

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 922 754**

51 Int. Cl.:

B27N 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2019 PCT/EP2019/057304**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2019 WO19180236**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2019 E 19712766 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2022 EP 3768478**

54 Título: **Composiciones hidrófugas y neutralizadoras del formaldehído que comprenden emulsiones de cera y resorcinol y su uso para aumentar la hidrofobicidad de tableros compuestos de madera y aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca**

30 Prioridad:

23.03.2018 EP 18382206

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

20.09.2022

73 Titular/es:

**FORESA TECHNOLOGIES S.L.U. (100.0%)
Avda. D^a Urraca 91
36650 Caldas de Rei, Pontevedra, ES**

72 Inventor/es:

**CASAS PÉREZ, JOSÉ MANUEL;
OTERO VÁZQUEZ, LUIS ALBERTO y
SÁNCHEZ GARCÍA, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 922 754 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 hidrófugas y neutralizadoras del formaldehído que comprenden emulsiones de cera y resorcinol y su uso para aumentar la hidrofobicidad de tableros compuestos de madera y aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca

Campo de la invención

La presente invención se refiere a composiciones que comprenden emulsiones de cera de ACEITE/AGUA, incluyendo emulsiones de cera derivadas del petróleo y de origen vegetal, y resorcinol. Las composiciones de acuerdo con la invención son útiles para preparar formulaciones hidrófugas, es decir, formulaciones impermeabilizantes; se pueden usar en la fabricación de varios materiales, por ejemplo, de tableros compuestos de madera, tales como tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, madera contrachapada y cartones, pero también de aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca. Las formulaciones de acuerdo con la invención también son útiles para favorecer la liberación de los materiales fabricados con las mismas de los moldes y la maquinaria usados durante la fabricación, para reducir la emisión de formaldehído, si se usa formaldehído durante la fabricación de los materiales, y para permitir una temperatura de prensado y un factor de prensado más bajos durante la fabricación de tableros.

Antecedentes de la invención

Fabricación de tableros compuestos de madera

La fabricación de tableros compuestos de madera, tales como tableros de partículas, tablero de fibra (MDF [*Medium Density Fiberboard*]) y HDF [*High Density Fiberboard*]), aglomerados, tableros de filamentos orientados y similares, generalmente comprende primero combinar virutas, fibras o partículas de madera y un adhesivo. La mezcla se calienta luego a presión para curar el adhesivo y formar el tablero deseado. Las resinas a base de formaldehído, tal como fenol-formaldehído (PF, *Phenol-Formaldehyde*), son adhesivos típicos usados en la fabricación de dichos tableros.

Para impartir características hidrófugas a los tableros compuestos de madera, en el estado de la técnica se conoce la inclusión de una emulsión de cera en el proceso de fabricación de tableros. Por lo tanto, una vez que el tablero está hecho, la cera proporciona propiedades hidrófobas al mismo y sirve para repeler la absorción de agua, evitando así el deterioro del tablero.

Los tableros compuestos de madera, así como los aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, fabricados con adhesivos a base de formaldehído, se sabe que producen emisiones de formaldehído, tanto durante su fabricación como también posteriormente, con el tiempo, durante su almacenamiento o uso. En general, se sabe que el formaldehído es un irritante fuerte y un agente alergénico, y también se clasifica como carcinógeno.

Fabricación de aislamientos de fibra de vidrio y aislamientos de lana de roca

La fabricación de productos de aislamiento de fibra de vidrio y lana de roca comprende generalmente una etapa de fabricación de la propia lana de roca y fibra de vidrio, que se puede realizar mediante diferentes procedimientos, por ejemplo, según las técnicas conocidas en el estado de la técnica como proceso rotativo (centrífuga interna), proceso en cascada (centrífuga externa) y proceso de atenuación de llama (crisol y bolas).

Para garantizar el montaje y adhesión de las fibras, una resina adhesiva, generalmente una resina termoestable, se proyecta sobre las fibras (fibra de vidrio o lana de roca), o se mezcla con las fibras. La mezcla de fibras y resina se somete a un tratamiento térmico, a una temperatura generalmente superior a 100 °C, para efectuar la policondensación de la resina y así obtener un producto de aislamiento térmico y/o acústico. Las composiciones adhesivas usadas comúnmente son resinas derivadas de formaldehído, similares a las utilizadas en la fabricación de tableros derivados de madera o tableros compuestos de madera. Durante la fabricación se pueden añadir aditivos adicionales a la mezcla de fibras y adhesivo, como, por ejemplo, catalizadores para reticular la resina o emulsiones impermeabilizantes (normalmente, a base de parafina).

Es decir, la fabricación de aislamientos de fibra de vidrio y de lana de roca tiene muchas similitudes con la fabricación de tableros derivados de madera o tableros compuestos de madera.

Formaldehído

El formaldehído es un monómero, que se usa para polimerizar con urea, melamina, fenol para formar resinas aminoplásticas. El formaldehído está en discusión como contaminante del aire en interiores desde 1960 (O. Wittmann (1962), Holz Roh-Werkst., 20, 221-224), cuando se documentó la liberación de formaldehído del tablero de partículas durante su uso. Los efectos adversos para la salud de la exposición al formaldehído en interiores, en especial, la irritación de los ojos y las vías respiratorias superiores, se informaron por primera vez a mediados de

1960. Las emisiones de formaldehído de materiales unidos con resina de urea formaldehído se identificaron pronto como la causa de las quejas. En consecuencia, en 1977, la antigua Agencia Federal de Salud de Alemania propuso un valor de referencia de 0,1 ppm para limitar la exposición humana en las viviendas. En Alemania y Dinamarca, los criterios para la limitación y regulación de las emisiones de formaldehído de los materiales derivados de la madera se establecieron en 1981. Otros países siguieron y emitieron regulaciones a mediados de 1980. El formaldehído se identificó como uno de los contaminantes prioritarios del aire en interiores (Sprengler J.D. *et al.* (1983). *Science*, 221(4605), 9-17). En paralelo, los primeros estudios sobre la carcinogenicidad del formaldehído desencadenaron una avalancha de trabajo científico.

El reglamento REACH (sobre el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y preparados químicos, *Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals*) entró en vigor en 2007. Es el marco principal para la regulación química en la Unión Europea y se adoptó para mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente de los riesgos que pueden presentar los productos químicos. El REACH no solo se aplica a aquellos productos químicos utilizados en procesos industriales, sino también a productos químicos en productos para uso previsto en la ubicación del cliente, por ejemplo, materiales de construcción, tejidos, productos de consumo y otros electrodomésticos.

La Agencia Europea de Productos Químicos solicita la provisión de un Informe sobre la Seguridad Química (ISQ) para los productos fabricados con formaldehído, siguiendo la "DECISIÓN SOBRE EVALUACIÓN DE SUSTANCIAS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 46, APARTADO 1, DEL REGLAMENTO (CE) NO 1907/2006 para formaldehído, NÚMERO CAS 50-00-0 (N.º CE 200-001-8)".

En 2004, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, *International Agency for Research on Cancer*) clasificó el formaldehído como carcinógeno humano (Grupo 1). La definición de un carcinógeno del Grupo 1 de acuerdo con la IARC es la siguiente: "Hay suficientes evidencias para concluir que puede causar cáncer en seres humanos". La evaluación se basa en información respecto a la relación entre el cáncer de nasofaringe y la leucemia relacionada con la exposición al formaldehído (*Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), 2006*). La Comisión Europea clasificó el formaldehído como carcinógeno 1B y mutágeno 2 el 5 de junio de 2014 en la ordenanza EU 605/2014. La categoría 1B establece que el efecto cancerígeno se ha demostrado en ensayos con animales y que es probable en seres humanos. La reclasificación da como resultado una serie de consecuencias dependiendo de la legislación nacional.

Para el lugar de trabajo, el *Comité Científico para los Límites de Exposición Profesional a agentes químicos (CCLEP)* recomendó una media ponderada cronológicamente de 8 horas de 0,3 ppm y un valor límite de exposición de corta duración de 0,6 ppm (*Comité Científico para los Límites de Exposición Profesional a agentes químicos (CCLEP), 2015*). El CCLEP considera al formaldehído como un carcinógeno del Grupo C (carcinógeno genotóxico con un umbral basado en el modo de acción). La Comisión alemana MAK (*Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 2016*) también define una concentración máxima en el lugar de trabajo de 0,3 ppm, y clasifica el formaldehído como un carcinógeno del Grupo 4 (sustancias que causan cáncer en seres humanos o animales, o que se consideran cancerígenas para los seres humanos y para las que se puede derivar un valor MAK). El *Instituto Federal Alemán de Salud y Seguridad Ocupacional (BAuA)* sostiene que la bibliografía actual indica concentraciones de exposición a formaldehído sin efectos adversos, que apoya la suposición de una concentración umbral y permite la derivación de un valor límite ocupacional (*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2015*).

En el año 2010, la OMS confirmó su valor de referencia en interiores para el formaldehído como 0,1 mg/m³ (*Organización Mundial de la Salud, 2010*). Se estudió a fondo la evaluación de la OMS en otro estudio, y se consideró que un valor de referencia del formaldehído de la calidad del aire de 0,1 mg/m³ era protector contra la irritación sensorial aguda y crónica en las vías respiratorias en la población general (Nielsen G. D., *et al.* (2010), *Arch Toxicol.*, 84, 423-446). Es más, los mismos autores afirman que el valor de referencia del formaldehído de la OMS también se considera defendible para la prevención de todos los tipos de cáncer, incluyendo neoplasias malignas linfomatópoyéticas.

En 2016, Alemania adoptó el valor de referencia de la OMS. El Comité sobre Valores de Referencia en Interiores ha resaltado lo siguiente: "Basándose en una NOAEC (No Observed Adverse Effect Concentration, concentración sin efectos adversos observados) de 0,63 mg/m³ para la irritación sensorial en seres humanos, un factor de 1 para la extrapolación en el tiempo y un factor de 5 para la variabilidad entre seres humanos, el Comité obtiene un valor de referencia de precaución en interiores (RW I) de 0,1 mg de formaldehído por metro cúbico [...]. En conclusión, el valor de referencia del aire en interiores para el formaldehído también protege contra el riesgo de cáncer por formaldehído inhalado" (*Ausschuss für Innenraumrichtwerte, 2016a*). El mismo comité declaró que, basándose en los datos actuales, no existe una asociación clara entre la exposición al formaldehído en el ambiente interior y el asma en niños (*Ausschuss für Innenraumrichtwerte, 2016b*).

A lo largo de los años, varias autoridades nacionales también reevaluaron sus valores de referencia del aire en interiores (Salthammer *et al.* (2011), *Chemosphere*, 82(11), 1507-17), y posteriormente, pretenden estar de acuerdo con la recomendación de la OMS de 0,1 mg/m³. Esta armonización es una etapa pragmática, ya que el valor de la OMS está muy bien evaluado y justificado. Es más, el valor de referencia normalmente tampoco es restrictivo, ya

que las condiciones del formaldehído en condiciones normales de vida tienden a promediar entre 0,02 y 0,04 mg/m³ (Salthammer T. *et al.*, (2010), *Chem Rev.* 110, 2536-2572). De acuerdo con el estado de la técnica disponible actualmente, una orientación al valor de referencia de la OMS de 0,1 mg/m³ parecería sensato, practicable y toxicológicamente defendible (Salthammer *et al.*, (2015), *Int J Hyg Environ Health.*, 218(4),433-6). El argumento es apoyado por Nielsen *et al.*, (2013), *Arch Toxicol.*, 87, 73-98). Estos autores han evaluado los enfoques actuales de los valores de referencia y llegan a la conclusión de que el valor de referencia de la OMS se ha fortalecido.

Por tanto, un objeto continuo es absorber o "neutralizar" el formaldehído contenido en tableros compuestos de madera y/o generado durante la fabricación de dichos tableros u otros materiales, tales como aislamientos de lana de roca o fibra de vidrio.

Emisiones de formaldehído: métodos de ensayo

Muchas organizaciones han definido los métodos de ensayo con los que se debe determinar el nivel de emisiones de formaldehído:

UNE-EN ISO 12460-3:2016: método de análisis de gas, que es una versión actualizada de Tableros derivados de la madera - Determinación de liberación de formaldehído - Parte 3: Método de análisis de gas (ISO 12460-3:2015).

El Título VI de la TSCA (*Toxic Substances Control Act*) proporciona ensayos trimestrales y de control de calidad para la madera contrachapada de madera dura, tablero de partículas y MDF, utilizando métodos específicos desarrollados por la organización ASTM International (*American Society for Testing and Materials*), entre ellos merece la pena señalar:

ASTM D5582-00 (Reaprobada en 2006), Método de ensayo convencional para determinar los niveles de formaldehído a partir de productos de madera utilizando un desecador. Este método de ensayo describe un procedimiento a pequeña escala para medir el potencial de emisiones de formaldehído de los productos de madera. El nivel de formaldehído se determina recogiendo formaldehído transmitido por aire en un pequeño depósito de agua destilada dentro de un desecador cerrado. La cantidad de formaldehído se determina mediante un procedimiento de ensayo de ácido cromotrópico.

ASTM D6007-02, Método de ensayo convencional para determinar las concentraciones de formaldehído en el aire de productos de madera utilizando una cámara a pequeña escala. Este método de ensayo mide las concentraciones de formaldehído en el aire de productos de madera en condiciones de ensayo definidas de temperatura y humedad relativa. Los resultados obtenidos con este método de ensayo de cámara a pequeña escala están destinados a ser comparables con los resultados obtenidos al probar muestras de productos más grandes mediante el método de ensayo de cámara grande para productos de madera, Método de ensayo E 1333.

ASTM E1333-10, Método de ensayo convencional para determinar las concentraciones de formaldehído en el aire y tasas de emisión de productos de madera utilizando una cámara grande. Este método de ensayo mide la concentración de formaldehído en el aire y la tasa de emisión de productos de madera que contienen formaldehído en condiciones diseñadas para simular el uso del producto. La concentración en el aire y la tasa de emisión se determinan en una cámara grande en condiciones de ensayo específicas de temperatura y humedad relativa. Los procedimientos generales también están destinados a probar combinaciones de productos a relaciones de carga de productos y a tasas de intercambio de aire típicas del ambiente interior.

BS EN 120:1992, Tableros derivados de la madera. Determinación del contenido de formaldehído. Método de extracción denominado del perforador, Versión inglesa. Esta norma europea describe un método de extracción, conocido como el método del perforador, para determinar el contenido en formaldehído en tableros derivados de la madera sin laminar y sin revestir.

BS EN 717-2:1995, Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 2: emisión de formaldehído por el método de análisis de gas, Versión inglesa. Esta norma europea describe un procedimiento para determinar la emisión acelerada de formaldehído a partir de tableros derivados de la madera.

JIS A 1460:2001 Tableros de construcción-Determinación de la emisión de formaldehído-Método del desecador: Este método describe un método para probar las emisiones de formaldehído de tableros de construcción midiendo la concentración de formaldehído absorbido en agua destilada o desionizada de muestras de un área de superficie específica colocada en un desecador de vidrio durante 24 horas.

Neutralizadores del formaldehído

En el estado de la técnica, se conocen varios compuestos útiles como neutralizadores del formaldehído, tales como, por ejemplo, urea, derivados de urea, resinas de urea, metabisulfito sódico, bisulfito de amonio.

El documento WO 2010/054467 A1 describe emulsiones que tienen un alto contenido de cera, que comprenden neutralizadores del formaldehído; los neutralizadores del formaldehído se seleccionan preferentemente de urea, un derivado de urea, una resina de urea, una resina de urea-formaldehído, una resina de melamina-urea-formaldehído,

un compuesto de etileno urea, carbohidrazida, un polifenol natural, tanino, lignina, lignosulfonato, o una combinación de los mismos.

Otro trabajo (Costa *et al.* (2013), *Wood Sci Technol* (2013) 47: 1261-127) estudia el presente rendimiento del bisulfito de sodio y amonio como neutralizadores del formaldehído en la producción de tableros de partículas y MDF; sin embargo, el uso de este tipo de neutralizadores provoca una pérdida excesiva de propiedades mecánicas en el producto final que no es compatible con el mercado actual.

Otra forma conocida para reducir la emisión de formaldehído de los tableros es la reducción de la relación molar formaldehído/urea; de hecho, está ha sido una estrategia adoptada en las últimas décadas para disminuir la emisión de formaldehído (Myers G. E. *et al.*, (1984), *For Prod J* 34(5):35-41). Sin embargo, esta reducción reduce la reactividad de las resinas de urea-formaldehído (UF). En la actualidad, la reactividad de los adhesivos industriales UF está cerca del límite mínimo aceptado para la producción de tableros industriales (urea, un derivado de urea, una resina de urea, una resina de urea-formaldehído, una resina de melamina-urea-formaldehído, un compuesto de etileno urea, carbohidrazida, un polifenol natural, tanino, lignina, lignosulfonato, o una combinación de los mismos).

La sustitución de resinas UF por otros adhesivos sin formaldehído no convence a los productores industriales, debido a su mayor precio o menor reactividad (Amazio P *et al.* (2011), *J Appl Polym Sci* 122(4):2779-2788); Despres A. *et al.* (2010), *Eur J Wood Prod* 68(1):13-20; Tang L. *et al.* (2011), *Int J Adhes Adhes* 31(6):507-512). Para aumentar el grado de curado y reducir el formaldehído libre al final del curado, se estudiaron nuevos catalizadores, pero la reactividad sigue siendo demasiado baja (Costa *et al.*, (2012), *Int Wood Prod J.* 4(4), 242-247; Gunnells D. *et al.* (1998), "Catalyst systems". En: Bradfield J. (ed) "Resin and blending seminar proceedings", Portland, Oregón y Charlotte, Carolina del Norte. Para *Prod Soc*, pág. 176).

El uso de neutralizadores, por ejemplo, neutralizadores naturales o biológicos (Eom Y-G *et al.*, (2006), *Mokchae Konghak* 34:29-41; Kim S. *et al.* (2009); *Constr Build Mater* 23(6), 2319-2323; Kim S. *et al.* (2006), *Macromol Mater Eng* 291(9), 1027-1034) u otros compuestos que tengan una buena afinidad para capturar formaldehído (Boran S. *et al.*, (2011), *Int J Adhes* 31 (7), 674-678; Costa *et al.* (2012), *Journal International Wood Products Journal*, Volumen 4, Número 4, Páginas 242-247; Park *et al.* (2008), *J Appl Polym Sci* 110(3): 1573-1580) para reducir la emisión de formaldehído de tableros derivados de la madera, se adopta comúnmente.

"Sodium metabisulphite as a scavenger of air pollutants for wood-based building materials", N A Costa *et al.*, *International Wood Products Journal*, Volumen 4 (2013), Número 4, páginas 242-247, estudia las diferentes aplicaciones del metabisulfito sódico como neutralizador del formaldehído, pero no proporciona un análisis en profundidad de la pérdida de propiedades mecánicas y la resistencia al agua del tablero, lo que significa que esta opción no es factible a nivel industrial. Además, desde el punto de vista del reglamento REACH, el bisulfato de amonio es una sustancia peligrosa; la manipulación de esta sustancia implica medidas importantes para evitar que los trabajadores respiren óxidos de azufre en el aire.

"Formaldehyde emission in wood based panels: effect of curing reactions", N. A. Costa *et al.*, *International Wood Products Journal*, Volumen 5 (2014), Número 3, páginas 146-150, estudia el efecto de la hexamina como neutralizador de catalizadores del formaldehído, el uso de catalizadores ácidos frente a catalizadores latentes, y sus ventajas y desventajas. Establece que la mejor solución es la combinación de ácidos cítrico y oxálico en forma sólida con catalizadores de sulfato de amonio latente, combinado con una resina de baja relación molar, para obtener valores de menos de 4 mg de formaldehído por 100 g de tablero seco, aplicando el método del perforador EN120.

La relación molar de las resinas utilizadas es demasiado baja: 0,90 moles de formaldehído por mol de urea. En el artículo, las propiedades mecánicas de tracción son muy bajas para los estándares de calidad industrial aceptados por la EPF (*European Panel Federation*).

En las conclusiones del propio artículo, se justifica la necesidad de encontrar nuevos sistemas de neutralizador de catalizadores del formaldehído que cumplan los requisitos en términos de propiedades mecánicas y emisión de formaldehído del tablero, lo que confirma que lograr una solución que cumpla estos requisitos es actualmente un desafío industrial.

"Scavengers for achieving zero formaldehyde emission of wood-based panels", Nuno A. Costa *et al.*, *Wood Science and Technology* (2013), 47, páginas 1261-1272, examinó el rendimiento de tres neutralizadores del formaldehído conocidos en la fabricación de tableros: metabisulfito sódico, bisulfito de amonio y urea. Para obtener valores bajos de emisión de formaldehído con el método del desecador (método JIS), se debe añadir más del 5 % de catalizador a la resina, incluso hasta el 15 %; esto hace que las propiedades de tracción disminuyan drásticamente; se encontró que los tableros presentados como conclusiones de este estudio no cumplen con los estándares mínimos de calidad para el mercado, entonces esta opción no es factible a nivel industrial.

Resorcinol

El resorcinol, también denominado m-dihidroxibenceno o 1,3-dihidroxibenceno, es un compuesto fenólico usado en

la fabricación de resinas, plásticos, colorantes, medicinas y muchos otros compuestos químicos orgánicos. Se produce en grandes cantidades sulfonando benceno con ácido sulfúrico humeante y fusionando el ácido bencenodisulfónico resultante con sosa cáustica. La reacción con formaldehído produce resinas que se usan para hacer que el rayón y el nailon se puedan impregnar con caucho y como adhesivos. Como producto intermedio químico, el resorcinol se convierte en colorantes, explosivos y productos farmacéuticos; también se emplea en reveladores fotográficos y cosméticos. En medicina, se usa externamente en pomadas y lociones como antifúngico.

Al incorporar resorcinol durante la síntesis de resinas de fenol-formaldehído (PF) o al reemplazar el fenol por resorcinol por completo, se pueden fabricar las resinas fenólicas con una reducción significativa del tiempo de curado en comparación con los adhesivos de resina de PF. La química asociada con la formación y el curado de resinas de fenol-resorcinol-formaldehído (PRF) y resorcinol-formaldehído (RF), es similar a la de las resinas de PF. Sin embargo, los prepolímeros de PRF y RF se fabrican con una relación molar de formaldehído baja y, por tanto, son esencialmente resinas de novolac. Los prepolímeros, que son estables, se curan mediante la adición de un endurecedor (por ejemplo, paraformaldehído o una solución de formaldehído). Los adhesivos de resina de PRF y RF se usan en situaciones en las que se requiere un curado rápido o a temperatura ambiente (por ejemplo, estructuras unidas con los dedos) o en las que el ensamblaje de madera que se está uniendo es demasiado grueso para permitir que se transfiera suficiente calor al interior de dicho ensamblaje (por ejemplo, maderas laminadas), para que la resina se cure en las líneas de unión. La principal desventaja de estas resinas es el coste mucho mayor del resorcinol en comparación con el fenol.

El resorcinol se ha usado en la producción de tejidos revestidos de caucho, particularmente, para aumentar la adhesividad de los tejidos con respecto al caucho. El documento GB1259470 desvela una emulsión que comprende hidrocarburos de parafina y resorcinol como monómeros y/o precondensados de plásticos termoestables, entre otros componentes.

El documento GB2136008 desvela una composición aglutinante de formaldehído, que comprende al menos un compuesto hidroxilo orgánico y al menos una amida, en agua. En los ejemplos, se muestra que la glicerina como el compuesto hidroxilo orgánico y la urea como el compuesto amida presentan un comportamiento sinérgico. El resorcinol como un compuesto hidroxilo orgánico adicional se compara con el monoetilenglicol, la dextrina y el fenol, la composición que comprende resorcinol presenta la menor reducción de formaldehído.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona composiciones hidrófugas y neutralizadoras del formaldehído, que comprenden una suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA, que comprende al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o al menos una cera o un aceite de origen vegetal, o una mezcla de los mismos, y resorcinol, siendo las composiciones útiles para aumentar la hidrofobicidad de los tableros compuestos de madera (incluidos los tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, madera contrachapada y cartones), así como de los aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, cuando se usan durante su fabricación. El uso de las composiciones de la invención permite obtener tableros o aislamientos que no solo tienen buenas propiedades hidrófugas, sino que también tienen una emisión de formaldehído de 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida con el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.

Por tanto, un primer objeto de la invención es una composición hidrófuga y neutralizadora del formaldehído, que comprende:

- una suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA, que, como fase no acuosa, comprende al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o al menos una cera o un aceite de origen vegetal, o una mezcla de al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o de al menos una cera o un aceite de origen vegetal; y
- una solución acuosa de resorcinol, que contiene del 35 al 45 % en peso de resorcinol;

en donde la proporción en peso de la cera o del aceite con respecto al resorcinol en la composición es de entre 4:1 y 1:4, siendo el peso de la cera o del aceite y del resorcinol juntos entre el 45 % en peso y el 70 % en peso de la composición.

Otro objetivo de la invención es el uso de la composición de la invención para aumentar la hidrofobicidad de materiales hidrófilos (tales como tableros compuestos de madera (incluyendo los tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, madera contrachapada y cartones), así como aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca).

Otros objetos son tableros compuestos de madera y aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, que comprenden una resina o un adhesivo derivado del formaldehído y la composición de la invención, que tienen una emisión de formaldehído de 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida con el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.

Descripción detallada de la invención

5 Las composiciones de la invención comprenden una suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA que comprende al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o al menos una cera o un aceite de origen vegetal.

10 Una emulsión, según la IUPAC, es un "sistema coloidal líquido en donde las gotitas líquidas y/o cristales líquidos se dispersan en un líquido. Las gotitas a menudo superan los límites de tamaño habituales para los coloides. Una emulsión se representa con el símbolo ACEITE/AGUA si la fase continua es una solución acuosa y con AGUA/ACEITE si la fase continua es un líquido orgánico (un "aceite"). También son posibles emulsiones más complicadas como ACEITE/AGUA/ACEITE (es decir, gotitas de aceite contenidas dentro de gotitas acuosas dispersas en una fase de aceite continua)".

15 Por otro lado, una suspensión, según la IUPAC, es "un líquido en donde se dispersan partículas sólidas".

20 Aunque las suspensiones de parafina a menudo se denominan emulsiones de parafina, de hecho son suspensiones, ya que las gotitas de aceite en la fase acuosa, en condiciones normales de temperatura y presión, están en estado sólido. Por tanto, la suspensión y la emulsión se usarán indistintamente a lo largo de la presente descripción. Las formulaciones como tales son líquidas para permitir una fácil aplicación.

25 Los emulsionantes son un grupo de sustancias de diferente origen y propiedades que contribuirán a una mayor estabilización de las emulsiones o suspensiones; esto se debe principalmente a su carácter anfífilo o de doble afinidad, que, desde el punto de vista fisicoquímico, se define como una propiedad doble polar y apolar. Dentro de este gran grupo de compuestos podemos encontrar, por ejemplo, tensioactivos.

Definiciones

En el contexto de la presente invención, los siguientes términos tienen los significados indicados:

30 "Neutralizador del formaldehído" en el contexto de la presente invención se refiere a cualquier compuesto que permita reducir el contenido de formaldehído libre en cualquier producto o composición. En el estado de la técnica, se puede utilizar cualquier neutralizador del formaldehído conocido. Por ejemplo, el neutralizador del formaldehído puede seleccionarse de, aunque no de forma limitativa, urea, derivados de urea, hexamina, compuestos que contienen grupos amino, hexamina, sales de sulfito y sales de metabisulfito.

35 Los "tensioactivos no iónicos" son tensioactivos que no soportan una carga eléctrica. Aunque no contienen un grupo iónico como su componente hidrófilo, se les confieren propiedades hidrófilas por la presencia de varios átomos de oxígeno en una parte de la molécula que son capaces de formar enlaces de hidrógeno con moléculas de agua. Por ejemplo, muchos alcoholes de cadena larga presentan algunas propiedades tensioactivas, tales como alcoholes grasos, alcohol cetílico, alcohol estearílico y alcohol cetosteárico, y alcohol oleílico. Otros tensioactivos no iónicos son etoxilatos de alcohol, éteres poliglicólicos, alquiléteres de polioxietileno, etoxilatos de alcohol secundario, alquiléteres de polioxietileno, éteres alquílicos de polialquilglicol (por ejemplo, éteres alquílicos de polietileno y polipropilenglicol), alquiléteres de glucósido, éteres alquilfenílicos de polietilenglicol o éteres alquílicos de glicerol.

45 Los "tensioactivos aniónicos" son tensioactivos que contienen grupos funcionales aniónicos en su cabeza, tal como sulfato, sulfonato, fosfato y carboxilatos. Los alquilsulfatos principales incluyen laurilsulfato de amonio, laurilsulfato sódico (dodecilsulfato sódico, SLS o SDS), y los alquilétersulfatos relacionados con laureth-sulfato sódico (laurilétersulfato sódico o SLES) y myreth-sulfato sódico. También son tensioactivos aniónicos docusato (dioctilsulfosuccinato sódico), perfluoro-octanosulfonato (PFOS), perfluorobutanosulfonato, alquiléter-fosfatos y alquiléter-fosfatos.

50 "Diámetro medio Sauter", también denominado D(3,2), D32 o D(32) es el diámetro medio con la misma relación de volumen a área de superficie que todo el conjunto. Fue desarrollado originalmente por el científico alemán Josef Sauter a finales de la década de 1920. El tamaño de las gotas se determina en función de la absorción/dispersión de luz. La técnica depende del hecho de que la absorción/dispersión es proporcional al área de superficie de las gotas.

55 "Condiciones normales de temperatura y presión" se refiere a una temperatura de 20 °C y una presión absoluta de 1 atm.

60 "Emulsión de ACEITE/AGUA" se refiere a una emulsión de aceite en agua.

"Suspensión de ACEITE/AGUA" se refiere a una suspensión que comprende partículas sólidas de aceite hidrogenado (cera) suspendidas en agua; los términos suspensión y emulsión se usan indistintamente a lo largo de la presente descripción.

65 "Resinas a base de formaldehído" o "resinas derivadas del formaldehído", como se usa en el contexto de la presente invención, se refiere a cualquier resina o plástico que se produce a partir de formaldehído con otros reactivos, tales

como urea, fenol o melamina. Por ejemplo, la resina de urea-formaldehído es una resina o un plástico termoestable no transparente, producida a partir de urea y formaldehído. Se usan en adhesivos, acabados, tablero de partículas, MDF y objetos moldeados. Las resinas de fenol-formaldehído (PF) o resinas fenólicas son polímeros sintéticos obtenidos mediante la reacción de fenol o fenol sustituido con formaldehído. Se han usado ampliamente para la producción de productos moldeados, incluyendo bolas de billar, encimeras de laboratorio, y como revestimientos y adhesivos. La resina de formaldehído de melamina es un material plástico termoestable, duro, hecho de melamina y formaldehído por polimerización. En su forma butilada, se disuelve en n-butanol y xileno. Luego se usa para reticulación con resinas alquídicas, epoxi, acrílicas y de poliéster, usadas en revestimientos superficiales. Hay muchos tipos, que varían de curado muy lento a muy rápido.

"Tableros compuestos de madera" en el contexto de la presente invención se refiere a tableros obtenidos uniendo y comprimiendo fibras naturales, opcionalmente en combinación con fibras sintéticas. Ejemplos de los mismos, aunque no de forma limitativa, son aglomerados, tablero de fibra (MDF [*Medium Density Fiberboard*] y HDF [*High Density Fiberboard*]), aglomerados, tableros de filamentos orientados y contrachapado.

"Fibras sintéticas" en el contexto de la presente invención se refieren a fibras de poliéster, polietileno o polipropileno.

"Fibras naturales" en el contexto de la presente invención se refieren a fibras de madera, virutas, partículas, escamas o filamentos, y/u otras fibras naturales como lino, cáñamo, paja de centeno, paja de trigo, paja de arroz, tallos de cáñamo, tallos de kenaf o residuos de caña de azúcar.

"Catalizador para curar resinas a base de formaldehído", en el contexto de la presente invención, pretende ser cualquier sustancia adecuada para uso para curar resinas a base de formaldehído. Puede seleccionarse del grupo que comprende bisulfito de amonio, nitrato de amonio y sulfato de amonio, pero no se limita a dichos catalizadores. Dichos catalizadores son necesarios para curar resinas basadas en formaldehído, que se utilizan generalmente en la fabricación de todo tipo de tableros derivados de madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, y similares. Si las formulaciones de la invención contienen uno o más catalizadores, No es necesario utilizar más catalizadores o formulaciones que contengan catalizadores durante el proceso de curado.

Composiciones de la invención

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una composición hidrófuga y neutralizadora del formaldehído, que comprende:

- una suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA, que, como fase no acuosa, comprende al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o al menos una cera o un aceite de origen vegetal, o una mezcla de al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o de al menos una cera o un aceite de origen vegetal; y
- una solución acuosa de resorcinol, que contiene del 35 al 45 % en peso de resorcinol;

en donde la proporción en peso de la cera pura con respecto al resorcinol puro es de entre 4:1 y 1:4, siendo el peso de la cera o del aceite y del resorcinol juntos entre el 45 % en peso y el 70 % en peso de la composición.

Es decir, en la proporción en peso indicada anteriormente, se considera el peso de cera o de aceite en la suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA, con respecto al peso del resorcinol en la solución acuosa de resorcinol.

La proporción de la cera con respecto al resorcinol puede ser, por ejemplo, de entre 3:1 y 1:3, o entre 2,5:1 y 1:4, o entre 2,5:1 y 1:3, o entre 2,5:1 y 1:2,5, o entre 3:1 y 1:4, o entre 4:1 y 3:1, o entre 1,5:1 y 1:1,5, o aproximadamente 1:1.

"El peso de cera o aceite y resorcinol juntos" significa la suma del peso de la cera o del aceite y el peso del resorcinol; dicho peso se define entre el 45 % en peso y el 70 % en peso de la composición, pero preferentemente está entre el 45 % en peso y el 65 % en peso, o entre el 50 % en peso y el 65 % en peso, o entre el 55 % en peso y el 65 % en peso.

Como se ha indicado anteriormente, los términos "suspensión" y "emulsión" a lo largo de la presente solicitud de patente se usan indistintamente, pues las partículas oleosas en la fase acuosa de la suspensión de ACEITE/AGUA, en condiciones normales de temperatura y presión, suelen estar en estado sólido.

La fase no acuosa puede comprender al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, tal como cera de parafina, por ejemplo, parafina correspondiente al número CAS 8002-74-2, o cera parafínica residual (petróleo), por ejemplo, correspondiente al número CAS 64742-61-6. La fase no acuosa puede consistir solo en una cera o un aceite derivado del petróleo, o una mezcla de uno o más de los mismos. Como ejemplos de una suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA que puede estar comprendida en la composición de la invención, se pueden usar resinas comerciales conocidas como FORESA WAX (disponibles al público en la empresa española FORESA, S. A:

(<http://www.foresa.com/en>), seguido de un número de cuatro dígitos, por ejemplo, aunque no de forma limitativa, FORESA WAX 2102 (la UFI europea (<https://poisoncentres.echa.europa.eu/es/ufi-generator>) para esta suspensión actualmente es 30001013/1). FORESA WAX 2102 contiene una combinación de dos tipos de parafina, en particular, aproximadamente el 45 % en peso de una parafina con un bajo contenido de aceite (contenido de aceite inferior al 6 % en peso, punto de fusión de 49-58 °C) y aproximadamente el 11 % de una parafina con alto contenido de aceite (contenido de aceite máximo del 12 % en peso, punto de fusión 42-53 °C), tiene un contenido de sólidos del 58-62 % en peso y un pH a 25 °C de entre 8,5 y 10,5.

La fase no acuosa puede comprender al menos una cera o un aceite de origen vegetal, por ejemplo, aceite de palma, aceite de palma hidrogenado o aceite de soja. La fase no acuosa puede consistir solo en un aceite o en una mezcla de 2 o más aceites. El aceite vegetal se puede mezclar con al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, como se ha definido anteriormente.

La suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA comprendida en la composición de la invención puede comprender de aproximadamente el 1 % en peso al 5 % en peso de tensioactivo, siendo el tensioactivo uno o más seleccionados de tensioactivos aniónicos y no iónicos.

La composición de acuerdo con la invención puede comprender hasta el 25 % en peso de un catalizador para curar resinas derivadas del formaldehído.

La composición de acuerdo con la invención puede comprender al menos un neutralizador del formaldehído. Dicho neutralizador del formaldehído puede seleccionarse de, aunque no de forma limitativa, urea, derivados de urea, resinas de urea, metabisulfito de sodio, bisulfito de amonio, monoetanolamina y dietanolamina. El neutralizador puede estar contenido a concentraciones, por ejemplo, de entre el 0,5 y el 20 % en peso, o el 0,5 y el 15 % en peso, o entre el 1 y el 30 % en peso, o entre el 1 y el 20 % en peso, o entre el 1 y el 15 % en peso, o entre el 2 y el 20 % en peso, o entre el 5 y el 20 % en peso, o entre el 5 y el 15 % en peso, entre otros.

La suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA que forma parte de la composición de la invención, cuando la fase no acuosa es al menos una cera o un aceite de origen vegetal, podría ser, por ejemplo, una formulación que comprende una suspensión de ACEITE/AGUA, que comprende:

- del 1 % en peso al 5 % en peso de tensioactivo, siendo el tensioactivo uno o más seleccionados de tensioactivos aniónicos y no iónicos, siendo el tensioactivo añadido como tal u obtenido *in situ* mediante la adición entre el 1 y el 2 % en peso de una etanolamina;
- del 15 % en peso al 50 % en peso de aceite de palma hidrogenado o parcialmente hidrogenado;
- del 0 al 25 % en peso de parafina;
- del 0 al 8 % en peso de aceite de soja;

en donde la cantidad total de aceite, que es la suma del aceite de palma, parafina y aceite de soja en la suspensión de ACEITE/AGUA, no es superior al 55 % en peso; en donde, dentro de la cantidad total de aceites, del 2 al aproximadamente 10 % en peso es aceite no hidrogenado, y el resto es aceite hidrogenado y/o parcialmente hidrogenado; y en donde la suspensión de ACEITE/AGUA tiene un contenido de sólidos de entre el 30 % en peso y el 55 % en peso, y el resto de la suspensión, hasta alcanzar el 100 % en peso, es agua, comprendiendo el contenido de sólidos todos los componentes que son diferentes al agua.

Sorprendentemente, se ha encontrado que si el índice de yodo de la cantidad total de aceites en la formulación es superior a 10 g de yodo por 100 g de la cantidad total de aceites, las suspensiones y, por tanto, las formulaciones obtenidas con ellas son cinéticamente mucho más estables que si el índice de yodo es inferior a 10.

El tensioactivo de dicha formulación puede ser una mezcla de al menos un tensioactivo no iónico y al menos un tensioactivo aniónico.

Dicha formulación puede contener hasta el 25 % en peso de al menos otro neutralizador del formaldehído, para eliminar el exceso de formaldehído en las resinas a base de formaldehído, los neutralizadores del formaldehído utilizados habitualmente son urea, monoetanolamina y dietanolamina, pero en las formulaciones de la invención se pueden usar otros neutralizadores del formaldehído, tales como urea, derivados de urea, resinas de urea, metabisulfito de sodio, bisulfito de amonio. La composición puede contener uno o más neutralizadores del formaldehído, siendo la cantidad total de los mismos de hasta el 25 % en peso, con respecto al peso total de la composición.

Dicha formulación puede contener hasta el 25 % en peso de al menos un catalizador para curar resinas a base de formaldehído; este catalizador, en el contexto de la presente invención, pretende ser cualquier sustancia adecuada para uso para curar resinas a base de formaldehído. Puede seleccionarse del grupo que comprende bisulfito de

amonio, nitrato de amonio y sulfato de amonio, pero no se limita a dichos catalizadores. Dichos catalizadores son necesarios para curar resinas basadas en formaldehído, que se utilizan generalmente en la fabricación de todo tipo de tableros derivados de madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, y similares. Si las formulaciones de la invención contienen uno o más catalizadores, No es necesario utilizar más catalizadores o formulaciones que contengan catalizadores durante el proceso de curado. La composición puede contener uno o más catalizadores para curar resinas a base de formaldehído, siendo la cantidad total de los mismos de hasta el 25 % en peso, con respecto al peso total de la composición.

La composición puede comprender simultáneamente hasta el 25 % en peso de al menos un neutralizador del formaldehído y hasta el 25 % en peso de al menos un catalizador para curar resinas a base de formaldehído.

La composición de la invención puede usarse para aumentar la hidrofobicidad de los materiales hidrófilos. Se pueden usar, por ejemplo, en la fabricación de tableros derivados de madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, o combinaciones de los mismos, así como en procesos industriales de refinado de material lignocelulósico.

La composición de la invención también puede usarse para reducir la emisión de formaldehído en materiales que comprenden formaldehído libre, para que se cumplan los estándares legales de los productos finales. Se pueden usar, por ejemplo, en la fabricación de tableros derivados de madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, o aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, o combinaciones de los mismos, así como en procesos industriales de refinado de material lignocelulósico. Los materiales indicados pueden comprender una resina o un adhesivo derivado del formaldehído.

Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de la composición de acuerdo con la invención en la fabricación de tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, o aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, o combinaciones de los mismos; especialmente, en la fabricación de dichos productos que comprenden una resina o un adhesivo derivado del formaldehído. Las composiciones de la invención no solo mejoran la resistencia al agua de los productos manufacturados anteriormente mencionados, sino que también reducen las emisiones de formaldehído hasta valores que son de 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferiores, medidas mediante el uso del método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016. Versión actualizada de Tableros derivados de la madera - Determinación de liberación de formaldehído - Parte 3: Método de análisis de gas (ISO 12460-3:2015), sin afectar a otras propiedades de los productos, tales como la adhesión interna.

De acuerdo con realizaciones particulares, la emisión de formaldehído se reduce hasta valores que son de 0,004 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferiores, medida mediante el uso del método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016, o la emisión de formaldehído se reduce hasta valores que son de 0,003 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferiores, medida mediante el uso del método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.

La invención también se refiere a tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, o aislamientos de fibra de vidrio o lana de roca, o combinaciones de los mismos, fabricados usando la composición de la invención, que tienen una emisión de formaldehído inferior a 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, medida mediante el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.

De acuerdo con realizaciones particulares, la emisión de formaldehído es de 0,004 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida mediante el uso del método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016, o la emisión de formaldehído es de 0,003 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida mediante el uso del método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.

Ejemplos

A continuación, la invención se ilustrará además por medio de ejemplos y ejemplos comparativos. Los ejemplos no deben interpretarse en ningún caso como limitantes del alcance de la invención, sino solo como una ilustración de la invención.

A lo largo de los ejemplos, se menciona repetidamente una suspensión comercial de parafina, en concreto, FORESA WAX 2102. Se encuentra disponible al público en la compañía española FORESA, S.A. (<http://www.foresa.com/en>), ofrecida con la denominación FORESA WAX 2102 (la UFI europea (<https://poisoncentres.echa.europa.eu/es/ufi-generator>) para esta suspensión actualmente es 30001013/1).

FORESA WAX 2102 contiene una combinación de dos tipos de parafina, en particular, aproximadamente el 45 % en peso de una parafina con un bajo contenido de aceite (contenido de aceite inferior al 6 % en peso, punto de fusión de 49-58 °C) y aproximadamente el 11 % de una parafina con alto contenido de aceite (contenido de aceite máximo del 12 % en peso, punto de fusión 42-53 °C), tiene un contenido de sólidos del 58-62 % en peso y un pH a 25 °C de

entre 8,5 y 10,5.

En los ejemplos también se mencionan algunas resinas comerciales, disponibles al público en la compañía española FORESA, S.A. (<http://www.foresa.com/en>), y ofrecidas con las denominaciones FORESA RES 2061, FORESA RES 1350 y FORESA RES 3250.

FORESA RES 2061 es una resina de melamina-urea-formaldehído a base de agua, FORES RES 3250 es una resina de fenol-formaldehído a base de agua, y FORESA RES 1350 se refiere a una resina de urea-formaldehído a base de agua, destinada a su uso en la fabricación de productos derivados de la madera y de materiales compuestos lignocelulósicos.

Preparación de composiciones de acuerdo con la invención

Ejemplo n.º 1: Preparación de composiciones de la invención que comprenden resorcinol y emulsión de aceite vegetal hidrogenado

Se preparó la siguiente emulsión de ACEITE/AGUA: Se mezclaron 175 g de cera de palma hidrogenada fundida, con un índice de yodo ≤ 10 g de $I_2/100$ g, 25 g de aceite de soja y 7 g de ácido graso de cadena larga, se introdujo en un reactor de fase oleosa y se calentó a aproximadamente 70 °C, bajo agitación a aproximadamente 150 rpm. Se introdujeron 275 g de agua en un reactor de fase acuosa, se añadieron 10 g de dietanolamina, para obtener un tensioactivo aniónico *in situ* por reacción con ácidos grasos, y la mezcla se calentó a aproximadamente 70 °C. La fase oleosa se añadió a la fase acuosa a una velocidad de 30 g/min, y se dispersó a una velocidad de 800 rpm. Posteriormente, se añaden 5 g de Tergitol 15-S-9, y la mezcla se agita a 800 rpm durante 25 minutos. La mezcla se enfrió a una velocidad de 7 °C por minuto hasta alcanzar 20-25 °C. La suspensión obtenida fue cinéticamente estable durante al menos 4 meses, en condiciones normales de presión y temperatura. La emulsión tenía una viscosidad de aproximadamente 500 mPa.s (500 cP).

La emulsión obtenida se mezcló con una solución acuosa de resorcinol, que contenía aproximadamente el 40 % en peso de resorcinol. Se prepararon composiciones que tenían varias proporciones en peso diferentes del aceite vegetal puro con respecto al resorcinol puro, en concreto: 0:4; 1:3; 2:2; 3:1 y 4:0. Las proporciones en peso indicadas se refieren al aceite de palma puro y al resorcinol puro, como sustancias activas.

La mezcla se llevó a cabo a temperatura ambiente mediante el uso de un dispersor, añadiendo la solución de resorcinol a la emulsión de ACEITE/AGUA.

Los valores medidos para el tamaño de partícula (diámetro Sauter) y el pH de las mezclas fueron los que se muestran en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Porcentaje en peso de aceite de palma:resorcinol	4:0	3:1	2:2	1:3	0:4
Diámetro Sauter en micrómetros	1,57	1,53	1,52	1,48	coloide
pH	10,07	8,14	7,53	7,09	3,80

La vida útil de estas muestras fue superior a un mes en las condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

El contenido de sólidos de la composición final fue de entre el 40 % en peso y el 45 % en peso.

Ejemplo n.º 2. Preparación de composiciones de la invención que comprenden resorcinol como neutralizador del formaldehído y emulsión de aceite vegetal hidrogenado

Se preparó la siguiente emulsión de ACEITE/AGUA: En un reactor de 4 m³, equipado con un dispersor a 120 rpm, se introdujeron 1405 kg de agua. Se cargaron 30 kg de dietanolamina, y posteriormente 35 kg de ácido graso de cadena larga. Se cargaron 100 kg de aceite de soja, junto con 0,5 kg de agente antiespumante. Posteriormente, se añadieron 25 kg de Tergitol 15-S-9 al reactor. Luego, se añadieron 900 kg de polvo sólido de cera de palma hidrogenada, con un índice de yodo de ≤ 10 g de $I_2/100$ g, a una velocidad de 50 kg/min, así como otros 2 kg de agente antiespumante. La mezcla se agita a 120 rpm, durante 30 minutos a una temperatura de 75 °C. Mientras la mezcla se enfriaba, a una velocidad de 1 °C por minuto, hasta alcanzar una temperatura de 20-25 °C, se añadieron 2,5 kg de biocida (MIRECIDE® M/85). Se obtuvieron casi 2500 kg de una suspensión líquida, que tenía aproximadamente 48 % de sólidos. La suspensión fue cinéticamente estable durante al menos 4 meses, en condiciones normales de presión y temperatura. Las variables como el diámetro Sauter fueron comparables con la suspensión obtenida a escala de laboratorio.

La emulsión obtenida se mezcló con una solución acuosa de resorcinol, que contenía aproximadamente el 40 % en peso de resorcinol. Se prepararon composiciones que tenían varias proporciones en peso diferentes del aceite vegetal puro con respecto al resorcinol puro, en concreto: 0:4; 1:3; 2:2; 3:1 y 4:0. Las proporciones en peso indicadas se refieren al aceite de palma puro y al resorcinol puro, como sustancias activas.

La mezcla se llevó a cabo a temperatura ambiente mediante el uso de un dispersor, añadiendo la solución de resorcinol a la emulsión de ACEITE/AGUA.

- 5 Los valores medidos para el tamaño de partícula (diámetro Sauter) y el pH de las mezclas fueron los que se muestran en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2

Porcentaje en peso de aceite de palma:resorcinol	4:0	3:1	2:2	1:3	0:4
Diámetro Sauter en micrómetros	0,97	0,95	1,03	1,08	coloide
pH	9,89	7,88	7,39	6,79	3,80

- 10 Las gráficas que representan el perfil reológico de algunas de las mezclas preparadas en este ejemplo se muestran en las Figuras 1 a 4.

La vida útil de estas muestras fue superior a un mes en las condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente.

15 **Ejemplo n.º 3: Preparación de composiciones de la invención que comprenden resorcinol y emulsión de aceite vegetal hidrogenado**

En un reactor de 4 m³, equipado con un dispersor a 120 rpm, se introdujeron 1405 kg de agua. Se cargaron 30 kg de dietanolamina, y posteriormente 35 kg de ácido graso de cadena larga. Se cargaron 100 kg de aceite de soja, junto con 0,5 kg de agente antiespumante. Posteriormente, se añadieron al reactor 25 kg de Tergitol 15-S-9. Luego, se añadieron 900 kg de polvo sólido de cera de palma hidrogenada, con un índice de yodo de ≤ 10 g de I₂/100 g, a una velocidad de 50 kg/min, así como otros 2 kg de agente antiespumante. La mezcla se agita a 120 rpm, durante 30 minutos a una temperatura de 75 °C. Mientras la mezcla se enfriaba, a una velocidad de 1 °C por minuto, hasta alcanzar una temperatura de 20-25 °C, se añadieron 2,5 kg de biocida. Se obtuvieron casi 2500 kg de una suspensión líquida, que tenía aproximadamente 48 % de sólidos. La suspensión fue cinéticamente estable durante al menos 4 meses, en condiciones normales de presión y temperatura. Las variables como el diámetro Sauter fueron comparables con la suspensión obtenida a escala de laboratorio.

A la emulsión obtenida, se añade agua para reducir el contenido en peso de aceite vegetal/cera hasta el 25 % en peso, y se disuelve resorcinol sólido en escamas en la misma:

A aproximadamente 25 °C, a 62,5 g de la emulsión obtenida anteriormente, que contenía el 40 % en peso de cera vegetal, se añaden 12,5 g de agua, por lo que la emulsión contiene el 25 % en peso mencionado de cera vegetal. Posteriormente, se añaden 25 g de resorcinol sólido en escamas con agitación, hasta que se disuelve completamente en la emulsión. La composición final tiene un contenido de sólidos del 50 % en peso, siendo el 25 % en peso de aceites vegetales y el otro 25% en peso de resorcinol, con respecto al producto final, y el 50 % en peso de agua.

La mezcla resultante tiene un diámetro Sauter de 1,24 micrómetros y un pH de 7,83.

40 **Ejemplo n.º 4. Preparación de composiciones de la invención que comprenden resorcinol y emulsión de aceite vegetal hidrogenado**

45 **La dispersión final tiene un contenido de sólidos mínimo del 60 %.**

En un reactor de 4 m³, equipado con un dispersor a 120 rpm, se introdujeron 1405 kg de agua. Se cargaron 30 kg de dietanolamina, y posteriormente 35 kg de ácido graso de cadena larga. Se cargaron 100 kg de aceite de soja, junto con 0,5 kg de agente antiespumante. Posteriormente, se añadieron 25 kg de Tergitol 15-S-9 al reactor. Luego, se añadieron 900 kg de polvo sólido de cera de palma hidrogenada, con un índice de yodo de ≤ 10 g de I₂/100 g, a una velocidad de 50 kg/min, así como otros 2 kg de agente antiespumante. La mezcla se agita a 120 rpm, durante 30 minutos a una temperatura de 75 °C. Mientras la mezcla se enfriaba, a una velocidad de 1 °C por minuto, hasta alcanzar una temperatura de 20-25 °C, se añadieron 2,5 kg de biocida. Se obtuvieron casi 2500 kg de una suspensión líquida, que tenía aproximadamente 48 % de sólidos. La suspensión fue cinéticamente estable durante al menos 4 meses, en condiciones normales de presión y temperatura. Las variables como el diámetro Sauter fueron comparables con la suspensión obtenida a escala de laboratorio.

Se ajusta la emulsión obtenida añadiendo agua, de modo que el contenido de cera vegetal se reduce hasta el 28,57 % en peso.

60 A una temperatura de aproximadamente 25 °C, 71,43 g de la emulsión obtenida anteriormente, que contenía el 40 % en peso de cera vegetal; se añaden 60 g de agua; posteriormente, se añaden 28,57 g de resorcinol sólido en escamas, a temperaturas ambiente, con agitación, hasta que se disuelve por completo. En la composición obtenida, el 28,57 % en peso es cera vegetal, el 28,57 % en peso es resorcinol, el 40 % en peso es agua y el 3 % en peso son

tensioactivos.

La mezcla resultante tiene un diámetro Sauter de 1,12 micrómetros y un pH de 7,03.

5 **Ejemplo n.º 5. Reducción del contenido de formaldehído libre en tableros MDF fabricados con resina de urea-formaldehído. Emulsión de aceite vegetal frente a composición que comprende emulsión de aceite vegetal y resorcinol.**

10 En este ejemplo, se muestra la capacidad de actuar como un neutralizador del formaldehído de las composiciones de la invención.

15 La fabricación de tableros MDF se realizó en una planta piloto, usando una resina comercial de urea-formaldehído (FORESA RES 1350); se compararon los resultados de calidad de los tableros obtenidos usando la composición del Ejemplo n.º 3, que comprendía emulsión de aceite vegetal y resorcinol, y los tableros obtenidos usando la misma emulsión de aceite vegetal, pero sin resorcinol.

20 Los tableros se fabricaron en una prensa de placa, con una temperatura de placa de 200 °C, el factor de curado fue de 8,5 s/mm, la dosis de resina de urea-formaldehído fue del 12 % en peso de resina seca sobre fibra de madera seca y la dosis de emulsión de aceite vegetal es siempre del 0,5 % en peso de aceite vegetal con respecto a la fibra seca; es decir, la composición del Ejemplo n.º 3 que contenía emulsión de aceite vegetal y resorcinol se administró en un 1 % en peso de mezcla seca con respecto a la fibra seca, es decir, el 0,5 % en peso de aceite vegetal y el 0,5 % en peso de resorcinol puro.

25 Los resultados se muestran en la Tabla 3 a continuación.

Tabla 3

	DENSIDAD LIADO DEL TABLERO		ADHESIÓN DEL NÚCLEO		PROPIEDADES DE RESISTENCIA AL AGUA			FORMALDEHIDO				
	ESPESOR	DENSIDAD	DENSIDAD ADHESIÓN	ADHESIÓN INTERNA	DESVIACIÓN TÍPICA	HINCHAMIENTO	DESVIACIÓN TÍPICA		DESVIACIÓN TÍPICA	ADHESIÓN INTERNA	ABSORCIÓN	DESVIACIÓN TÍPICA
EMULSION DE ACEITE VEGETAL	mm	kg/m ³	kg/m ³	N/mm ²	N/mm ²	%	%	%	%	%	%	mg de FA/100 g de ls
	16,04	889	12,93	1,50	0,14	6,36	0,34	11,98	1,49	6,90	25,30	
COMPOSICIÓN DEL EJEMPLO 3	16,09	902	16,66	1,52	0,10	6,25	0,10	10,83	0,30	8,27	14,80	

5 En la Tabla 3, se muestra que la aplicación de resorcinol en forma de una mezcla con la emulsión de aceite vegetal mantiene las propiedades de tracción interna, hinchamiento y absorción inalteradas, mientras que se observa que el contenido de formaldehído libre del tablero se reduce de un valor de 25,30 mg de formaldehído libre, por 100 g de tablero seco, a 14,60 mg de formaldehído libre por 100 g de tablero seco; ajustado en condiciones de humedad del 6,5 % según lo indicado por UNE-EN ISO 12460-5, cuyo título es "*Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 5: Método de extracción (denominado del perforador)*".

10 Se logró una reducción del 42 % del contenido libre de formaldehído, usando la misma emulsión de aceite vegetal sin resorcinol como referencia para la comparación.

10 **Ejemplo n.º 6. Reducción del contenido de formaldehído libre en tableros MDF fabricados con resina de melamina-urea-formaldehído.**

15 Para este ejemplo, se fabricaron tableros MDF usando la composición de acuerdo con el Ejemplo n.º 3, o la misma emulsión de aceite vegetal sin resorcinol, o una emulsión comercial a base de parafina (FORESA WAX 2102).

20 La fabricación de tableros MDF en la planta piloto se realizó usando una resina comercial de melamina-urea-formaldehído (FORESA RES 2061), y se compararon los resultados de calidad de los tableros obtenidos solo con la emulsión de aceite vegetal, es decir, sin resorcinol, la composición del Ejemplo n.º 3, así como una emulsión comercial a base de parafina.

25 Los tableros se fabricaron en una prensa de placa, con una temperatura de placa de 200 °C, el factor de curado fue de 8,5 s/mm, la dosis de resina de urea-formaldehído fue del 12 % en peso de resina seca con respecto a la fibra de madera seca; la dosis de emulsión hidrófuga fue siempre del 0,5 % en peso de aceite vegetal o aceite mineral con respecto a la fibra seca; es decir, la composición del Ejemplo n.º 3 se administró en un 1 % en peso de mezcla seca con respecto a la fibra seca, siendo, por tanto, el 0,5 % en peso de aceite de palma hidrogenado y el 0,5 % en peso de resorcinol puro.

30 La siguiente tabla (Tabla 4) muestra los resultados de calidad:

Tabla 4

	DENSIDAD LIJADO DEL TABLERO		ADHESIÓN DEL NÚCLEO		PROPIEDADES DE RESISTENCIA AL AGUA			ADHESIÓN V-100		
	ESPESOR mm	DENSIDAD kg/m ³	DENSIDAD ADHESIÓN kg/m ³	ADHESIÓN INTERNA N/mm ²	DESVIACIÓN TÍPICA N/mm ²	HINCHAMIENTO % de espesor	DESVIACIÓN TÍPICA	ABSORCIÓN % en peso	ADHESIÓN INTERNA N/mm ²	DESVIACIÓN TÍPICA N/mm ²
FORESA WAX 2102	16,01	889	912	1,57	0,18	4,84	0,19	10,33	0,33	0,03
EMULSION DE ACEITE VEGETAL	15,98	886	882	1,84	0,18	5,27	0,02	10,41	1,77	0,01
COMPOSICIÓN DE EJEMPLO N.º 3	16,00	873	858	1,82	0,07	5,44	0,27	13,17	0,32	0,01

Con este ejemplo, se comprobó que se mejoran notablemente las propiedades mecánicas del tablero, medidas como tracción interna, pasando de 1,57 N/mm² a valores superiores a 1,8 N/mm², tanto en el caso de permitir la emulsión de aceite vegetal como en el caso de la composición de la invención de acuerdo con el Ejemplo 3. El aumento de la resistencia a la tracción fue del 14 %.

5 **Ejemplo n.º 7. Reducción del contenido de formaldehído libre en tableros MDF fabricados con resina de fenol-formaldehído.**

10 En este ejemplo, se demostró la capacidad del resorcinol como neutralizador del formaldehído durante la polimerización de la resina en la aplicación industrial de la fabricación de tableros MDF (tablero de fibra de densidad media).

15 La fabricación del tablero MDF en la planta piloto se realizó usando una resina de fenol-formaldehído comercial (FORESA RES 3250), y se compararon los resultados de calidad entre una emulsión de cera comercial (FORESA WAX 2102) y la composición de la invención de acuerdo con el Ejemplo n.º 3.

20 Los tableros se fabricaron en una prensa de placa, con una temperatura de placa de 200 °C, el factor de curado fue de 8,5 s/mm; la dosis de resina de urea-formaldehído fue del 12 % en peso de resina seca con respecto a la fibra de madera seca, y la dosis de agente impermeabilizante es siempre del 0,5 % en peso de la emulsión de cera de parafina comercial denominada FORESA WAX 2102 con respecto a la fibra seca; la composición del Ejemplo 3 también se administra en un 1 % en peso de mezcla seca con respecto a la fibra seca, siendo, por tanto, el 0,5 % de aceite de palma hidrogenado y el 0,5 % de resorcinol puro con respecto a la fibra seca.

25 La tabla 5 muestra los resultados de calidad:

Tabla 5

	DENSIDAD LIJADO DEL TABLERO			ADHESIÓN DEL NÚCLEO			PROPIEDADES DE RESISTENCIA AL AGUA			ADHESIÓN V-100			EMISIÓN EN 120 mg de FA/m ² h
	ESPESOR mm	DENSIDAD kg/m ³	DESVIACIÓN TÍPICA kg/m ³	DENSIDAD ADHESIÓN kg/m ³	ADHESIÓN INTERNA N/mm ²	DESVIACIÓN TÍPICA N/mm ²	HINCHAMIENTO	DESVIACIÓN TÍPICA	ABSORCIÓN	DESVIACIÓN TÍPICA	ADHESIÓN INTERNA N/mm ²	DESVIACIÓN TÍPICA N/mm ²	
FORESA WAX 2102	2,28	843	33,76	850	0,96	0,02	12,08	1,19	42,60	1,13	0,30	0,01	0,0225
COMPOSICIÓN EJEMPLO N.º 3	2,22	832	16,91	839	0,95	0,003	12,07	0,74	45,86	1,35	0,32	0,01	0,0031

Los resultados más interesantes que se han obtenido en este ejemplo n.º 7 se centran en la importante reducción de la emisión de formaldehído en el tablero fabricado con la combinación de una resina comercial de tipo fenol-formaldehído FORESA (FORESA RES 3250) con la composición de la invención de acuerdo con el ejemplo n.º 3; la referencia de la resina en las condiciones de fabricación de la planta piloto arroja un resultado de 0,0225 mg de emisión de formalina por hora y m² de tablero MDF medida mediante el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016, y el fenol de la combinación de resinas con la composición del Ejemplo n.º 3 cae a 0,003, medido en las mismas condiciones de prueba: la emisión de formaldehído es 7 veces inferior.

La emisión natural de formaldehído de la madera de pino de acuerdo con Böhn *et al.* (2012), *Journal of Hazardous materials*, 221-222:68-79 es de 5 microgramos de formaldehído por hora y metro cuadrado, en este ejemplo de fabricación de tablero MDF, se muestra que la mezcla del Ejemplo n.º 3 logra reducir la emisión del tablero pegado con resina de fenol-formaldehído a valores inferiores a la emisión natural de la madera, tomando como referencia la madera de pino.

Ejemplo n.º 8. Preparación de composiciones de la invención que comprenden resorcinol y emulsión de cera de parafina

A 52,18 g de una emulsión comercial a base de parafina, que comprende el 60 % en peso de sólidos, siendo el 57,5 % en peso de cera de parafina derivada del petróleo, el 2,5 % en peso de tensioactivos, a aproximadamente 25 °C, se añaden 17,82 g de agua, para ajustar el contenido de sólidos a aproximadamente el 30 % en peso de cera de parafina. Posteriormente, se añaden 30 g de resorcinol sólido en escamas, a temperatura ambiente, con agitación, hasta que se disuelve completamente en la emulsión. La composición final obtenida comprendía el 30 % en peso de cera de parafina, el 30 % en peso de resorcinol, el 38,7 % en peso de agua y el 1,3 % en peso de tensioactivos.

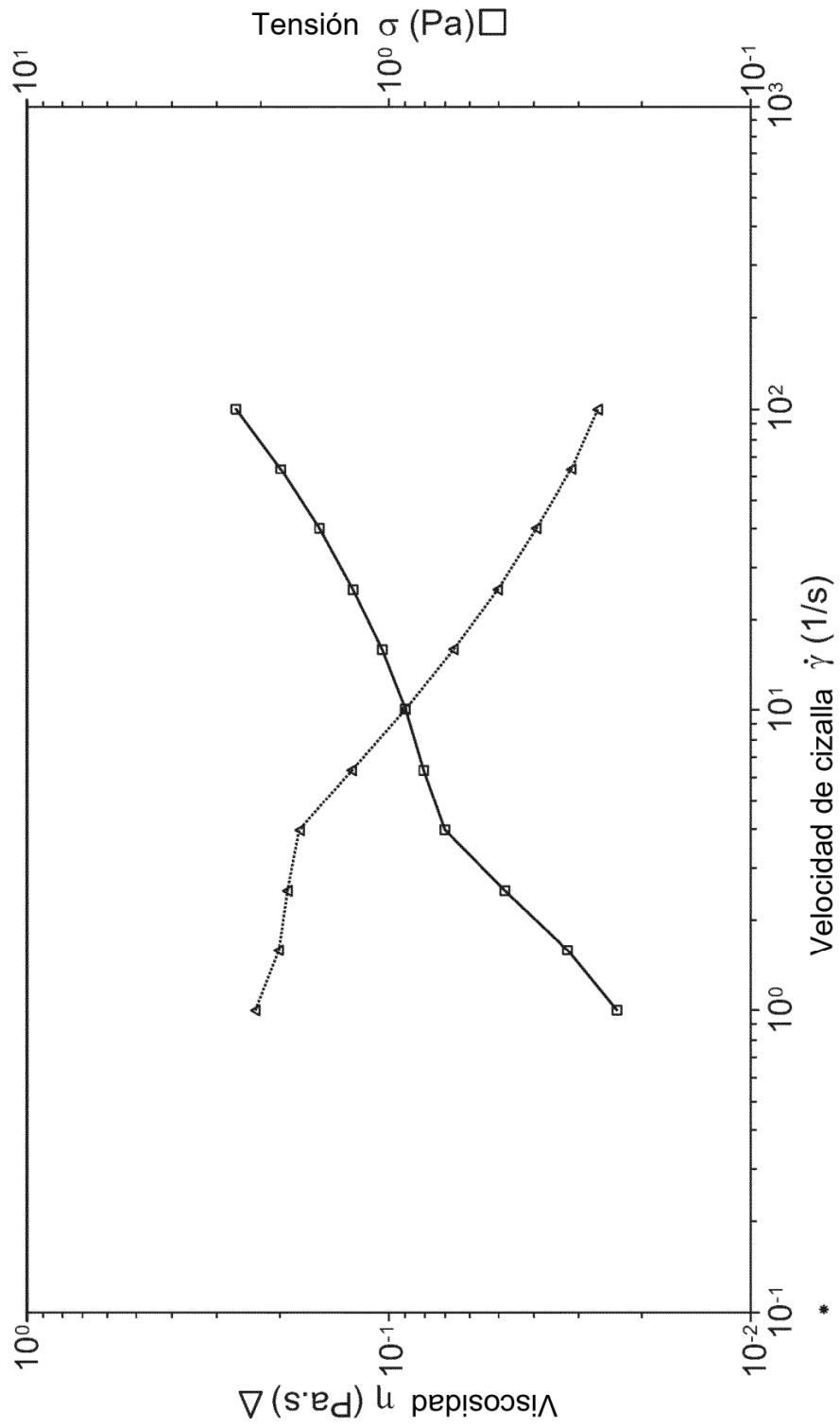
El contenido de sólidos fue del 61,3 % en peso.

La mezcla resultante tiene un diámetro Sauter inferior a 1 micrómetro.

REIVINDICACIONES

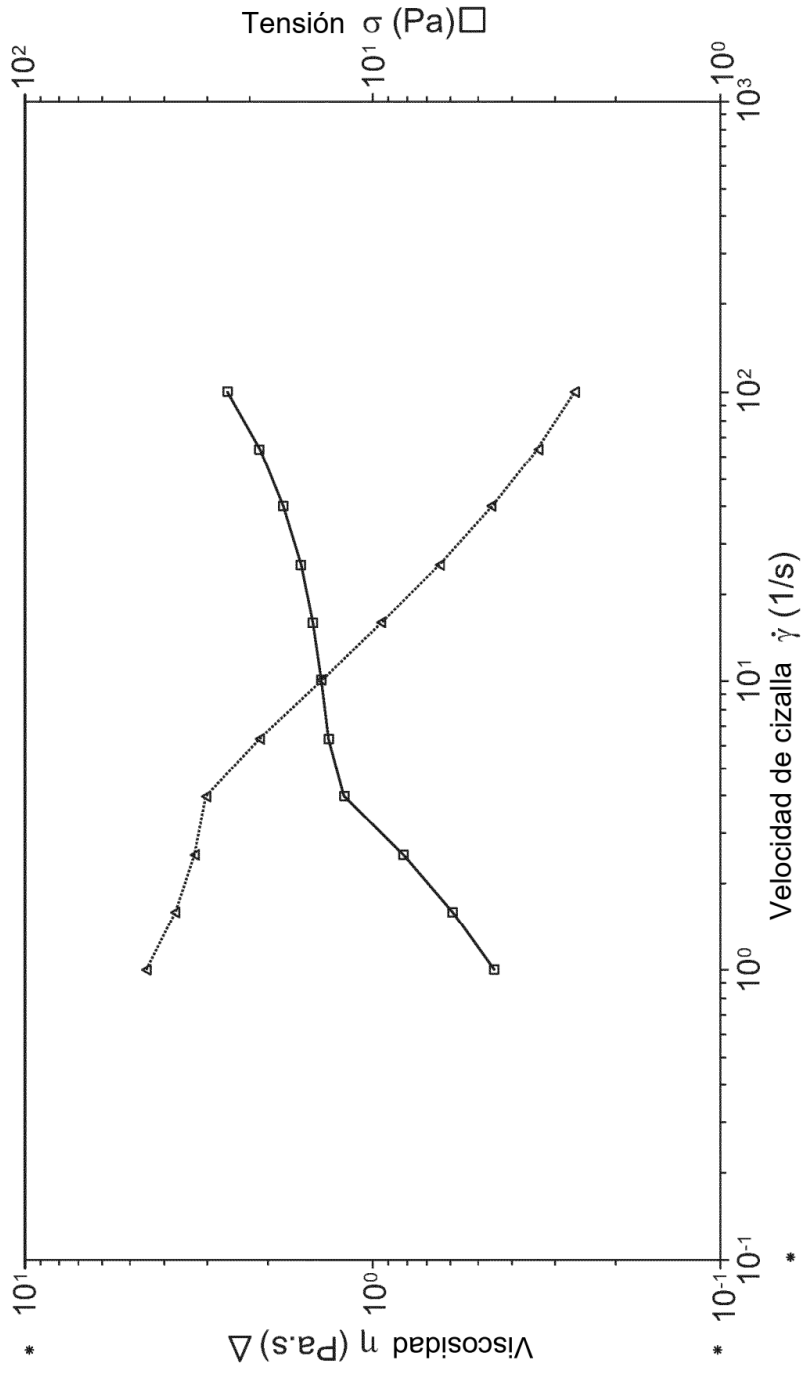
1. Una composición hidrófuga y neutralizadora del formaldehído, que comprende:
 - 5 •una suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA, que, como fase no acuosa, comprende al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o al menos una cera o un aceite de origen vegetal, o una mezcla de al menos una cera o un aceite derivado del petróleo, o de al menos una cera o un aceite de origen vegetal; y
 - una solución acuosa de resorcinol, que contiene del 35 % al 45 % en peso de resorcinol;
- 10 en donde la proporción en peso de la cera o del aceite con respecto al resorcinol en la composición es de entre 4:1 y 1:4, siendo el peso de la cera o del aceite y del resorcinol juntos entre el 45 % en peso y el 70 % en peso de la composición.
- 15 2. Una composición de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el peso de la cera o del aceite y del resorcinol juntos es de entre el 45 % en peso y el 65 % en peso de la composición.
- 20 3. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la fase no acuosa de la suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA comprende o consiste en parafina.
- 25 4. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la fase no acuosa de la suspensión o emulsión de ACEITE/AGUA comprende o consiste en aceite de palma.
5. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende del 1 % en peso al 5 % en peso de tensioactivo, siendo el tensioactivo uno o más seleccionados de tensioactivos aniónicos y no iónicos.
- 30 6. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende hasta el 25 % en peso de al menos un catalizador para curar resinas derivadas del formaldehído.
- 35 7. Una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición comprende además hasta el 25 % en peso de al menos un neutralizador del formaldehído.
8. Una composición de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el neutralizador del formaldehído se selecciona entre urea, derivados de urea, resinas de urea, metabisulfito de sodio, bisulfito de amonio, monoetanolamina y dietanolamina.
- 40 9. Uso de una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para aumentar la hidrofobicidad de materiales hidrófilos.
- 45 10. Uso de una composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, para reducir la emisión de formaldehído en materiales que comprenden formaldehído libre.
11. Uso de acuerdo con las reivindicaciones 9 o 10, en donde los materiales se seleccionan de tableros compuestos de madera, tales como tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, o aislamientos de fibra de vidrio o de lana de roca, o cualesquiera combinaciones de los mismos.
- 50 12. Uso de la composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la fabricación de tableros compuestos de madera, tales como tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, o de aislamientos de fibra de vidrio o de lana de roca, o cualesquiera combinaciones de los mismos.
- 55 13. Uso de acuerdo con la reivindicación 11, en donde los tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados, tableros de filamentos orientados, o aislamientos de fibra de vidrio o de lana de roca, comprenden una resina o un adhesivo derivados del formaldehído.
- 60 14. Uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, para reducir la emisión de formaldehído de los tableros compuestos de madera, tales como tableros derivados de la madera, tableros de fibra, tableros de partículas, aglomerados o tableros de filamentos orientados; o de aislamientos de fibra de vidrio o de lana de roca, hasta 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida con el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.
- 65 15. Tableros compuestos de madera, que comprenden una resina o un adhesivo derivados del formaldehído y la composición definida en las reivindicaciones 1 a 8, que tienen una emisión de formaldehído de 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida con el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.

- 5 16. Aislamientos de fibra de vidrio o de lana de roca, que comprenden una resina o un adhesivo derivados del formaldehído y la composición definida en las reivindicaciones 1 a 8, que tienen una emisión de formaldehído de 0,005 mg de formaldehído por metro cuadrado y hora, o inferior, medida con el método de análisis de gas UNE-EN ISO 12460-3:2016.



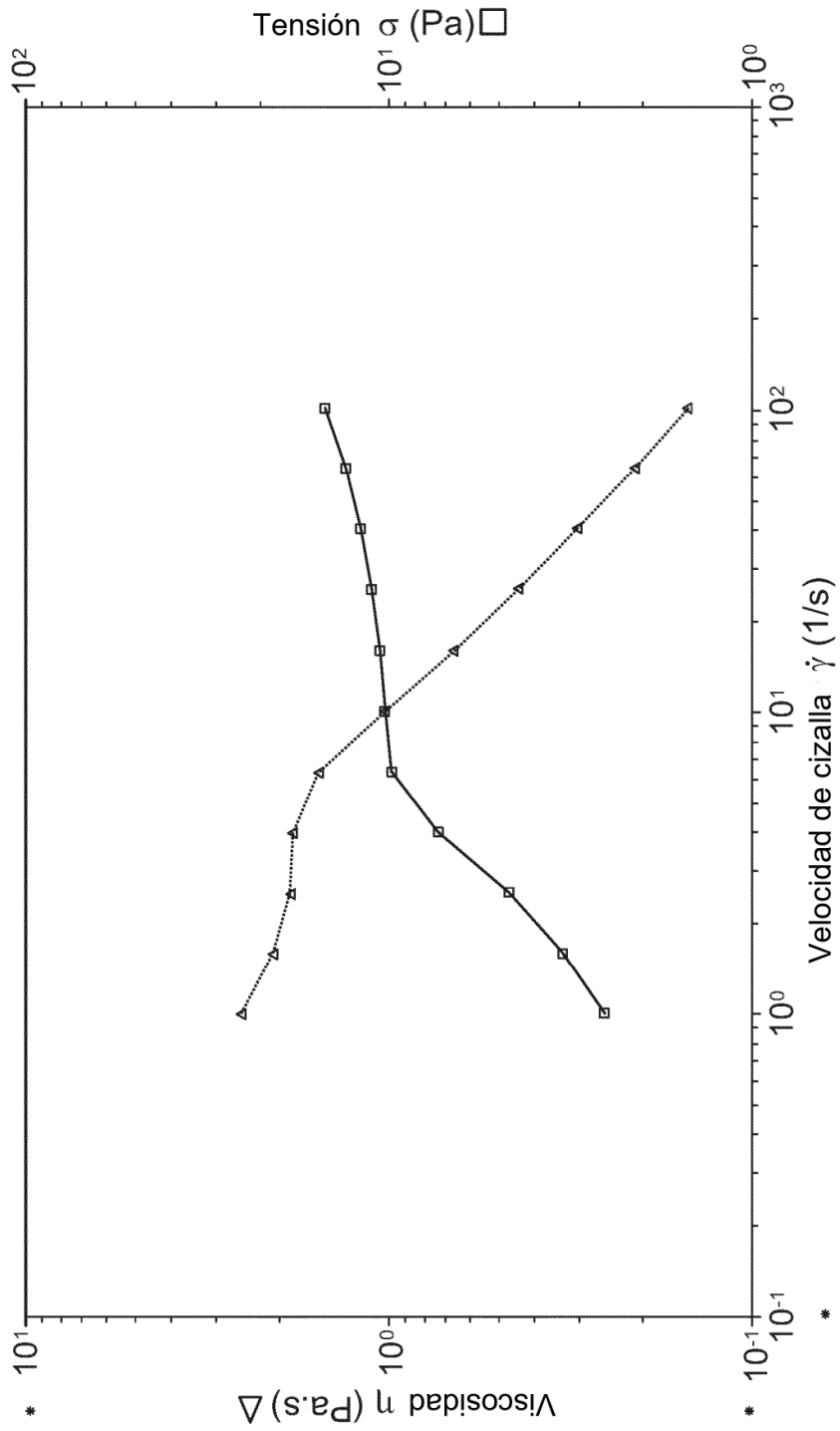
* Ejemplo n.º 2: Proporción en peso de 1:3 entre el aceite vegetal puro y el resorcinol puro

FIG. 1



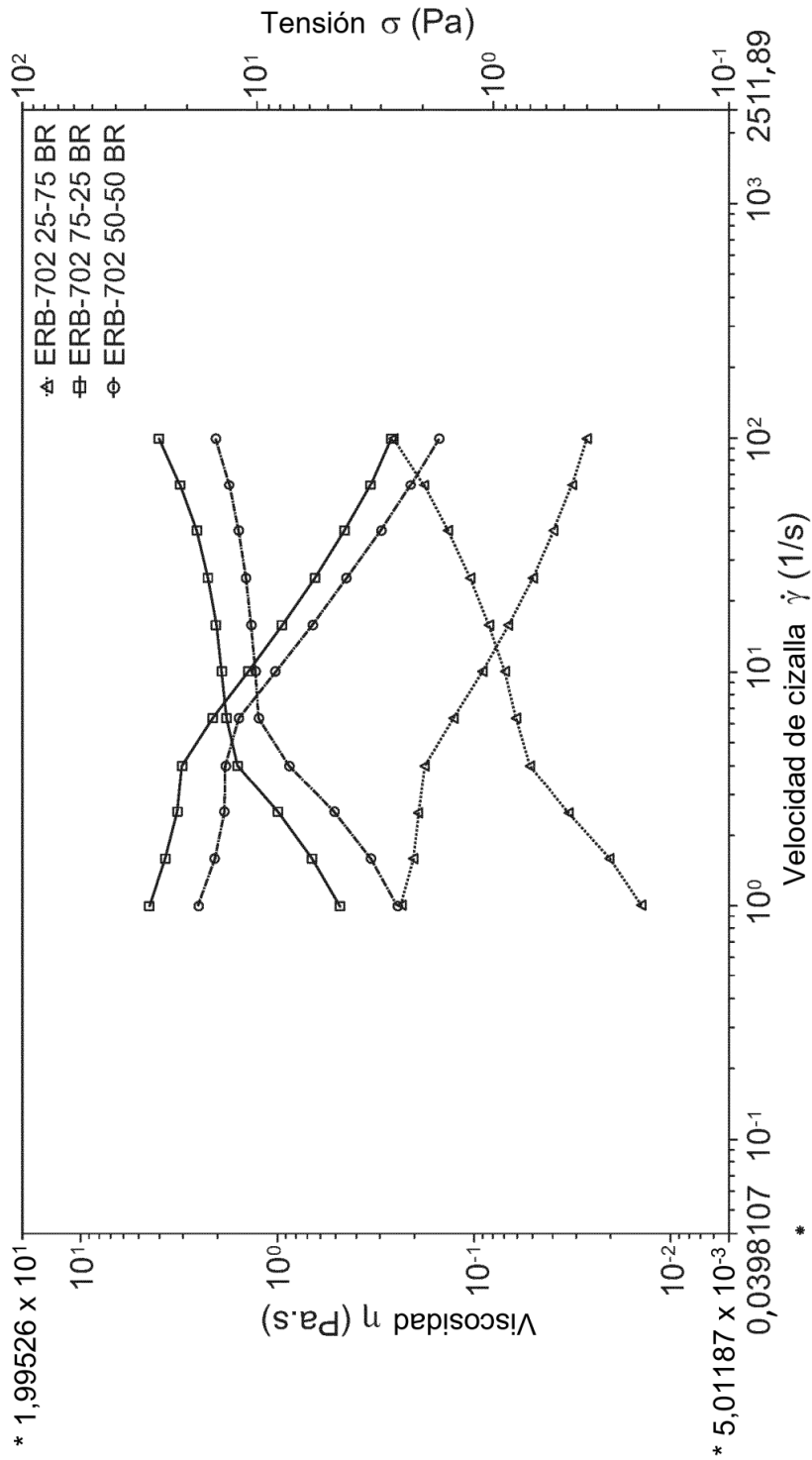
Ejemplo n.º 2: Proporción en peso de 3:1 entre el aceite vegetal puro y el resorcinol puro

FIG. 2



* Ejemplo n.º 2: Proporción en peso de 2:2 entre el aceite vegetal puro y el resorcinol puro

FIG. 3



Ejemplo n.º 2: figura comparativa de las proporciones en peso de 1:3, 3:1, 2:2 entre el aceite vegetal puro y el resorcinol puro

FIG. 4