral, fibras de lana de escoria, fibras de lana de roca, fibras cerámicas, fibras metálicas, y combinaciones de las mismas.

30

Opcionalmente, pueden usarse otras fibras de refuerzo tales como fibras naturales y/o fibras sintéticas tales como fibras de carbono, poliéster, polietileno, tereftalato de polietileno, polipropileno, poliamida, aramida y/o poliamida en las esteras de fibras no tejidas. La expresión "fibra natural" como se usa en la presente memoria se refiere a fibras vegetales extraídas de cualquier parte de una planta, incluyendo, pero sin que ello pretenda ser limitante, el tallo, semillas, hojas, raíces o floema. Los ejemplos de fibras naturales adecuadas para su uso como material de fibra de refuerzo incluyen fibras de madera, fibras celulósicas, paja, virutas de madera, hebras de madera, algodón, yute, bambú, ramio, bagazo, cáñamo, fibra de coco, lino, kenaf, sisal, lino, henequén y combinaciones de los mismos. Los productos no tejidos pueden estar formados enteramente de un tipo de fibra, o pueden estar formados de una combinación de tipos de fibras. Por ejemplo, los productos de aislamiento pueden estar formados por combinaciones de varios tipos de fibras de vidrio o varias combinaciones de diferentes fibras inorgánicas y/o fibras naturales dependiendo de la aplicación deseada. En ciertas realizaciones a modo de ejemplo, los productos de aislamiento están formados completamente de fibras de vidrio.

45 Habiendo descrito en general esta invención, se puede obtener una mayor comprensión haciendo referencia a ciertos ejemplos específicos ilustrados a continuación que se proporcionan solo con fines ilustrativos y no pretenden ser todos inclusivos ni limitativos a menos que se especifique lo contrario.

EJEMPLO 1

50 Se utilizaron formulaciones aglutinantes con razones variables de ácido carboxílico/hidroxilo y razones variables de alcohol polivinílico/sorbitol para formar tableros delgados (temperatura de curado de 218,2°C (425°F) y espesor de 0,3175 cm (0,125 pulg)) que se cortaron en tiras. Estas razones se representan a

continuación en la Tabla 5. Cada tira de tablero se sometió a un ensayo de flexión de 3 puntos, en donde se colocó una carga en el medio de cada tira y se midió la cantidad de carga que la tira de tablero era capaz de soportar antes de la rotura. Los resultados se representan en la Figura 3.

5 TABLA 5

Muestra	Razón COOH/OH	Razón PVOH/Sorbitol
1a	1/0,1	0,1/0,9
1b	1/0,1	0,5/0,5
1c	1/0,1	0,9/0,1
2a	1/0,66	0,1/0,9
2b	1/0,66	0,5/0,5
2c	1/0,66	0,9/0,1
3a	1/1,5	0,1/0,9
3b	1/1,5	0,5/0,5
3c	1/1,5	0,9/0,1

10 Como se ilustra en la Figura 3, dentro de cada razón de ácido carboxílico/grupo hidroxilo, la tensión de flexión/peso/LOI aumentó o disminuyó dependiendo de la razón de alcohol polivinílico/sorbitol. La tensión de flexión es un ensayo de flexión de tres puntos (*es decir*, fuerza hasta la rotura) que utiliza un tablero de 2,08 cm x 15,24 cm (2 pulg x 6 pulg) con un espesor de 0,3 cm (1/8 pulg). La tensión de flexión/LOI más alta global se logró cuando la razón ácido carboxílico/grupo hidroxilo era 1/0,66. Además, dentro de esta razón, la tensión de flexión/LOI aumentó adicionalmente cuando la razón de alcohol polivinílico/sorbitol era de 0,5/0,5. De hecho, una razón de alcohol polivinílico/sorbitol de aproximadamente 0,5/0,5 demostró la tensión de flexión más alta dentro de cada conjunto de razones de ácido carboxílico/grupo hidroxilo.

15 Las muestras se ensayaron adicionalmente para el impacto del color utilizando las coordenadas L*a*b*, que es un ensayo que se modeló a partir de una teoría del color opuesto que afirma que dos colores no puede ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. La Figura 4 ilustra el valor b*, que es la coordenada amarillo/azul (amarillo cuando es positivo, azul cuando es negativo). Un número más bajo en esta escala indica menos amarillamiento. Como se muestra en la Figura 4, las composiciones que incluían menos poliol de cadena larga (en este caso PVOH) demostraron menos coloración amarillenta y una mejora general del color.

25 EJEMPLO 2

Se utilizaron composiciones aglutinantes con razones variables de COOH/OH y de poliol de cadena larga/poliol de cadena corta para formar láminas de filtro impregnadas con aglutinante (BIF) de fibra de vidrio no tejido que tenían una anchura de 9,5 mm, un espesor de 0,5 mm y una longitud de 97 mm. Las láminas de BIF de fibra de vidrio no tejidas se curaron durante 3 minutos y 30 segundos a 218,3°C (425°F). La resistencia a la tracción, la pérdida por ignición (LOI), la resistencia a la tracción dividida por la LOI (resistencia a la tracción/LOI) y el color b* para cada muestra se determinaron en condiciones ambientales y condiciones de vapor ("caliente/húmedo"). La resistencia a la tracción se midió usando un Instron (velocidad de tracción de 5,08 cm/min (2 pulgadas/min)). La LOI de las fibras de refuerzo es la reducción en peso experimentada por las fibras después de calentarlas a una temperatura suficiente para quemar o pirolizar la composición aglutinante de las fibras. La LOI se midió según el procedimiento expuesto en TAPPI T-1013 OM06, Pérdida por ignición en esteras de fibra de vidrio (2006). Para crear el ambiente caliente/húmedo, las láminas de filtro se colocaron en un autoclave a 115°C (240°F) a una presión entre 2,8 MPa y 3,4 MPa (400 y 500 psi) durante 60 minutos.

40 Como se ilustra en la Figura 5, la tracción/LOI parecía aumentar en general tanto en condiciones ambientales como calientes/húmedas cuando se aumentaba la razón de poliol de cadena corta en la composición (dentro de una razón de COOH/OH de 1/0,1). Esta relación parece consistente con el nivel de materiales solubles de agua que permanecen en la composición después del curado. (Figura 6). La Figura 6 ilustra que a medida que aumenta la razón de poliol de cadena corta, disminuye el porcentaje de materiales solubles en agua en la composición después del curado. En particular, el valor del color b* también disminuye al aumentar la proporción de poliol de cadena corta.

45 Estas razones continúan cuando la razón de COOH/OH se ajusta a 1/1,5, como se ilustra en las Figuras 7 y 8. Sin embargo, en particular, el porcentaje de materiales solubles en agua que permanecen en la composición después del curado es sustancialmente menor en este intervalo de COOH/OH. Por ejemplo, incluso en una composición que carece de cualquier poliol de cadena corta, el porcentaje de material soluble en agua es inferior a 8,0% y después de que se añade algo de poliol de cadena corta, el porcentaje cae por debajo de

5,0%.

Sin embargo, a medida que la razón de COOH/OH se ajusta a 1/0,5, 1/0,1 y 1/1, aunque el porcentaje de material soluble en agua disminuye de manera similar con la razón creciente de poliol de cadena corta, la resistencia a la tracción tanto ambiente como caliente/húmedo permanecieron relativamente constantes independientemente de la razón de poliol de cadena larga/cadena corta. Véanse las Figuras 9 a 12. Debe observarse, sin embargo, que las mayores resistencias a la tracción/LOI ambiente se demostraron a razones de poliol de cadena larga/cadena corta de 0,5/0,5 y 0,3/0,7, cuando la razón de COOH/OH era 1/0,5 (resistencias a la tracción/LOI de aproximadamente 44 y 45, respectivamente).

La Figura 13 ilustra el cambio en la tracción/LOI para láminas de filtro impregnadas con composiciones aglutinantes que tienen razones de COOH/OH variables de 1/0,1 a 1/10. Como se ilustra, la tracción/LOI óptima en condiciones tanto ambientales como caliente/húmedo se puede ver cuando la razón de COOH/OH no es demasiado baja o demasiado alta. A razones de COOH/OH demasiado altas o demasiado bajas, la tracción/LOI en caliente/húmedo se resiente, lo que conduce a propiedades de resistencia insuficientes.

EJEMPLO 3

Se utilizaron composiciones aglutinantes con razones variables para formar tablero de aislamiento de fibra de vidrio (*p. ej.*, losas de techo). Los tableros de aislamiento formados con composiciones aglutinantes según la presente solicitud (marcados como PAA/S/PVOH en varias razones de ácido poliacrílico/sorbitol/alcohol polivinílico) se compararon con tableros formados usando tanto una composición aglutinante basada en carbohidratos convencionales ("Tablero con aglutinante híbrido de almidón") como una composición aglutinante de fenol-urea-formaldehído ("Tablero de PUF"). El módulo elástico, la resistencia a la compresión (Δb) y el pandeo (cm (pulgadas)) para cada muestra se determinaron en condiciones ambiente.

Como se ilustra en la Figura 14, cada una de las muestras de tablero de aislamiento de PAA/S/PVOH demostró módulo elástico de flexión mejorado, en comparación con las composiciones aglutinantes basadas en carbohidratos convencionales y las composiciones aglutinantes basadas en fenol-urea-formaldehído. PAA/S/PVOH 50:20:30 y PAA/S/PVOH 60:10:30 demostraron la mayor mejora, con niveles de módulo elástico de flexión a aproximadamente 480 kPa (70 psi) y 470 kPa (68 psi), respectivamente. Por el contrario, el tablero de PUF demostró un módulo elástico de flexión de aproximadamente 320 kPa (46 psi) y el tablero de aglutinante híbrido de almidón demostró un módulo elástico de aproximadamente 210 kPa (31 psi). En algunas realizaciones a modo de ejemplo, un tablero de aislamiento con un espesor de aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada) y una densidad de aproximadamente 96,1 kg/m³ (6 lb/pie³) según los presentes conceptos de la invención logra un módulo elástico de al menos 275 kPa (40 psi), que incluye al menos 310 kPa (45 psi), al menos 340 kPa (50 psi) y al menos 380 kPa (55 psi).

La Figura 15 ilustra el pandeo observado por varios paneles de tablero de aislamiento de 10,16 cm x 10,16 cm (4 pulg x 4 pulg) después de un número establecido de días en un entorno caliente/húmedo a 32,2°C (90°F)/90% de HR (humedad relativa).

Como se muestra en la Figura 15, las composiciones aglutinantes de PAA/S/PVOH que tienen niveles más bajos de PVOH (es decir, PAA/S/PVOH 60:20:15 y PAA/S/PVOH 75:10:15) demostraron menos pandeo en condiciones calientes/húmedas que tanto el tablero de PUF como el tablero de aglutinante híbrido de almidón. Esto indica que la reducción del poliol de cadena larga en las composiciones aglutinantes puede ayudar a mejorar el rendimiento en caliente/húmedo en aplicaciones que necesitan un estándar muy alto de rendimiento en condiciones calientes y húmedas.

La Figura 16 ilustra la resistencia a la compresión a una deformación del 10% de productos de tablero de fibra de vidrio de diferentes aglutinantes y % de LOI. El ensayo se realizó en tableros de aislamiento de 15,42 cm x 15,42 cm (6 pulg x 6 pulg), con un espesor de aproximadamente 2,54 cm (1 pulg) y una densidad de aproximadamente 96,11 kg/m³ (6 lb/pie³), según el método ASTM C-165. Como se ilustra en la Figura 16, la resistencia a la compresión de los tableros de aislamiento formados con un aglutinante de PAA/S/PVOH superó la de los tableros de aislamiento formados tanto con un aglutinante híbrido de almidón como con un aglutinante de PUF, demostrando resistencias a la compresión de aproximadamente 1269,4 kg/m² (260 lb/pie²) a más de 2441,2 kg/m² (500 lb/pie²). En algunas realizaciones a modo de ejemplo, un tablero de aislamiento de 15,24 cm x 15,24 cm (6 pulg x 6 pulg) con un espesor de aproximadamente 2,54 cm (1 pulg) según los presentes conceptos de la invención logra una resistencia a la compresión de al menos 976,5 kg/m² (200 lb/pie²), incluyendo al menos 1464,7 kg/m² (300 lb/pie²), al menos 1953 kg/m² (400 lb/pie²) y al menos 2441,2 kg/m² (500 lb/pie²).

La Figura 17 ilustra la resistencia de adhesión en la rotura de productos de tableros de fibra de vidrio de diferentes aglutinantes y % de LOI. El ensayo mide la resistencia en la dirección Z de tableros aislantes de 15,24 cm x 15,24 cm (6 pulg x 6 pulg) con un espesor de aproximadamente 2,54 cm (1 pulg) y una densidad de aproximadamente 96,11 kg/m³ (6 lb/pie³). Como se ilustra en la figura 17, la resistencia de adhesión de los

5 tableros de aislamiento formados con aglutinantes de PAA/S/PVOH excedía la del tablero de aislamiento formado con un aglutinante híbrido de almidón. Adicionalmente, los tableros de aislamiento formados con aglutinantes de PAA/S/PVOH demostraron una resistencia a la adhesión comparable a los tableros de aislamiento formados con un aglutinante de PUF, demostrando resistencias a la adhesión de aproximadamente 49 kg/m² (10 lb/pie²) a más de 73 kg/m² (15 lb/pie²). En algunas realizaciones a modo de ejemplo, un tablero de aislamiento de 15 cm x 15 cm (6 pulg x 6 pulg) con un espesor de aproximadamente 2,5 cm (1 pulg) según los presentes conceptos de la invención logra una resistencia a la adhesión de al menos 37 kg/m²/LOI (7,5 lb/pie²/LOI), incluyendo al menos 49 kg/m²/LOI (10 lb/pie²/LOI), al menos 61 kg/m²/LOI (12,5 lb/pie²/LOI) y al menos 73 kg/m²/LOI (15 lb/pie²/LOI).

10

Se apreciará que muchos aspectos más detallados de los productos y procesos ilustrados son en gran medida, conocidos en la técnica, y estos aspectos se han omitido con el fin de presentar de manera concisa los conceptos generales de la invención. Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a medios, materiales y realizaciones particulares, a partir de la descripción anterior, un experto en la técnica puede determinar fácilmente las características esenciales de la presente descripción y se pueden hacer varios cambios y modificaciones para adaptar los diversos usos y características sin apartarse del alcance de la presente invención como se describe anteriormente y se expone en las reivindicaciones adjuntas.

15

REIVINDICACIONES

1. Una composición aglutinante acuosa que comprende:
- 5 de 10% en peso a 20% en peso de al menos un poliol de cadena larga que tiene al menos dos grupos hidroxilo y un peso molecular promedio numérico de al menos 2.000 Daltons;
- de 65% en peso a 80% en peso de un agente de reticulación que comprende al menos dos grupos ácido carboxílico;
- 10 de 5% en peso a 25% en peso de un poliol de cadena corta que tiene al menos dos grupos hidroxilo y un peso molecular promedio numérico inferior a 2.000 Daltons; y
- un acelerador de curado,
- 15 en donde dicha composición aglutinante tiene un pH después del curado entre 5 y 9 y alcanza un valor de color b* después del curado, usando coordenadas L*a*b*, de menos de 45, y
- en donde el % en peso se basa en el contenido total de sólidos de la composición de aglutinante acuosa.
- 20 2. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 1, en donde dicho agente de reticulación es un ácido policarboxílico polimérico.
3. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 1, en donde dicho agente de reticulación está presente en la composición aglutinante en una cantidad de 70% en peso a 80% en peso, basado en el contenido total de sólidos de la composición aglutinante acuosa.
- 25 4. La composición aglutinante acuosa de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho poliol de cadena larga se selecciona del grupo que consiste en alcohol polivinílico y acetato de polivinilo.
- 30 5. La composición aglutinante acuosa de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicho poliol de cadena corta comprende uno o más de un alcohol de azúcar, ácido 2,2-bis(metilol)propiónico, tri(metilol)propano y una alcanolamina de cadena corta.
- 35 6. La composición aglutinante acuosa de la reivindicación 5, en donde el poliol de cadena corta comprende un alcohol de azúcar seleccionado del grupo que consiste en glicerol, eritritol, arabitol, xilitol, sorbitol, maltitol, manitol, iditol, isomaltitol, lactitol, celobitol, palatinitol, maltotritol, jarabes de los mismos, y mezclas de los mismos.
- 40 7. Un producto de aislamiento que comprende:
- una pluralidad de fibras orientadas aleatoriamente; y
- la composición aglutinante acuosa de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que reviste al menos
- 45 parcialmente dichas fibras.
8. El producto de aislamiento de la reivindicación 7, en donde las fibras comprenden una o más de fibras minerales, fibras naturales y fibras sintéticas.
- 50 9. El producto de aislamiento de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en donde las fibras comprenden fibras de vidrio, fibras de lana mineral o una mezcla de las mismas.
10. El producto de aislamiento de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde una razón de equivalentes molares de grupos ácido carboxílico a grupos hidroxilo en la composición aglutinante es de 1/0,05 a 1,0/5,0.

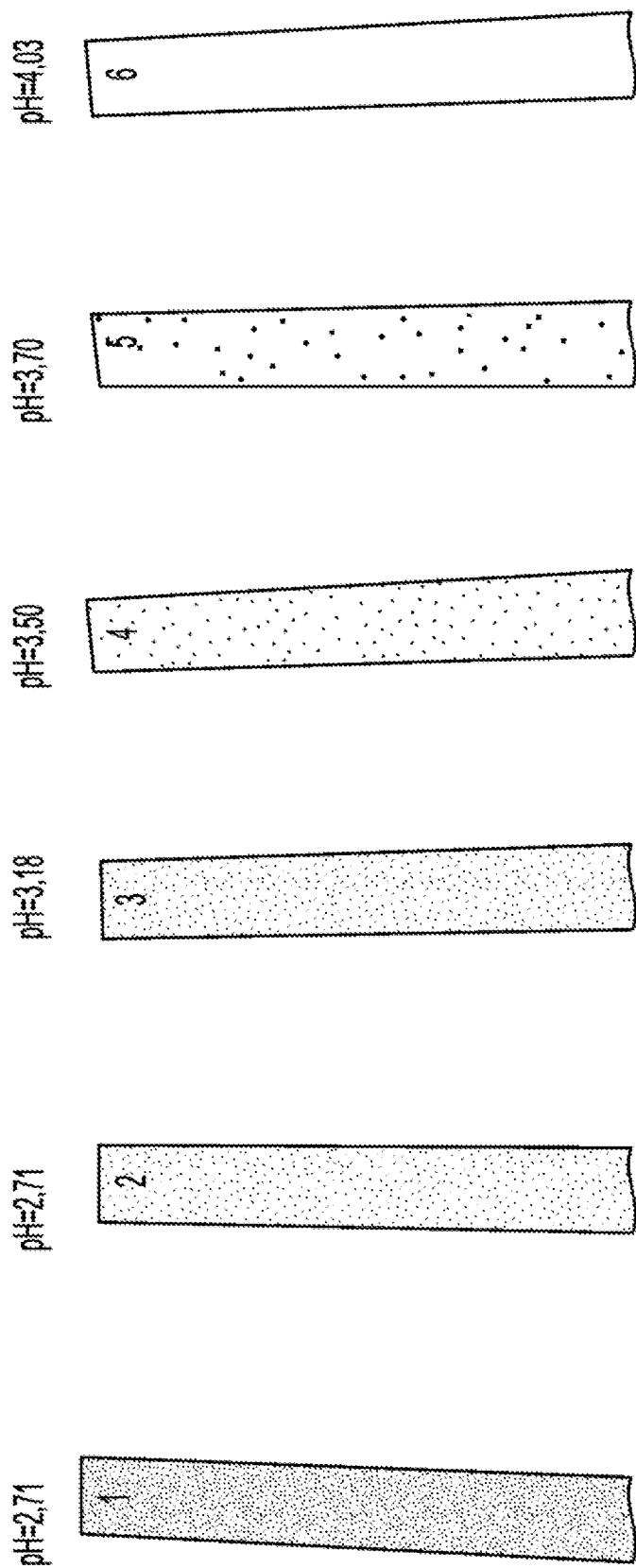


FIG. 1

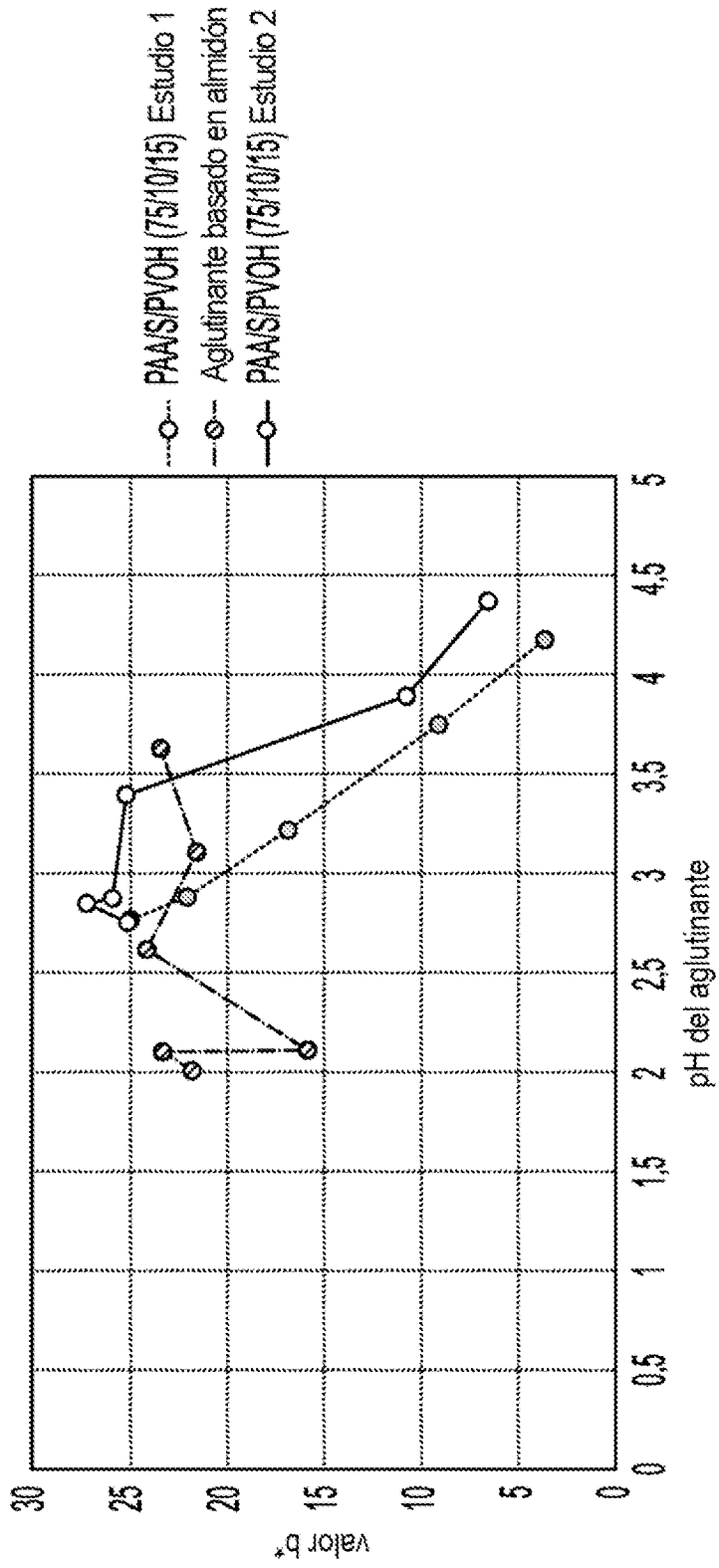
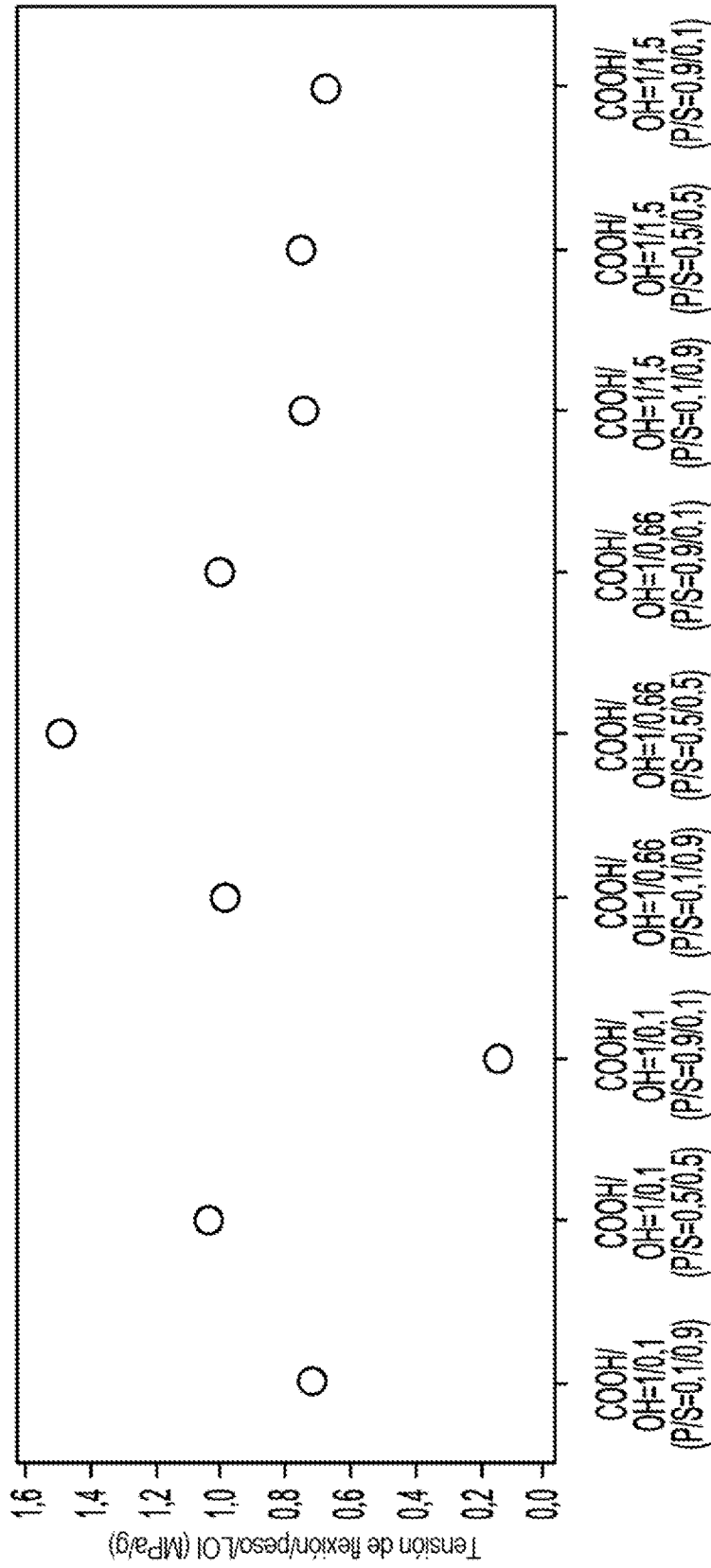
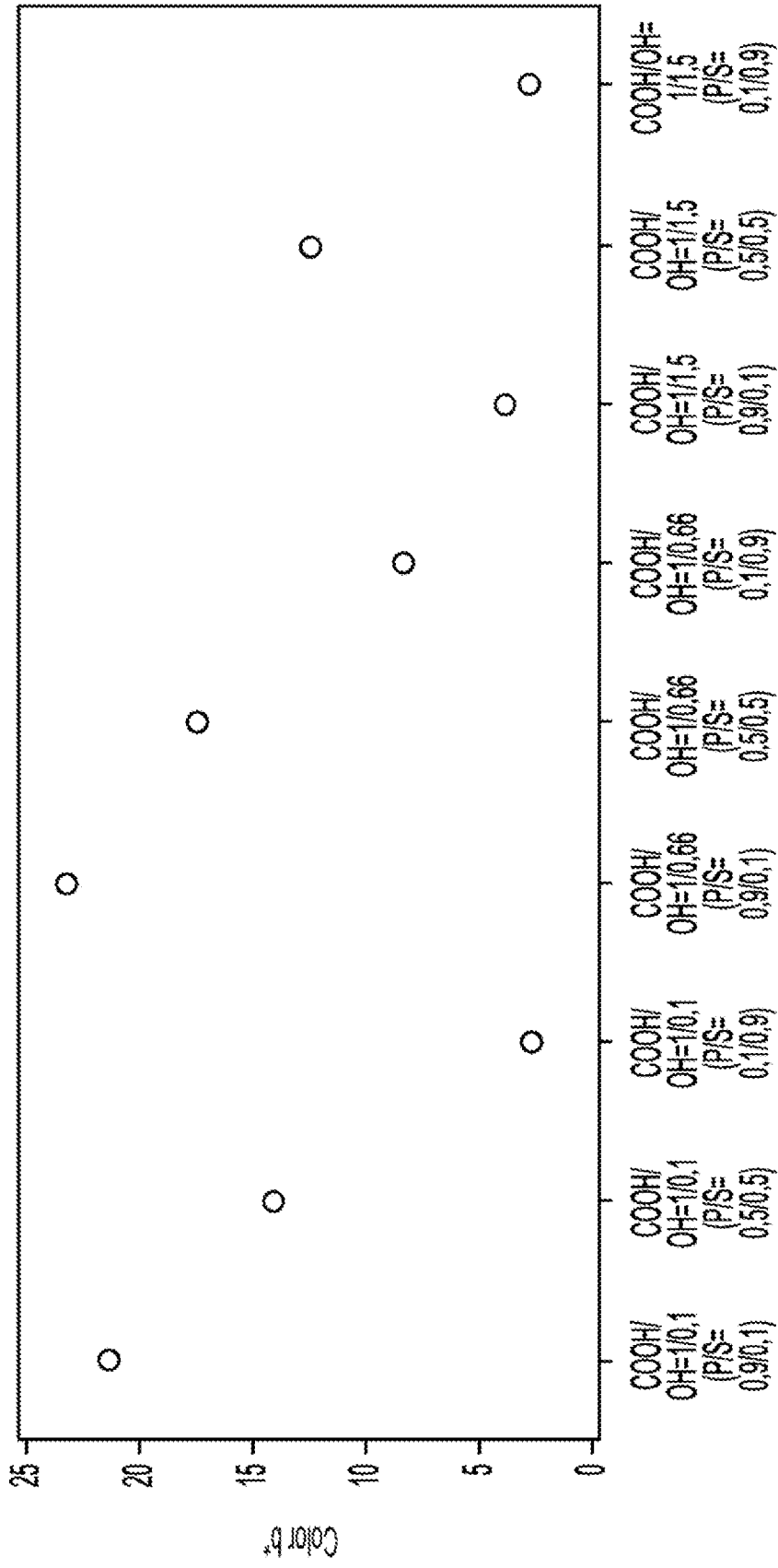


FIG. 2



Puntos de referencia

FIG. 3



Puntos de referencia

FIG. 4

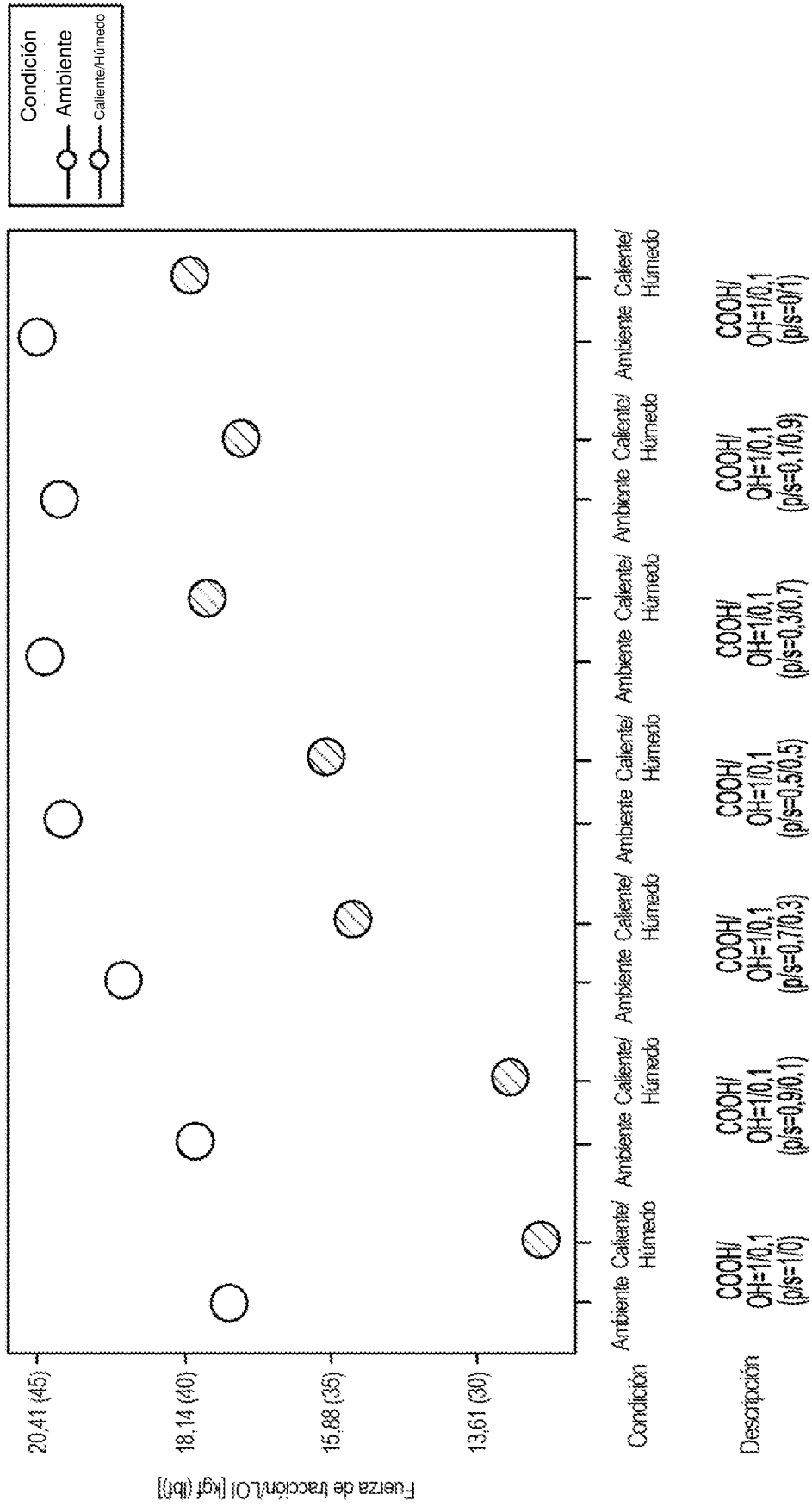


FIG. 5

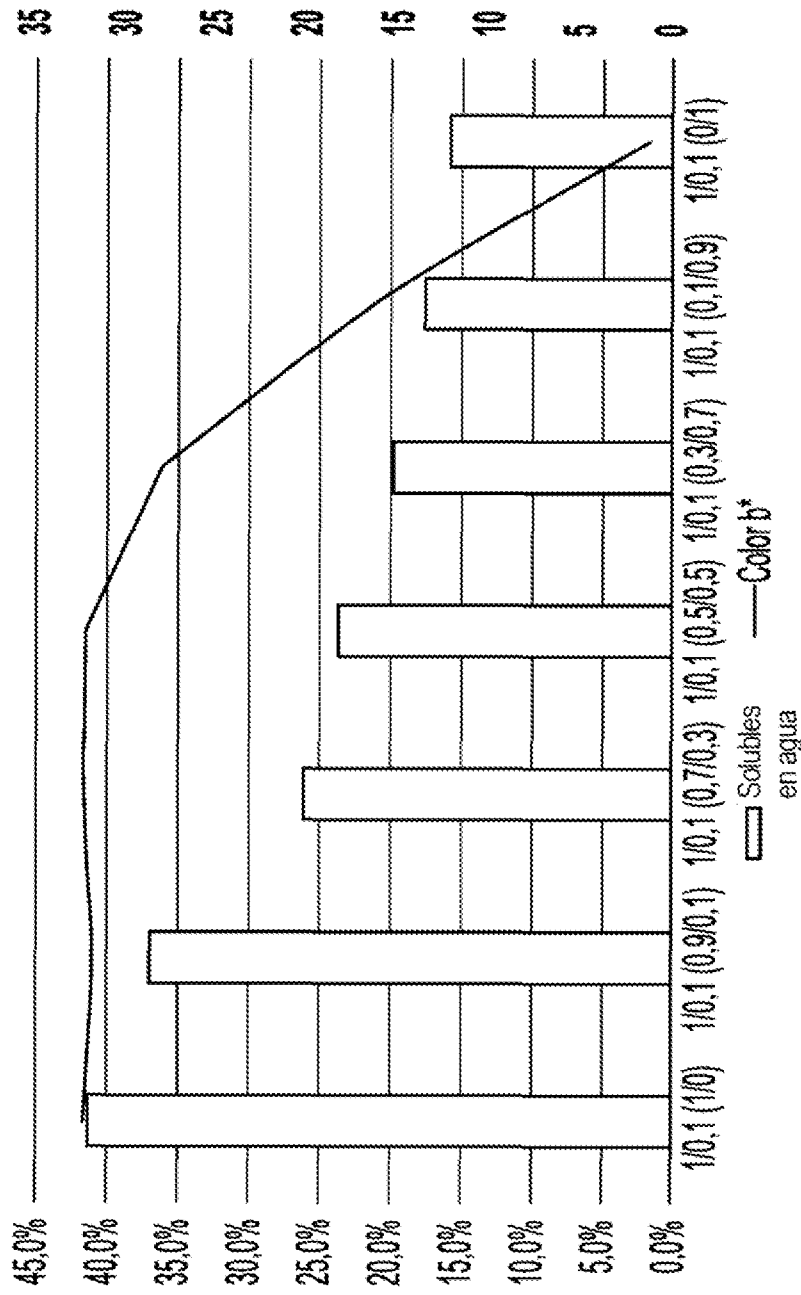


FIG. 6

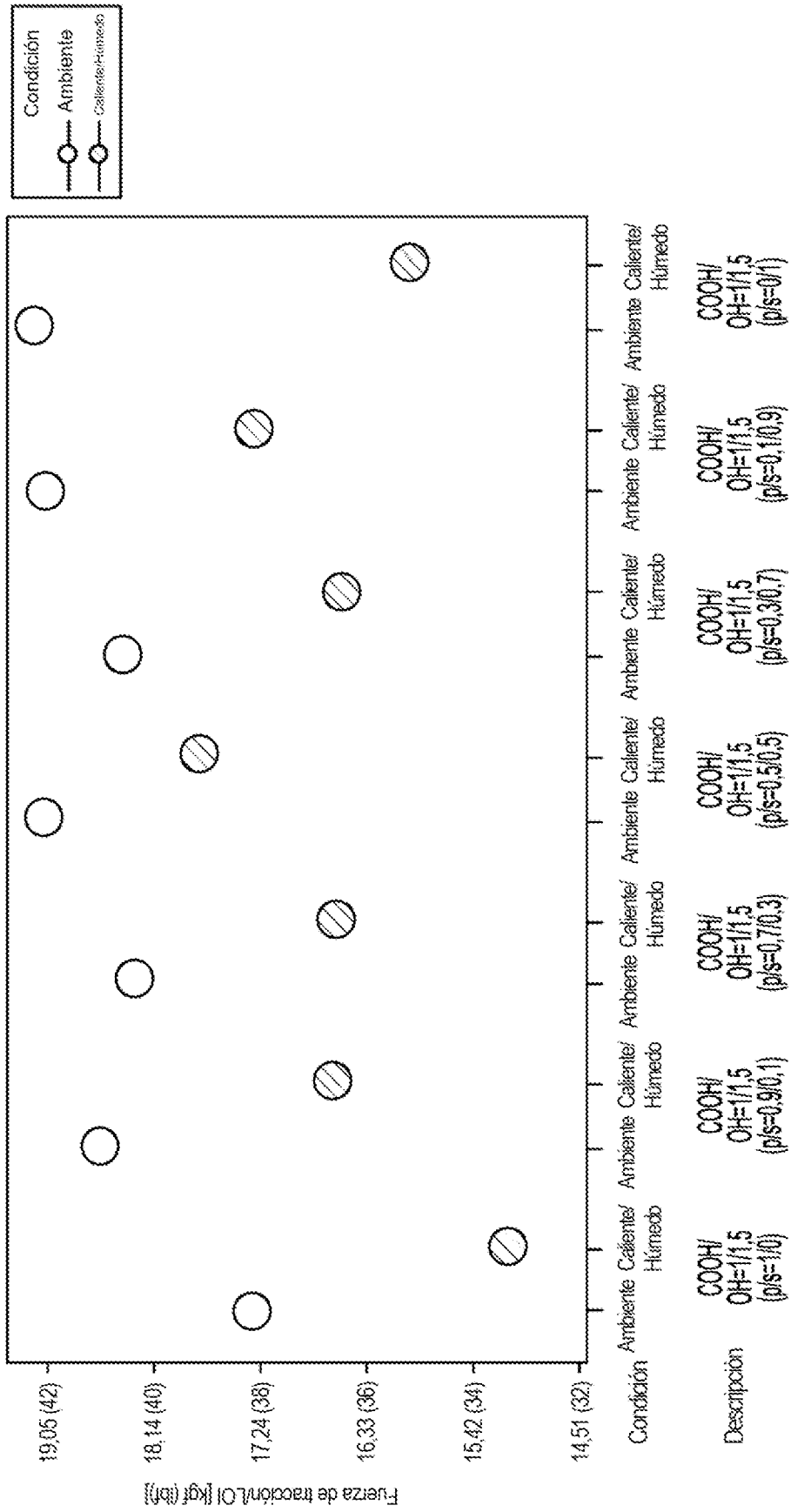


FIG. 7

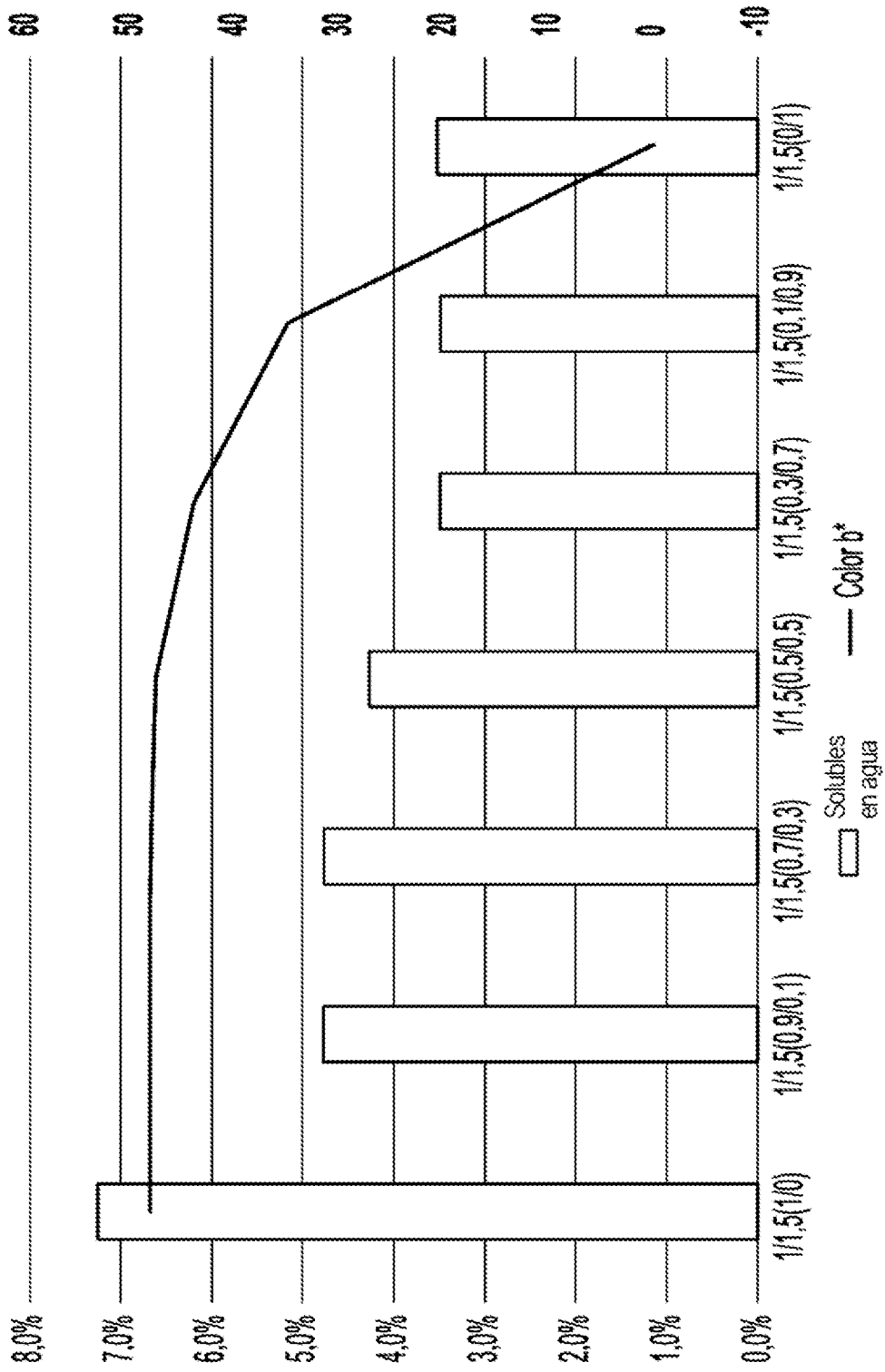


FIG. 8

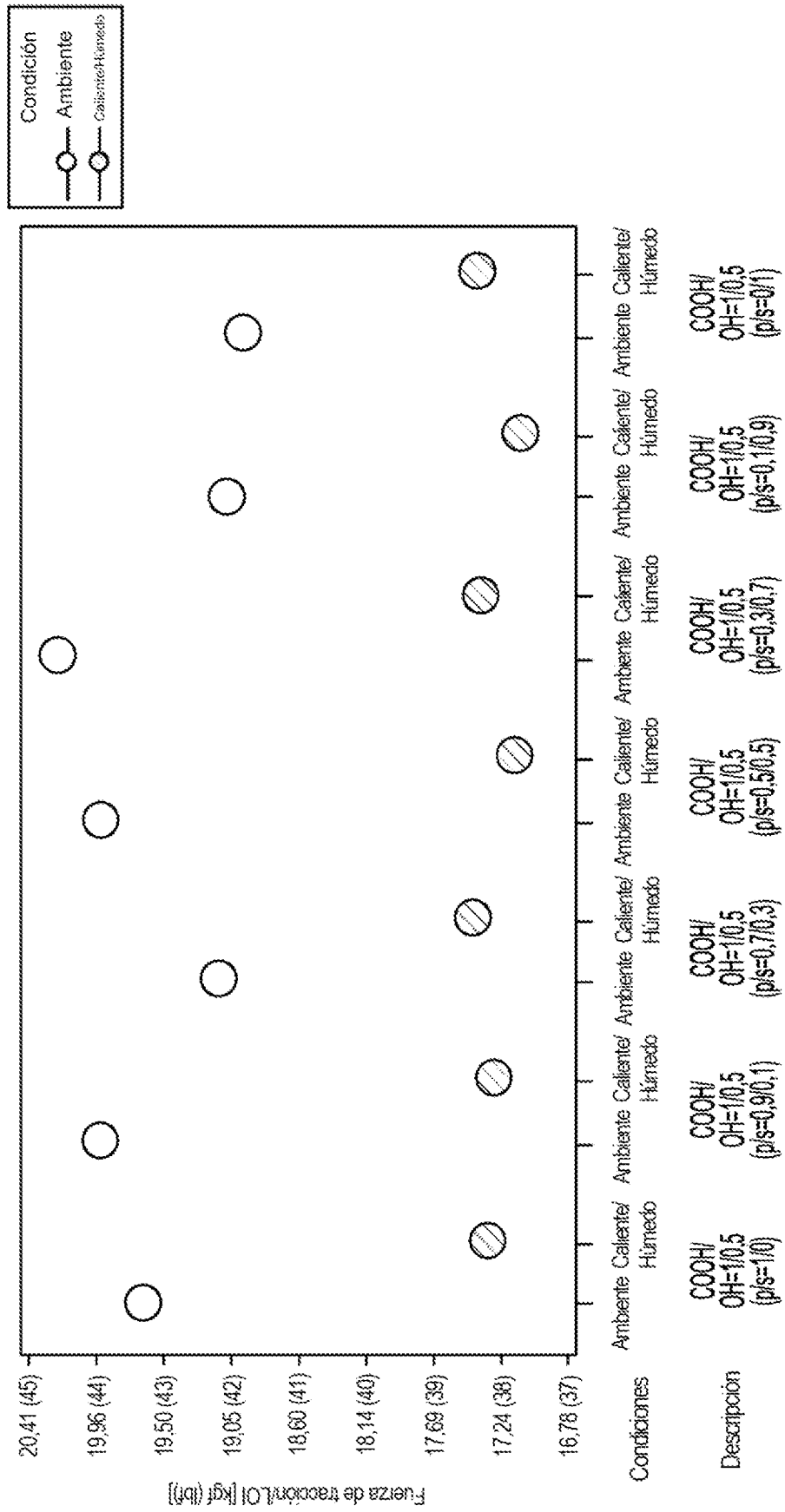


FIG. 9

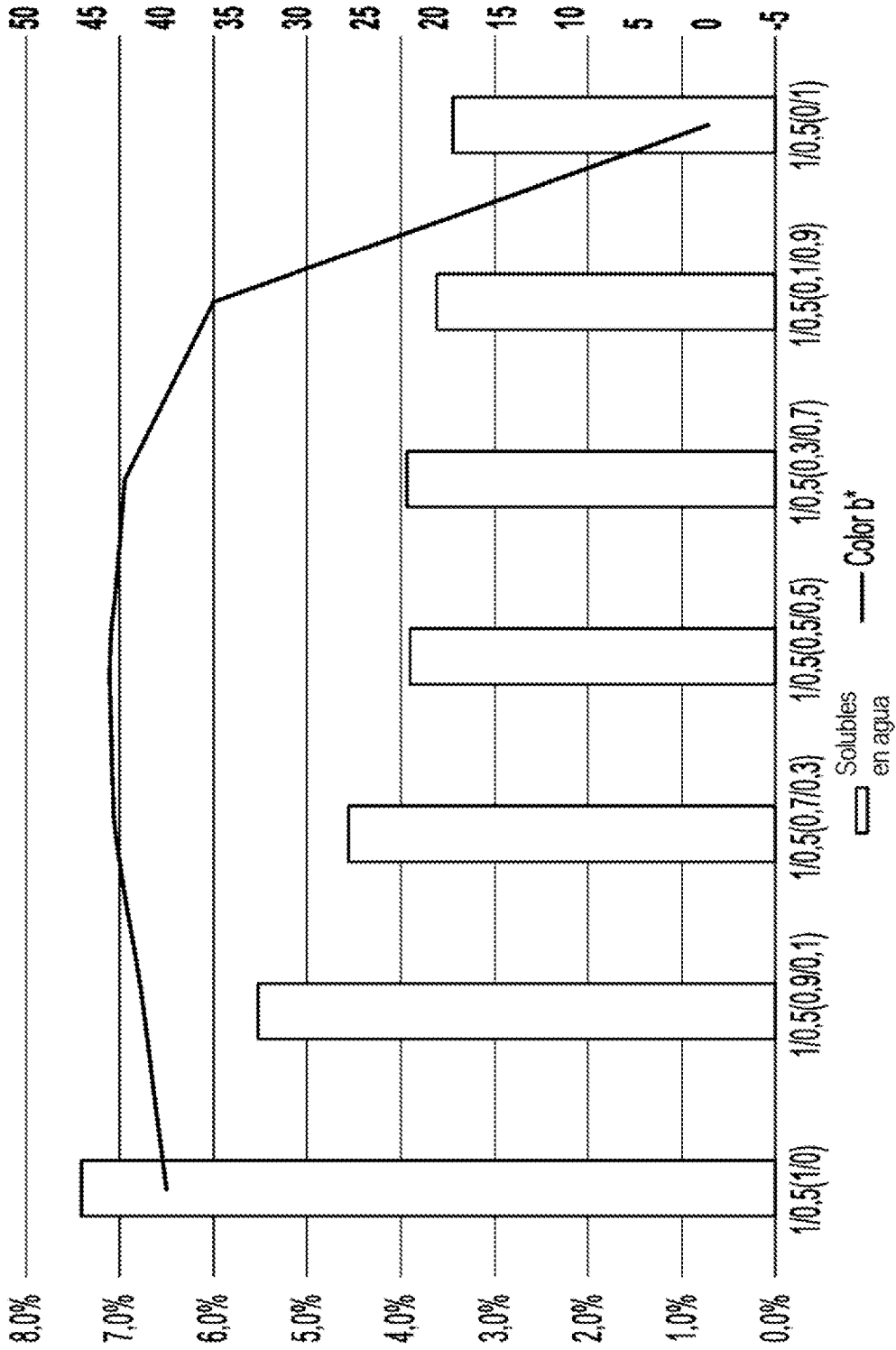


FIG. 10

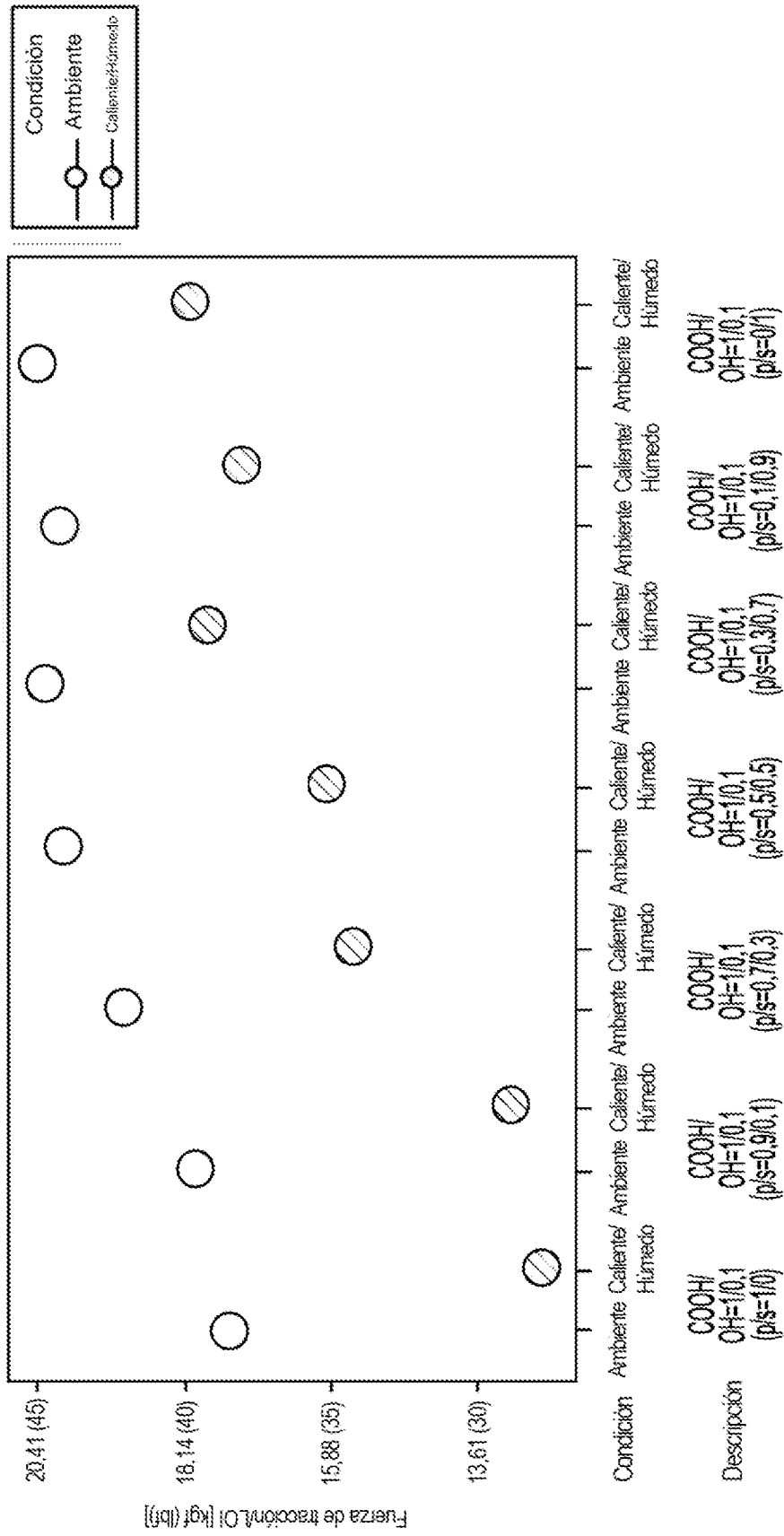


FIG. 11

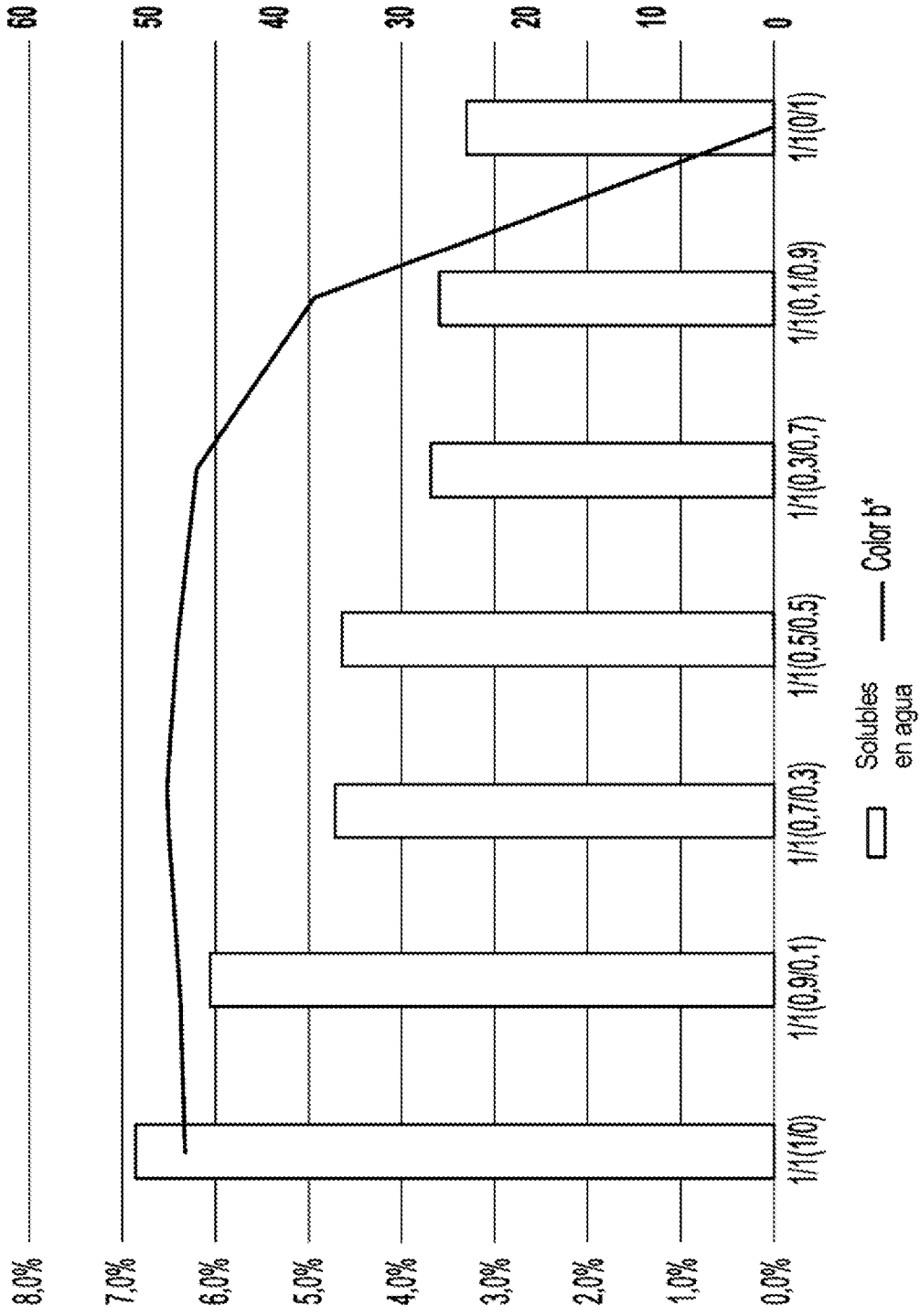


FIG. 12

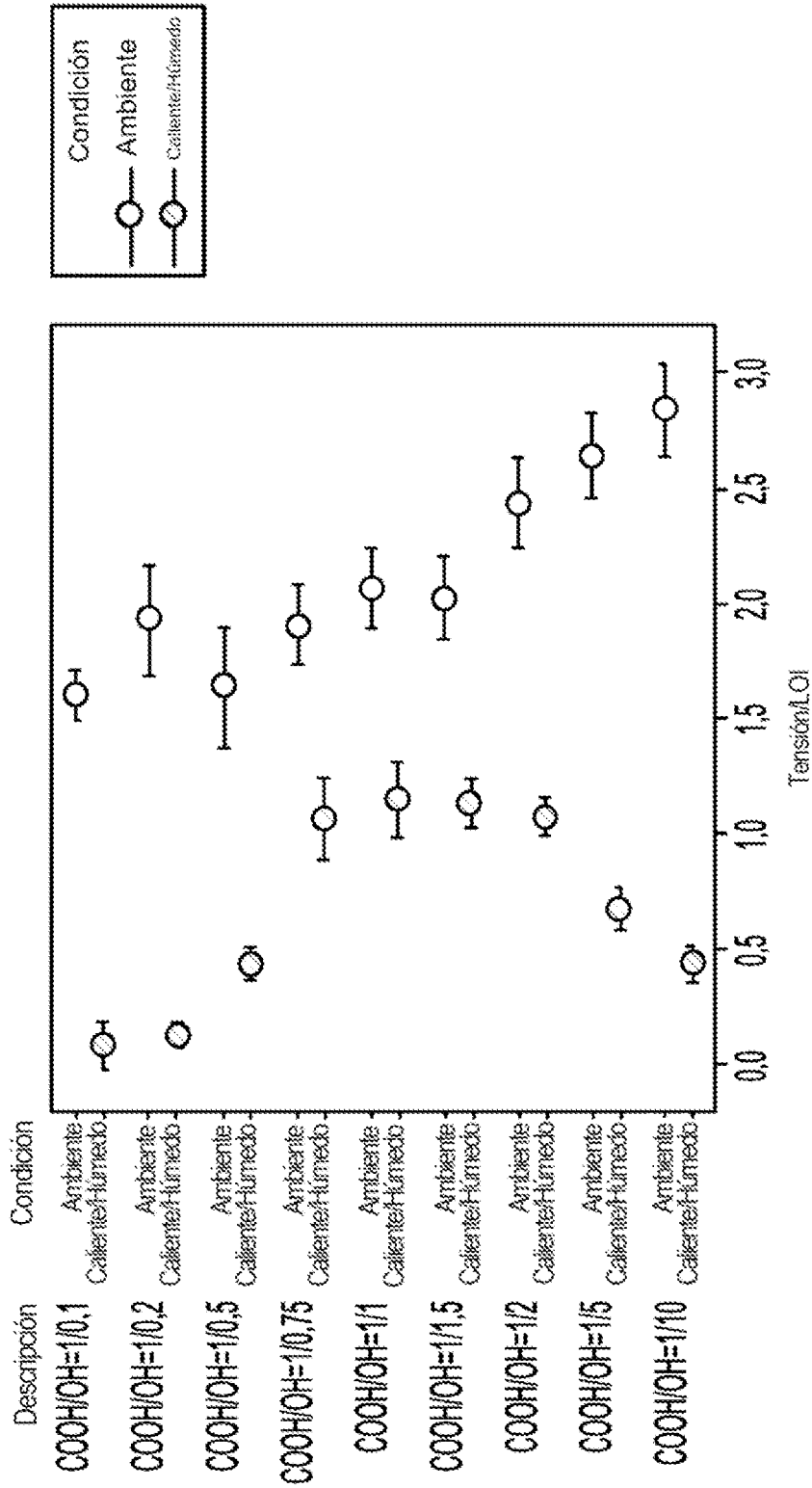
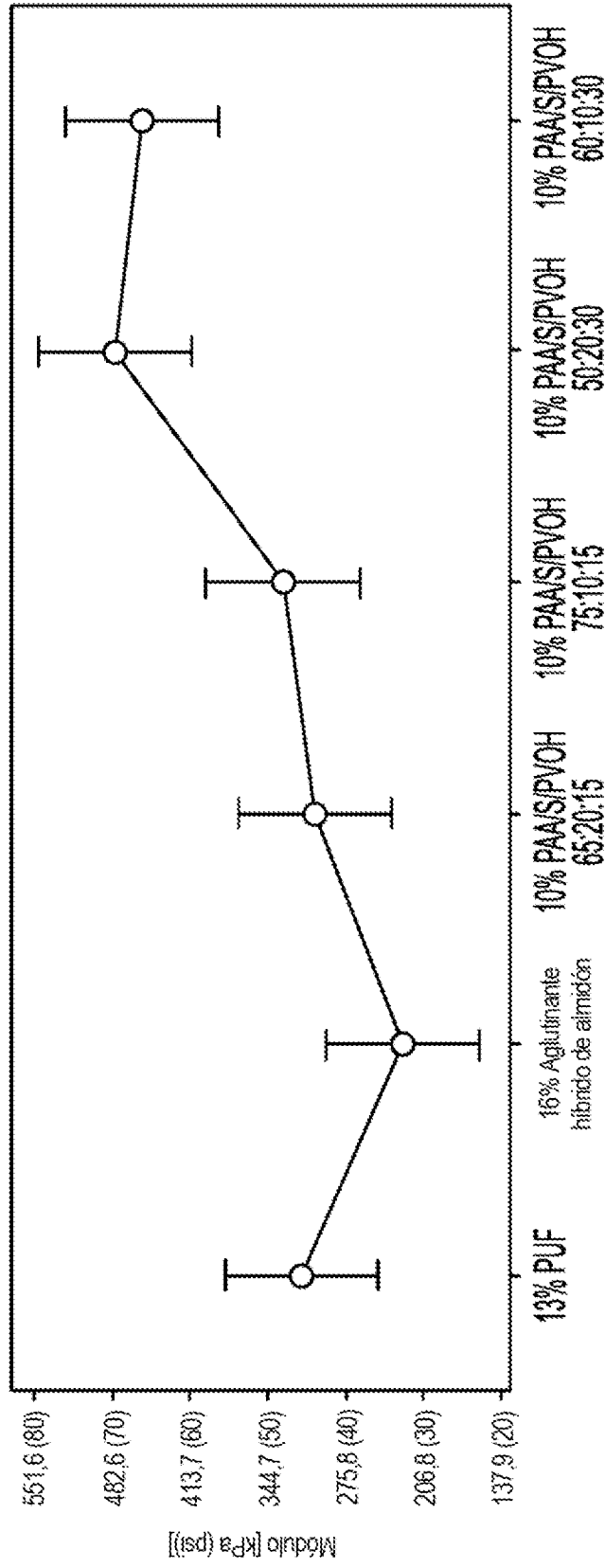


FIG. 13



ID de la muestra y %LOI

FIG. 14

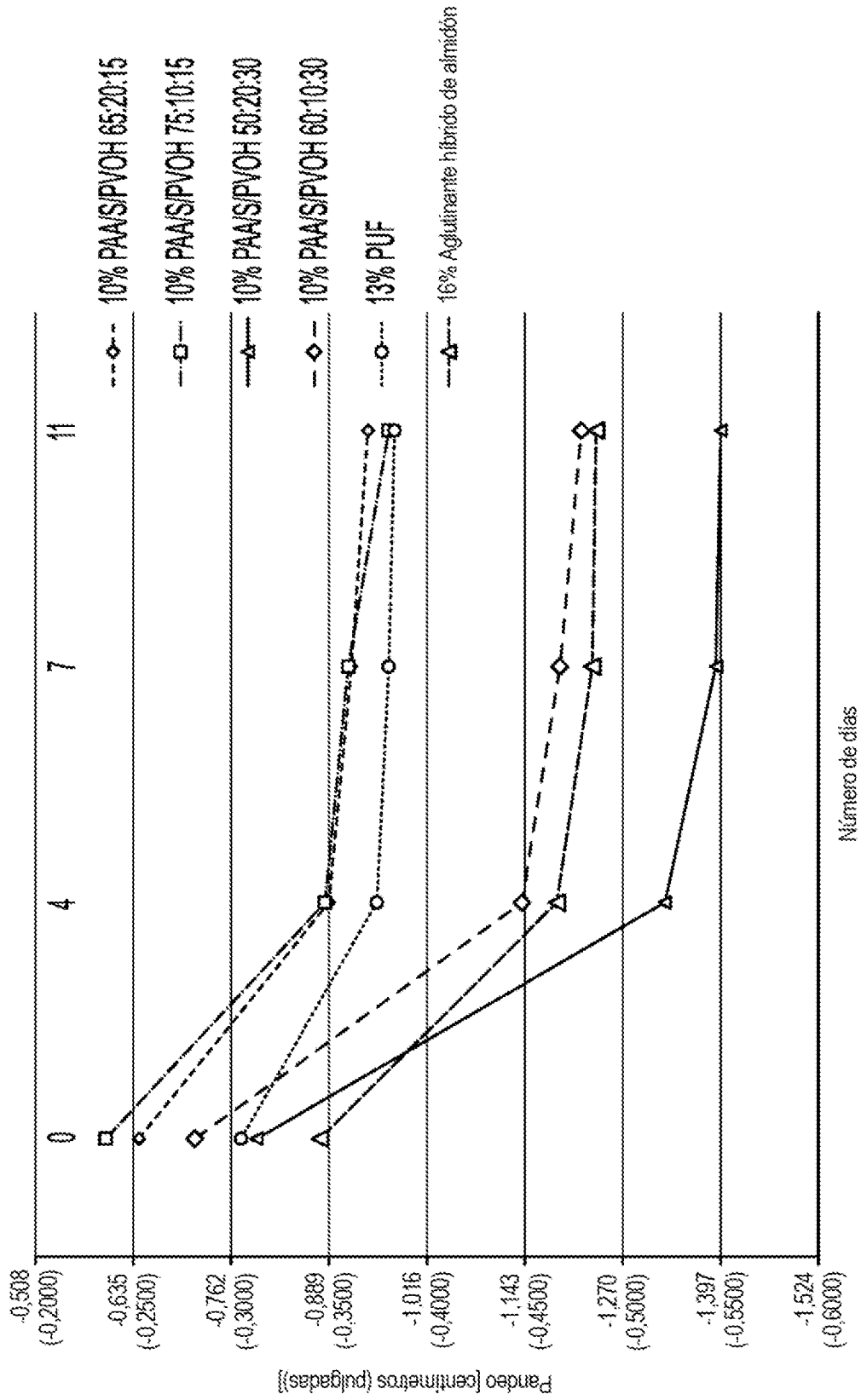


FIG. 15

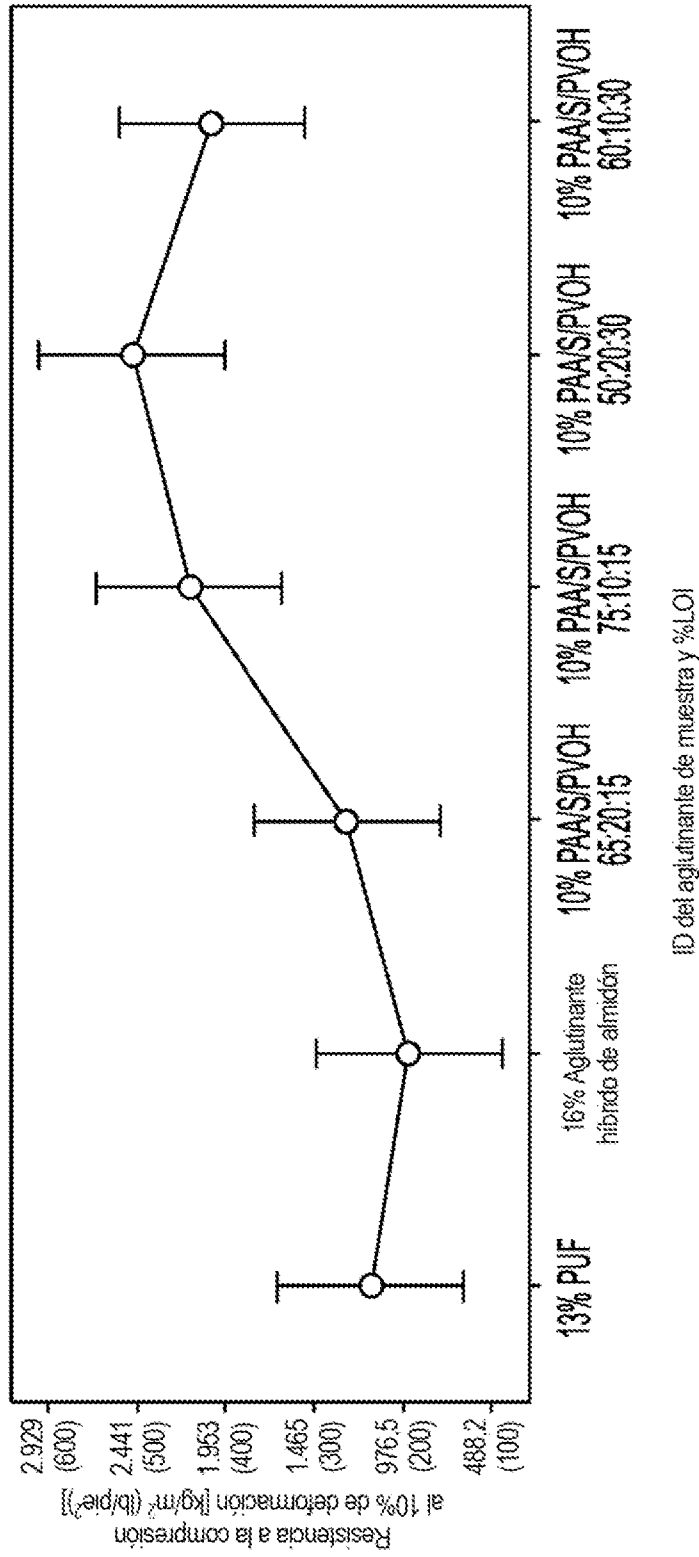


FIG. 16

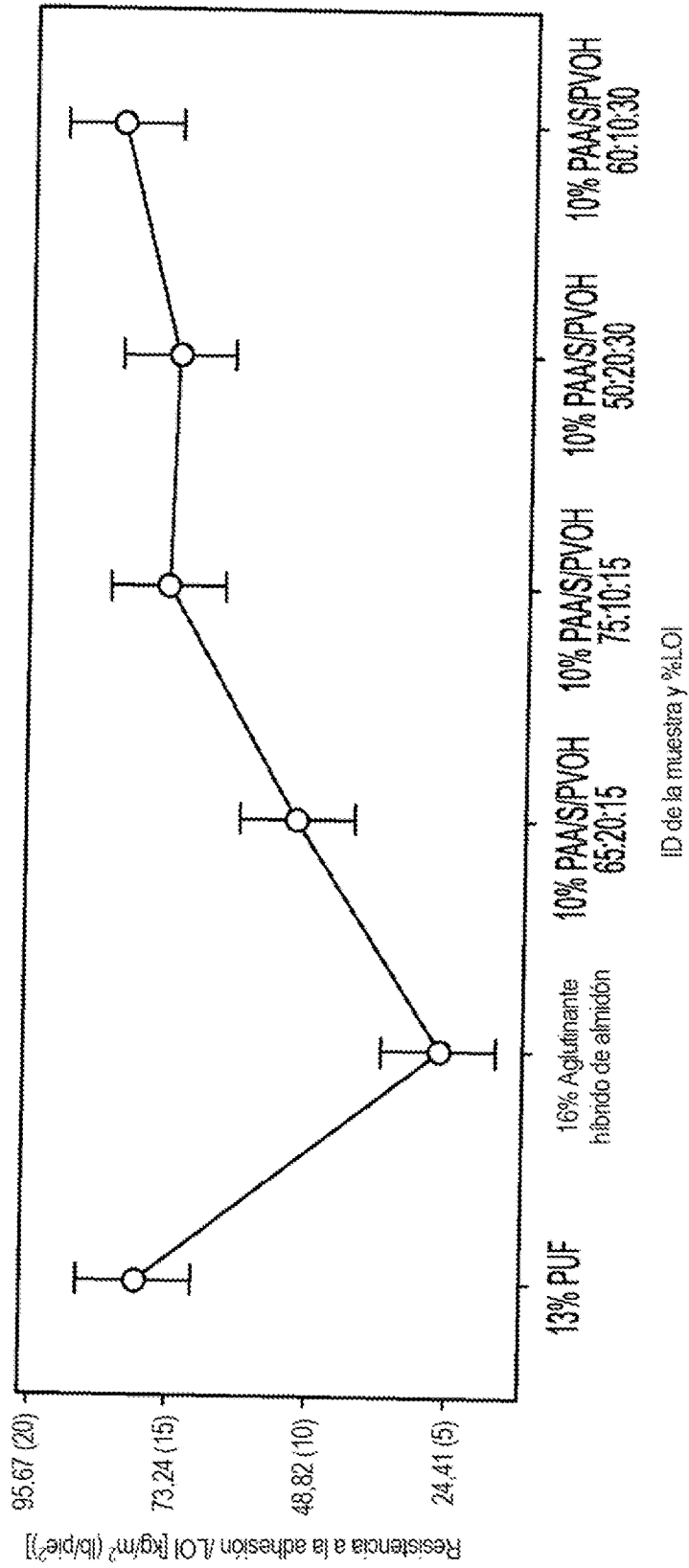


FIG. 17