

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

**SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-099140- -00000-0000

Fecha: 2014-05-08 16:58:25 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 131 *132*

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO

PROCESO PARA LA MANUFACTURA DE UN

TABLERO DE PARTÍCULAS

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE UNIVERSITY OF CONNECTICUT

DOMICILIO

FARMINGTON, CONNECTICUT, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

74. APODERADO

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

C.C.35.456.344 de USAQUÉN

22. BOGOTÁ, D.C., _____



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO


No. 14-099140- -00000-0000

Fecha: 2014-05-08 16:58:25 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 131 **132**

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

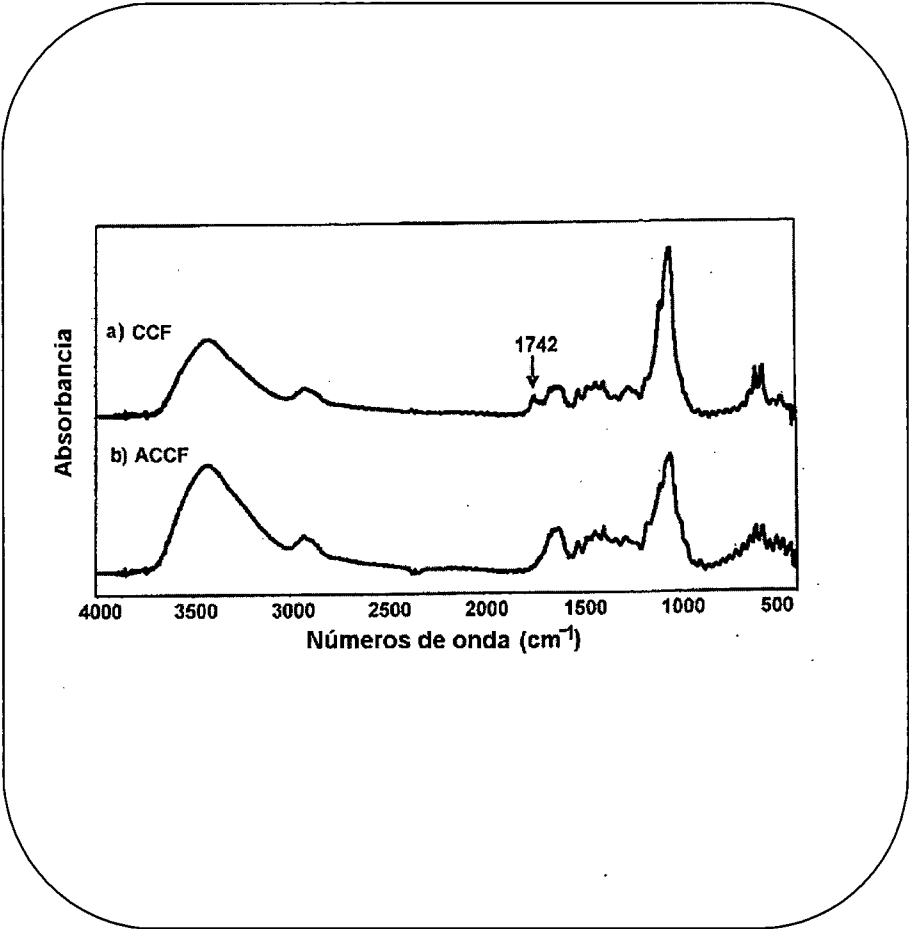
1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención	☐ Patente de Modelo de Utilidad
		☒ Capítulo I	☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
	Solicitud Internacional No.	PCT/US2012/060060	Fecha 2012/10/12
	Publicación Internacional No.	WO 2013/056120 A1	Fecha 2013/04/18
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN		
	PROCESO PARA LA MANUFACTURA DE UN TABLERO DE PARTÍCULAS		
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
	B27N 003/000		
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
	APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
	UNIVERSITY OF CONNECTICUT		
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
	DIRECCIÓN	263 Farmington Avenue, Farmington, Connecticut 06030-6400, Estados Unidos de América.	No. TELÉFONO 3 47 36 11
	CIUDAD	Farmington	CORREO ELECTRÓNICO clientes@cavelier.com
	DEPARTAMENTO/ESTADO	Connecticut	NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN
	PAÍS DE RESIDENCIA	Estados Unidos de América.	Estados Unidos de América.
7	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
	APELLIDOS	NOMBRES	NACIONALIDAD
	1. PARNAS	Richard	Estadounidense
	2. ASANDEI	Alexandru	Estadounidense
	3. HEMSRI	Sudsiri	Tailandés
	4. DOWDING	Timothy	Estadounidense
	DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:		
8	DATOS INVENTOR (ES)		
	PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD
	1. Estados Unidos de América	Connecticut	Ashford
			14 Amidon Drive, Ashford, Connecticut 06278, Estados Unidos de América
	2. Estados Unidos de América	Connecticut	Vernon
			205 Vernon Avenue, Apt. 193, Vernon Connecticut 06066, Estados Unidos de América.
	3. Tailandia		Bangkok
			157/47 Soi Issarapap 43, Issarapap Road, Banchanglho, Bangkoknoi, Bangkok, 10700 Tailandia
	4. Estados Unidos de América	Connecticut	Stamford
			205 Franklin Street, Stamford, Connecticut 06901, Estados Unidos de América.

OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja a continuación.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS De Páez		NOMBRES Luz Clemencia	IDENTIFICACIÓN C.C . 35.456.344 T.P . 23.555
DIRECCIÓN	Carrera 4ª No. 72-35		No. TELÉFONO 3 47 36 11
CIUDAD	BOGOTA		CORREO ELECTRÓNICO <u>cavelier@cavelier.com</u>
PAÍS	COLOMBIA		No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL
10	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO		
(33) PAÍS DE ORIGEN U.S.A.		CÓDIGO PAÍS US	(31) NÚMERO 61/546,615
(32) FECHA (AAAA/MM/DD) 2011/10/13			
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.			
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES		
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.			
13	REDUCCIÓN DE TASAS		
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>			
☐ SI ☐ NO			
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.			
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐			
Universidades públicas o privadas ☐			
Entidades sin ánimo de lucro ☐			
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos			
14	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO		
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.			
15	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	Nº 14-0047570 Nº 14-0047551	Fecha 2014/05/06 Fecha 2014/05/06
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL		
Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)			
Nombre del Firmante LUZ CLEMENCIA DE PAEZ		Firma <i>Luz Clemencia De Páez</i> <i>TP# 23555</i>	
C.C 35.456.344 de Usaquén		Tarjeta Profesional 23.555	

17	ANEXOS
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano 1. ☒ Descripción N° de folios: 96 2. ☒ Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 30 3. ☒ Dibujos y/o figuras N° folios: 17 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 7. ☒ Arte final 12 x 12. 8. ☐ Anexo formato digital.	Documentación Jurídica 9. ☒ Poder de UNIVERSITY OF CONNECTICUT 10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante. 11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso. 12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso. 13. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$515.000. 15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 17. ☒ Comprobante de pago por 20 reivindicaciones adicionales a 10 por \$620.000

4

FIGURA CARACTERISTICA





(51) International Patent Classification:
B27N 3/00 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/US2012/060060

(22) International Filing Date:
12 October 2012 (12.10.2012)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
61/546,615 13 October 2011 (13.10.2011) US

(71) Applicant: UNIVERSITY OF CONNECTICUT
[US/US]; 263 Farmington Avenue, Farmington, CT 06030-
6400 (US).

(72) Inventors: PARNAS, Richard; 14 Amidon Drive, Ash-
ford, CT 06278 (US). ASANDEI, Alexandru; 205 Vernon
Avenue, Apt. 193, Vernon, CT 06066 (US). HEMSRI,
Sudsiri; 157/47 Soi Issarapap 43, Issarapap Road, Ban-
changlho, Bangkoknoi, Bangkok, 10700 (TH).
DOWDING, Timothy; 205 Franklin Street, Stamford, CT
06901 (US).

(74) Agents: BUMGARNER, Aaron, P. et al.; McCarter &
English, LLP, Canterbury Green, 201 Broad Street, Stam-
ford, CT 06901 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TJ,
UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a
patent (Rule 4.17(ii))
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the
earlier application (Rule 4.17(iii))

[Continued on next page]

(54) Title: PROCESS FOR PARTICLEBOARD MANUFACTURE

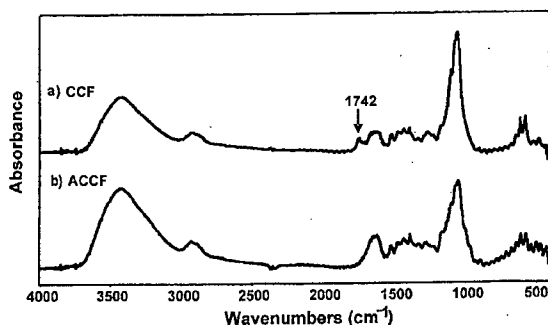


Figure 1

FTIR spectra of (a) CCF and (b) ACCF treated with about 5 wt%
NaOH solution.

(57) Abstract: Improved particleboard and methods
for fabricating improved particleboard (e.g., natural
fiber/material -based particleboard) are disclosed.
More particularly, the present disclosure provides
systems/methods for fabricating particleboard (e.g.,
formaldehyde-free particleboard) utilizing natural
fibers/materials (e.g., lignocellulosic materials),
wherein the particleboard has improved performance
characteristics and/or mechanical properties. Meth-
ods for fabricating fiber-reinforced biocomposites
(e.g., natural fiber-reinforced wheat gluten biocom-
posites) are disclosed. For example, systems/meth-
ods for fabricating particleboard from lignocellulosic
materials (e.g., coconut materials), along with a
binder material (e.g., wheat gluten), are provided. In
general, the fiber or lignocellulosic material is
treated with sodium hydroxide and/or a silane coup-
ling agent as an adhesion promoter to enhance inter-
facial adhesion between the fiber and the binder. For
example, (3- triethoxysilylpropyl)-t-butylcarbamate
(MISO) (a masked isocyanate functional silane) was
utilized to improve interfacial adhesion between the
binder and the natural fibers.

WO 2013/056120 A1 

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

Proceso para la manufactura de un tablero de partículas

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta aplicación reclama el beneficio de la solicitud provisional de los EE. UU. N.º 61/546,615 presentada el 13 de octubre de 2011, cuyo contenido completo se incorpora a la presente por referencia.

Antecedentes

1. Campo técnico

La presente descripción se refiere a un tablero de partículas y métodos para fabricar un tablero de partículas (p. ej., a partir de materiales/fibras naturales, tales como materiales a base de coco) y, más concretamente, a un tablero de partículas (p. ej., un tablero de partículas exento de formaldehído) que utiliza materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de partículas tiene unas propiedades mecánicas y/o unas características funcionales mejoradas.

2. Técnica anterior

En general, un tablero de partículas es un producto de tipo panel generado por métodos de ingeniería manufacturado a partir de partículas de madera (p. ej., trozos de madera, serrín y/o virutas de un aserradero) y/u otras fibras y partículas lignocelulósicas (p. ej., paja de cereales, yute, kenaf y/o cáñamo), los cuales normalmente se prensan y se unen entre sí utilizando un aglutinante (remítase a, p. ej., Wallenberger et al., *Natural fibers, plastics and composites*, capítulo 14: *Uses Of Natural Fiber Reinforced Plastics*, Kluwer Academic Pub. (2004) 249-53). Cabe señalar que aunque algunos en la industria diferenciarán

generalmente algunas clases de tableros aglutinados tales como, un tablero de partículas, un tablero de fibras y otros, la expresión "tablero de partículas" se utiliza en la presente descripción con la intención de incluir los
5 productos (p. ej., tablero de partículas, tablero aglutinado, tablero de fibras, etc.) que se pueden fabricar utilizando los sistemas y métodos de la presente descripción, tal como se describen a continuación.

El tablero de partículas se utiliza a menudo para
10 productos para interiores incluidos armarios, muebles empotrados y estanterías, así como para muchas otras aplicaciones en la construcción o similares. En general, las resinas de urea-formaldehído (UF) y fenol-formaldehído (PF, por sus siglas en inglés) son los aglutinantes típicos
15 utilizados por la industria de los tableros de partículas debido a diferentes razones (p. ej., coste bajo, facilidad de uso, diferentes temperaturas de curado, temperatura de curado baja, tiempo de curado reducido, solubilidad en agua, resistencia a microorganismos y a la abrasión,
20 propiedades térmicas, solidez y resistencia al agua) (remítase, p. ej., a El-Wakil et al., *Modified Wheat Gluten As A Binder In Particleboard Made From Reed*, Journal of Applied Polymer Science, (2007) 106(6), 3592-99; y Maloney, T.M., *The Family Of Wood Composite Materials*, Forest
25 Products Journal (1996) 46(2), 19-26).

Sin embargo, la resinas UF y PF no son generalmente ni ecológicas ni seguras debido a los efectos sobre la salud de la exposición a emisiones de formaldehído (remítase, p. ej., a Marutzky, R., *Release Of Formaldehyde By Wood
30 Products*, Wood Adhesives - Chemistry And Technology, Marcel

Dekker, Inc., (1989) 307-87; Henderson, J.T., *Volatile Emissions From The Curing Of Phenolic Resins*, TAPPI Journal (1979) 62(8), 93-96; Meyer et al., *Formaldehyde Release From Wood Products: An Overview*, serie de simposios ACS 316: Formaldehyde Release From Wood Products, (1986), 1-16; Groah, W. J., *Formaldehyde Emissions: Hardwood Plywood And Certain Wood Based Panel Products*, serie de simposios ACS 316: Formaldehyde release from wood products, (1986) 12-26; Baumann, M.G.D., *Aldehyde Emission From Particleboard And Medium Density Fiberboard Products*, Forest Products Journal, (2000) 50(9), 75-82; Mo, X. et al., *Compression And Tensile Strength Of Low Density Straw-Protein Particleboard*, Ind. Crops Prod. (2001) 14, 1-9).

Además, los adhesivos a base de formaldehído se derivan generalmente de compuestos petroquímicos no sostenibles. Por lo tanto, se han desarrollado adhesivos exentos de formaldehído procedentes de fuentes renovable para la industria de compuestos de madera. En general, los adhesivos naturales a base de proteínas tales como proteína de soja, gluten de trigo y caseína de la leche son alternativas atractivas para un aglutinante ecológico para la producción de tableros de partículas (remítase, p. ej., a Lei, H. et al., *Gluten Protein Adhesives For Wood Panels*, J. of Adhesion Science and Tech. (2010), 24, 1583-1596; Nordqvist et al., *Comparing Bond Strength And Water Resistance Of Alkali-Modified Soy Protein Isolate And Wheat Gluten Adhesives*, Int'l J. of Adhesion & Adhesives (2010) 30, 72-79; Khosravi et al., *Protein-Based Adhesives For Particleboards*, Industrial Crops and Products (2010) 32, 275-83; Sun et al., *Bio-Based Polymers And Composites*,

Elsevier Inc., (2005) 292-368; Hettiarachchy et al.,
Alkali-Modified Soy Protein With Improved Adhesive And
Hydrophobic Properties, J. Am. Oil Chem. Soc. (1995) 72,
 1461-64; Wang et al., *Low Density Particleboard From Wheat*
 5 *Straw And Corn Pith*, Ind. Crops Prod. (2002) 15, 43-50;
 Zhong et al., *Wet Strength And Water Resistance Of Modified*
Soy Protein Adhesives And Effects Of Drying Treatment, J.
 Polym. Environ. (2003) 11, 137-44; Leiva et al., *Medium-*
Density Particleboards From Rice Husks And Soybean Protein
 10 *Concentrate*, J. Appl. Polym. Sci. (2007) 106, 1301-06).

En general, el gluten de trigo (WG, por sus siglas en
 inglés) es una proteína compleja derivada del trigo y se ha
 estudiado para su uso potencial en aplicaciones
 alimentarias y no alimentarias. En las últimas décadas,
 15 las preocupaciones medioambientales acerca de un aumento en
 los desechos de plástico no degradable ha generado interés
 en los biopolímeros procedentes de fuentes naturales
 renovables. Los plásticos a base de WG se pueden utilizar
 potencialmente para sustituir los plásticos convencionales
 20 a base de petróleo debido a su atoxicidad, disponibilidad a
 gran escala, coste bajo, biodegradabilidad y propiedades
 ecológicas (remítase, p. ej., a Bietz et al., *Properties*
And Non-Food Potential Of Gluten, Cereal Foods World (1996)
 41, 376-82).

25 Sin embargo, algunos de los plásticos hechos a partir
 de WG son quebradizos y generalmente absorben agua después
 de ser procesados. Se han desarrollado algunas estrategias
 para mejorar las propiedades mecánicas y resistencia al
 agua del WG. Por ejemplo, la adición de aditivos tales como
 30 fibras naturales y sintéticas para reforzar el WG es una

estrategia para adaptar las propiedades mecánicas de los plásticos de tipo WG. Algunas ventajas de las fibras naturales sobre las fibras artificiales y de refuerzo tradicionales (p. ej., vidrio, carbón, óxido de aluminio y Kevlar) son su coste bajo, densidad baja, buenas propiedades mecánicas específicas, resiliencia elevada, comportamiento no abrasivo durante el procesamiento, biodegradabilidad y recuperación de la energía mejoradas (remítase, p. ej., a Avella et al., *Eco-Challenges of Bio-Based Polymer Composites*, Materials (2009) 2, 911-25).

En general, estas ventajas convierten a las fibras naturales en un reemplazo potencial para los materiales de refuerzo convencionales en los compuestos. Sin embargo, algunos inconvenientes potenciales de las fibras naturales en los compuestos son la incompatibilidad con muchas matrices poliméricas hidrófobas y una absorción de la humedad relativamente alta (remítase, p. ej., a Saheb et al., *Natural Fiber Polymer Composites: A Review*, Advances in Polymer Tech. (1999) 18(4), 351-63). Por lo tanto, algunos tratamientos superficiales químicos, de los que se ha considerado que modifican las propiedades superficiales de la fibra, dan como resultado normalmente una adhesión fibra-matriz mejorada. Algunos de estos tratamientos químicos incluyen el desparafinado, tratamiento alcalino, tratamiento con peróxido, acetilación, acrilación, benzoilación, tratamiento con diversos agentes acoplantes y otros (remítase, p. ej., a Mohanty et al., *Surface Modifications Of Natural Fibers And Performance Of The Resulting Biocomposites: An Overview*, Composite Interfaces (2001) 8(5), 313-43).

En general, los grupos tiol (-SH) de la cisteína en la proteína de WG desempeñan una función en la adhesión. A una temperatura elevada, normalmente ocurre una reacción de intercambio tiol/disulfuro, y así reticula la proteína para formar una red tridimensional (remítase, p. ej., a Schofield et al., *The Effect Of Heat On Wheat Gluten And The Involvement Of Sulphydryl-Disulphide Interchange Reactions*, J. Cereal Sci. (1983) 1, 241-53; Fernandes et al., *Theoretical Insights Into The Mechanism For Thiol/Disulfide Exchange*, Chem. Eur. J. (2004) 10, 257-66 ; Pomet et al., *Study Of Wheat Gluten Plasticization With Fatty Acids*, Polymer (2003) 44, 115-22).

Por lo tanto, durante la preparación del tablero de partículas mediante moldeo por prensado en caliente, normalmente ocurre la reacción de reticulación del WG. En general, durante el moldeo por prensado en caliente algunos grupos hidroxilo fenólicos de la lignina en las partículas de madera o materiales lignocelulósicos se oxidan para formar quininas. A continuación los grupos tiol en el WG pueden reaccionar con las quininas mediante una reacción de adición de Michael, lo que normalmente da como resultado la adhesión entre partículas de madera o materiales lignocelulósicos y los adhesivos de tipo WG (remítase, p. ej., a Takasaki et al., *Formation Of Protein-Bound 3,4-Dihydroxyphenylalanine And 5-S-Cysteiny-3, 4-Dihydroxyphenylalanine As New Cross-Linkers In Gluten*, J. Agric. Food Chem. (1997) 45, 3472).

En general, la fibra de coco y el polvo de fibra de coco (turba de coco) se derivan de las cáscaras de coco. La fibra de coco (CCF, por sus siglas en inglés) es una fibra

lignocelulósica extraída normalmente a partir de las cáscaras del coco, fruta obtenida de los cocoteros (*Cocos nucifera*), que son muy abundantes en los países tropicales. El polvo de coco es el particulado que se obtiene normalmente después de que se eliminan las fibras largas de la corteza del coco. La fibra de coco se puede utilizar para hacer, por ejemplo, cuerda, hilo, alfombrillas para el suelo, colchones y cepillos, mientras que el material de polvo se manufactura normalmente en sistemas de cultivo de plantas, materiales de compostaje o adsorbentes industriales. Sin embargo, un pequeño porcentaje de la fibra de coco y polvo de coco se emplea en usos convencionales y gran parte de él todavía permanece sin utilizar.

En general, la CCF posee muchas ventajas. Por ejemplo, es económico, antipolilla, generalmente resistente a hongos y a la putrefacción, no fácilmente inflamable, de combustión lenta, proporciona un aislamiento excelente contra la temperatura y el sonido y es susceptible de modificación química. Además, la CCF es resiliente y duradera. En general, es la fibra más dúctil entre las fibras naturales, capaz de aceptar una elongación aproximadamente 4-6 veces superior a las otras fibras (remítase, p. ej., a Ali, M., *Coconut Fibre - A Versatile Material And Its Applications In Engineering*, Second Int'l Conference on Sustainable Construction Materials and Tech. (2010) Main Vol. 3, Paper 13, 1441-54).

La CCF se ha utilizado como refuerzo con el fin de modificar las propiedades de muchos polímeros, tales como el poliéster, poliésteramida, poliacrilato, polipropileno,

14
polietileno lineal de baja densidad (LLDPE, por sus siglas en inglés), poliestireno antichoque (HIPS, por sus siglas en inglés), poliuretano, poli-3-hidroxibutirato-co-valerato (PHBV, por sus siglas en inglés), mezcla de copolímeros de alcohol vinílico-etileno/almidón y caucho natural.

Remítase, p. ej., a Rout et al., *The Influence Of Fiber Surface Modification On The Mechanical Properties Of Coir-Polyester Composites*, Polymer Composites (2001) 22(4), 468-76; Rout et al., *The Influence Of Fibre Treatment On The Performance Of Coir-Polyester Composites*, Composites Science and Tech. (2001) 61 1303-10; Hill et al., *Effect Of Fiber Treatments On Mechanical Properties Of Coir Or Oil Palm Fiber Reinforced Polyester Composites*, J. of Applied Polymer Science (2000) 78(9), 1685-97; Hill et al., *The Effect Of Environmental Exposure Upon The Mechanical Properties Of Coir Or Oil Palm Fiber Reinforced Composites*, J. of Applied Polymer Science (2000) 77(6), 1322-30; Varma et al., *Coir Fibers*, J. of Reinforced Plastics and Composites (1985) 4(4), 419-29; Abdul Khalil et al., *Effect Of Acetylation And Coupling Agent Treatments Upon Biological Degradation Of Plant Fiber Reinforced Polyester Composites*, Polymer Testing (2001) 20(1) 65-75; Prasad et al., *Alkali Treatment Of Coir-Polyester Composites*, J. of Materials Science (1983) 18(5), 1443-54; Rout et al., *Novel Eco-Friendly Biodegradable Coir-Polyester Amide Biocomposites*, Polymer Composites (2001) 22(6), 770-78; Rahman et al., *Surface Treatment Of Coir Fibers And Its Influence On The Fibers Physico-Mechanical Properties*, Composites Science and Tech. (2007) 67(11-12), 2369-76; Rozman et al., *The Effect Of Lignin As A Compatibilizer On*

The Physical Properties Of Coconut Fiber-Polypropylene Composites, Eur. Polym. J. (2000) 36(7), 1483-94; Hai et al., *Advanced Composite Materials*, (2009) 18(3), 197-208; Tan et al., *Advanced Materials Research* (2010) 139-141, 5 348-51; Carvalho et al., *BioResources* (2010) 5(2), 1143-55; Silva et al., *Composites Science and Technology* (2006) 66(10), 1328-35; Javadi et al., *Processing And Characterization Of Solid And Microcellular PHBV/Coir fiber Composites*, *Materials Science and Eng.* (2010) 30(5) 749-57; 10 Rosa et al., *Bioresource Technology* (2009) 100(21), 5196-5202; Geethamma et al., *J. of Applied Polymer Science* (1995) 55(4), 583-94; Geethamma et al., *Polymer* (1998) 39(6-7), 1483-91; Wei et al., *Characterisation And Utilization Of Natural Coconut Fibres Composites*, *Materials and Design* (2009) 30, 2741-44. 15

Además, se han publicado algunos estudios sobre compuestos a base de WG rellenos con fibras naturales tales como, por ejemplo, cáñamo, yute y fibra de coco (remítase, p. ej., a Kunanopparat et al., *Plasticized Wheat Gluten Reinforcement With Natural Fibers: Effect Of Thermal Treatment On The Fiber/Matrix Adhesion*, *Composites: Parte A* (2008) 39, 777-85 y 1787-1792; Wretfors et al., *Effects Of Fiber Blending And Diamines On Wheat Gluten Materials Reinforced With Hemp Fiber*, *J. of Materials Science* (2010) 20 45(15), 4196-4205; Wretfors et al., *J. of Polymers and the Environment* (2009) 17(4), 259-66; Reddy et al., *Biocomposites Developed Using Water-Plasticized Wheat Gluten As Matrix And Jute Fibers As Reinforcement*, *Polymer Int'l* (2011) 60(4), 711-16; Muensri et al., *Effect Of Lignin Removal On The Properties Of Coconut Coir* 25 30

Fiber/Wheat Gluten Biocomposite, Composites, Parte A: Applied Science and Mfg. (2011) 42A(2), 173-79).

Se han publicado algunos estudios sobre la preparación de tableros de partículas a base de materiales de coco. Por ejemplo, se han producido tableros de partículas de alta densidad a partir de cáscaras de coco enteras sin la adición de aglutinantes químicos (remítase, p. ej., a Van Dam et al., *Ind. Crops Prod.* 2004, 19(3), 207-216; Van Dam et al., *Ind. Crops Prod.* 2004, 20(1), 97-101; y Van Dam et al., *Ind. Crops Prod.* 2006, 24(2), 96-104). Además, la CCP se ha utilizado para la fabricación de tableros de partículas utilizando UF y PF como aglutinantes (remítase, p. ej., a Sampathrajan et al., *Bioresour. Technol.* 1992, 40(3), 249-251; Viswanathan et al., *Bioresour. Technol.* 1998, 67(1), 93-95; Viswanathan et al., *Bioresour. Technol.* 2000, 71(1), 93-94). Además, se han presentado tableros de partículas aislantes hechos a partir de CCF con aglutinantes de tipo isocianato, UF y PF (remítase, p. ej., a Khedari et al., *Build. Envi.* 2003, 38(3), 435-441). Tal como se ha señalado anteriormente, también existen algunos estudios que informan sobre la utilización de WG modificado como aglutinante para los tableros de fibras y tableros de partículas de madera.

Por lo tanto, existe interés por métodos y sistemas mejorados para la producción o fabricación de tableros de partículas utilizando aglutinantes a base de materiales exentos de formaldehído. Dicho de otro modo, existe interés por el diseño de tableros de partículas exentos de formaldehído mejorados. Además, se siguen necesitando sistemas/diseños para la fabricación de tableros de

partículas (p. ej., tableros de partículas exentos de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos tales como materiales y/o fibras de coco), donde los tableros de partículas tienen
5 unas características funcionales mejoradas (p. ej., propiedades mecánicas) en comparación con los tableros de partículas convencionales.

Estas y otras ineficacias y oportunidades de mejora se abordan y/o resuelven mediante los sistemas, ensamblajes y
10 métodos de la presente descripción.

Resumen

La presente descripción proporciona un tablero de partículas provechoso y métodos para fabricar un tablero de partículas provechoso (p. ej., tablero de partículas a base
15 de material/fibra natural). En realizaciones representativas, la presente descripción proporciona métodos y sistemas mejorados para fabricar un tablero de partículas (p. ej., tablero de partículas exento de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p.
20 ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de partículas posee propiedades mecánicas y/o características funcionales mejoradas.

En general, la presente descripción proporciona métodos y sistemas mejorados para fabricar un tablero de
25 partículas exento de formaldehído a partir de fibras y/o materiales lignocelulósicos (p. ej., materiales de coco, tales como polvo de fibra de coco y/o fibra de coco), junto con un material aglutinante (p. ej., aglutinante de tipo poliuretano, diisocianato de difenilmetano, gluten de trigo
30 a base de aceite de palma, poliol, etc.). En las

18

realizaciones ilustrativas, la fibra o material lignocelulósico (p. ej., fibra de coco) se trata con hidróxido de sodio y/o un agente acoplante de tipo silano como un promotor de la adhesión para potenciar la adhesión interfacial entre la fibra y el polvo de fibra, y/o entre la fibra/polvo de fibra y el aglutinante. Las propiedades físicas y mecánicas de los tableros de partículas ecológicos descritos se han examinado y comparado, entre otras, con las propiedades de un tablero de partículas que utiliza el aglutinante comercial RUBINATE® (p. ej., un poliisocianato hidrocompatible a base de diisocianato de difenilmetilo).

En general, los biocompuestos reforzados con fibra (p. ej., biocompuestos de gluten de trigo (WG) reforzados con fibra de coco) se pueden fabricar provechosamente. Por ejemplo, las fibras naturales (p. ej., fibras de coco) se pueden modificar químicamente mediante hidróxido de sodio y/o un tratamiento de silano. En las realizaciones ilustrativas, el *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (MISO), el cual es un silano funcional con isocianato enmascarado, se utilizó provechosamente para mejorar la adhesión interfacial entre el WG y las fibras naturales. Además, la espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS, por sus siglas en inglés) y la cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS, por sus siglas en inglés) se emplearon para demostrar la presencia del silano en la fibra de coco tratada con silano (SCCF, por sus siglas en inglés) y también para demostrar la presencia del silano en la fibra tratada con álcali y después con silano (ASCCF, por sus siglas en inglés). En las realizaciones

ilustrativas, se ha observado que la ASCCP tiene un contenido en silano superior en la superficie de la fibra que la SCCF. Las propiedades mecánicas de los compuestos con aproximadamente una carga de fibra de un 15% de masa se han evaluado mediante ensayos de flexión de tres puntos. Además, se ha utilizado la microscopía electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) para investigar las características de extracción de la fibra de los compuestos. El compuesto WG/ASCCF proporcionó aproximadamente un 80% de aumento de la solidez y mostró una adhesión interfacial fibra-matriz superior.

Tal como se ha indicado, un silano representativo utilizado para el tratamiento de la fibra (p.ej., tratamiento superficial de la fibra) fue el t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo, el cual es un silano funcional con isocianato enmascarado (MISO), con temperaturas de desenmascaramiento de aproximadamente 150 a aproximadamente 200 °C. En las realizaciones ilustrativas, se han investigado los efectos de los tratamientos superficiales de las fibras con respecto a las propiedades mecánicas de los biocompuestos reforzados con las fibras tratadas, tal como se discute adicionalmente a continuación.

La presente descripción proporciona un método para fabricar un tablero de partículas que incluye a) remojar una porción de un material lignocelulósico en una solución alcalina; b) secar el material lignocelulósico tras remojar; c) remojar una porción del material lignocelulósico en una solución de un silano funcional con isocianato enmascarado; d) secar el material

lignocelulósico tras remojar; y e) moldear el material lignocelulósico.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde al menos una
5 porción del material lignocelulósico se deriva de fibras naturales. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde antes del paso a), se seca el material lignocelulósico hasta que el contenido de humedad está comprendido entre
10 aproximadamente un 3% y aproximadamente un 4.5%.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el paso a) se lleva a cabo remojando el material lignocelulósico en una solución alcalina de aproximadamente un 5% p/v durante
15 aproximadamente 4 horas a aproximadamente temperatura ambiente. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde la solución de silano incluye t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo. La presente descripción también
20 proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde la solución de silano se prepara disolviendo t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v para formar aproximadamente un 0.1 por ciento en volumen de
25 silano en la solución.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el paso e) se lleva a cabo mediante moldeo por prensado en caliente o moldeo por compresión del material lignocelulósico. La
30 presente descripción también proporciona un método para

5 fabricar un tablero de partículas donde el paso e) se lleva a cabo mediante moldeo por compresión del material lignocelulósico a entre aproximadamente 150 °C y aproximadamente 160 °C durante aproximadamente entre 7 y 20 minutos a entre aproximadamente 900 lb_f y aproximadamente 40 000 lb_f.

10 La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde se añade un material aglutinante al material lignocelulósico tras el paso d) y antes del paso e). La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el material aglutinante se selecciona a partir del grupo constituido por gluten de trigo, diisocianato de difenilmetano y poliuretano.

15 La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde se añade un material de polvo de fibra de coco al material lignocelulósico tras el paso d) y antes del paso e). La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas que incluye: a) remojar un material lignocelulósico en una solución de un silano funcional con isocianato enmascarado; b) secar el material lignocelulósico tras remojar; y c) moldear el material lignocelulósico. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde al menos una porción del material lignocelulósico se deriva de fibras naturales.

25 La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde antes del paso a), se seca el material lignocelulósico hasta que el

contenido de humedad está comprendido entre aproximadamente un 3% y aproximadamente un 4.5%. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde la solución de silano se prepara
5 disolviendo *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde la solución de
10 silano incluye *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el paso c) se lleva a cabo mediante moldeo por prensado en caliente o moldeo por compresión del material lignocelulósico.

15 La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde se añade un material aglutinante al material lignocelulósico tras el paso b) y antes del paso c).

La presente descripción también proporciona un método
20 para fabricar un tablero de partículas donde el material aglutinante se selecciona a partir del grupo constituido por gluten de trigo, diisocianato de difenilmetano y poliuretano. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde se
25 añade un material de polvo de fibra de coco al material lignocelulósico tras el paso b) y antes del paso c).

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas que incluye: a) poner en contacto una porción de un material

lignocelulósico con un silano funcional con isocianato enmascarado; y b) moldear el material lignocelulósico.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde al menos una
5 porción del material lignocelulósico se deriva de fibras naturales.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el silano funcional con isocianato enmascarado incluye t-
10 butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde antes, durante o después del paso a), se añade un material aglutinante al material lignocelulósico antes del paso b).

15 La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el silano funcional con isocianato enmascarado se pone en contacto con la porción del material lignocelulósico mediante una pulverización líquida. La presente descripción también
20 proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el paso a) incluye mezclar o combinar el silano funcional con un isocianato enmascarado con la porción del material lignocelulósico.

La presente descripción también proporciona un método
25 para fabricar un tablero de partículas donde al menos una porción del silano funcional con un isocianato enmascarado está en forma de polvo o sustancialmente sólida. La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde antes del paso a)

al menos una porción del material lignocelulósico se remoja en una solución alcalina.

La presente descripción también proporciona un método para fabricar un tablero de partículas donde el paso a) incluye además mezclar o combinar un material aglutinante con la porción del material lignocelulósico.

Las características, funciones y aplicaciones provechosas adicionales de los sistemas, montajes y métodos descritos de la presente descripción serán evidentes a partir de la siguiente memoria descriptiva, particularmente cuando se lee junto con las figuras adjuntas. Todas las referencias enumeradas en esta descripción se incorporan a la presente por referencia en su totalidad.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones ilustrativas de la presente descripción se describen adicionalmente haciendo referencia a las figuras adjuntas. Cabe destacar que los diversos pasos, características y combinaciones de pasos/características descritos a continuación e ilustrados en las figuras se pueden disponer y organizar de manera diferente para dar como resultado realizaciones que siguen estando comprendidas en la naturaleza y alcance de la presente descripción. Para ayudar a los expertos en la técnica en la realización y utilización de los sistemas, montajes y métodos descritos, se hace referencia a las figuras adjuntas, donde:

La Figura 1 muestra un espectro de FTIR de fibra de coco (CCF) y fibra tratada con álcali (ACCF) tratada con una solución de NaOH al 5% en peso.

Las Figuras 2A-D muestran micrografías de FE-SEM (300X) de: (a) fibra de coco no tratada (CCF), (b) fibra de coco tratada con álcali (ACCF) en una solución de NaOH de aproximadamente un 2.5% en peso, (c) fibra de coco tratada con álcali (ACCF) en una solución de NaOH de aproximadamente un 5% en peso, y (d) fibra de coco tratada con álcali (ACCF) en una solución de NaOH de aproximadamente un 10% en peso.

La Figura 3 muestra un espectro XPS de barrido amplio de la ACCF, y de la fibra tratada con álcali y a continuación con silano (ASCCF);

Las Figuras 4A-D muestran un espectro XPS de alta resolución de Si_{2p} a 102 eV y Si_{2s} a 154 eV en la región entre 80 y 170 eV para: (a) ASCCF, (b) ACCF tratada con una solución de NaOH de aproximadamente un 5% en peso, (c) fibra de coco tratada con silano (SCCF) y (d) CCF;

Las Figuras 5A-C muestran análisis representativos de GC/MS de un silano funcional con un isocianato enmascarado (MISO): FIG. 5A - cromatograma de gases de MISO con una concentración de aproximadamente 4.95 ppb; FIG. 5B - espectro de masas del pico de GC con un tiempo de retención de aproximadamente 3.93 min; y FIG. 5C - espectro de masas de un patrón de alcohol *tert*-butílico;

Las Figuras 6A-C muestran cromatogramas de gases de: (a) ACCF, (b) SCCF y (c) ASCCF;

Las Figuras 7A-E muestran curvas de tensión-deformación de: (a) compuestos de gluten de trigo (WG), (b) compuestos de WG/CCF al 15% en peso, (c) compuestos de WG/SCCF al 15% en peso, (d) compuestos de WG/ACCF al 15% en

peso (tratamiento con NaOH al 5%) y (e) compuestos de WG/ASCCF al 15% en peso (tratamiento con NaOH al 5%);

Las Figuras 8A-I muestran imágenes que muestran las características de extracción de la fibra de: (a) compuestos de WG/CCF, (b) compuestos de WG/ACCF y (c) compuestos de WG/ASCCF tras la rotura en un ensayo de tracción, e imágenes SEM de la superficie fracturada por la tracción de (d, g) compuestos de WG/CCF, (e, h) compuestos de WG/ACCF y (f, i) compuestos de WG/ASCCF;

Las Figuras 9A-D muestran curvas de tensión-deformación de: a) tablero de partículas de polvo de fibra de coco (CCP), b) tablero de partículas de CCP/WG (90/10), c) tablero de partículas de CCP/ASCCF (90/10) y d) tablero de partículas de CCP/ASCCF/WG (80/10/10);

Las Figuras 10A-C muestran imágenes de tableros de partículas tras el ensayo de introducción de clavos;

Las Figuras 11A-H muestran curvas de tensión-deformación de: barras pequeñas de compuestos de a) CCP, b) CCP/ASCCF (90/10), c) CCP/WG (90/10), d) CCP/ASCCF/WG (80/10/10), e) CCP/RN (90/10), f) CCP/ASCCF/RN (80/10/10), g) CCP/PU (90/10) y h) CCP/ASCCF/RU (80/10/10) comprimidas a 160°C con $8.9 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ (condición de moldeo #2);

La Figura 12A muestra un MOE y la Figura 12B muestra un MOR para los siguientes tableros de partículas fabricados: (i) CCP, (ii) CCP/ASCCF/WG, (iii) CCP/ASCCF/RN y (iv) CCP/ASCCF/PU, comparados con el requisito mínimo de MOE y MOR para los tableros de partículas M-1 de acuerdo con ANSI A208.1;

Las Figuras 13A-H muestran imágenes de tableros de partículas tras el ensayo de introducción de clavos;

La Figura 14 muestra el análisis termogravimétrico de tableros de partículas ilustrativos del Ejemplo 4; y

La Figura 15 muestra una curva de tensión-deformación para un tablero de partículas a base de bagazo ilustrativo
5 fabricado de acuerdo con la presente descripción.

Descripción detallada

La presente descripción proporciona un tablero de partículas mejorado y métodos para fabricar un tablero de partículas mejorado (p. ej., tablero de partículas a base
10 de material/fibra natural). Más concretamente, la presente descripción proporciona métodos y sistemas para fabricar un tablero de partículas (p. ej., tablero de partículas exento de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de
15 partículas posee propiedades mecánicas y/o características funcionales mejoradas.

En general, la presente descripción proporciona métodos y sistemas para fabricar biocompuestos reforzados con fibra (p. ej., biocompuestos de gluten de trigo (WG)
20 reforzados con fibra natural). Por ejemplo, la presente descripción proporciona métodos/sistemas para fabricar un tablero de partículas (p. ej., un tablero de partículas exento de formaldehído) a partir de materiales lignocelulósicos (p. ej., polvo de fibra de coco y/o fibra
25 de coco), junto con un material aglutinante (p. ej., un aglutinante de tipo poliuretano, diisocianato de metilo, gluten de trigo, etc.).

En general, la fibra o material lignocelulósico (p. ej., polvo de fibra/fibra de coco) se trata con hidróxido
30 de sodio y/o un agente acoplante de tipo silano como un

2b

promotor de la adhesión para potenciar la adhesión interfacial entre la fibra y el polvo de fibra, y/o entre la fibra/material y el aglutinante. En ciertas realizaciones, la presente descripción proporciona un
5 proceso para producir un tablero de partículas a partir de polvo de fibra de coco donde se utiliza fibra de coco como refuerzo, y se utilizan como aglutinante gluten de trigo y/o diisocianato de metilo.

En las realizaciones ilustrativas, el t-butilcarbamato
10 de 3-trietoxisililpropilo (MISO), el cual es un silano funcional con isocianato enmascarado, se puede utilizar provechosamente para mejorar la adhesión interfacial entre el aglutinante (p. ej., WG) y los materiales/fibras naturales (p. ej., CCF). MISO es un silano funcional con un
15 isocianato enmascarado, con temperaturas de desenmascaramiento de aproximadamente 150 °C a aproximadamente 200 °C. En las realizaciones ilustrativas, el compuesto (p. ej., compuesto WG/ASCCF) proporcionó aproximadamente un aumento de un 80% en la solidez y mostró
20 una adhesión interfacial fibra-matriz superior.

Según la práctica actual las resinas de urea-formaldehído (UF) y fenol-formaldehído (PF) son los aglutinantes habituales utilizados por la industria de los tableros de partículas. Sin embargo, las resinas de UF y
25 de PF generalmente no son ecológicas ni seguras debido a los efectos sobre la salud de la exposición a las emisiones de formaldehído. Además, los adhesivos a base de formaldehído se derivan generalmente de compuestos petroquímicos no sostenibles. Es más, algunas ventajas de
30 las fibras naturales sobre las fibras artificiales y de

refuerzo tradicionales son su costo bajo, densidad baja, buenas propiedades mecánicas específicas, resiliencia elevada, comportamiento no abrasivo durante el procesamiento, disponibilidad, biodegradabilidad y recuperación de energía mejorada. En realizaciones representativas, la presente descripción proporciona métodos/sistemas para fabricar un tablero de partículas (p. ej., tablero de partículas exento de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de partículas posee propiedades mecánicas y/o características funcionales mejoradas, y de este modo proporciona como resultado una ventaja ambiental, comercial y de manufactura significativa.

Como se ha señalado, la presente descripción proporciona métodos/sistemas mejorados para fabricar un tablero de partículas exento de formaldehído a partir de fibras y/o materiales lignocelulósicos, junto con un material aglutinante (p. ej., gluten de trigo, diisocianato de difenilmetano, etc.). En las realizaciones ilustrativas, la fibra/material lignocelulósico se trata con hidróxido de sodio y/o un agente acoplante de tipo silano como un promotor de la adhesión para potenciar la adhesión interfacial entre la fibra y el aglutinante.

Como tal, la presente descripción proporciona formas en las que los biocompuestos reforzados con fibra se pueden fabricar provechosamente. Por ejemplo, las fibras naturales se pueden modificar químicamente mediante hidróxido de sodio y/o un tratamiento de silano. En las realizaciones ilustrativas, el *t*-butilcarbamato de 3-

trietoxisililpropilo (MISO), el cual es un silano funcional con isocianato enmascarado, se puede utilizar provechosamente para mejorar la adhesión interfacial entre el aglutinante (p. ej., gluten de trigo) y las fibras naturales. Además, la espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) y la cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS) se emplearon para demostrar la presencia del silano en la fibra tratada con silano y también para demostrar la presencia del silano en la fibra tratada con álcali y después con silano.

Tal como se ha indicado, un silano representativo utilizado para el tratamiento de la fibra (p.ej., tratamiento superficial de la fibra) fue el t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo, el cual es un silano funcional con isocianato enmascarado (MISO), con temperaturas de desenmascaramiento de aproximadamente 150 a aproximadamente 200 °C. En las realizaciones ilustrativas, se han investigado los efectos de los tratamientos superficiales de las fibras con respecto a las propiedades mecánicas de los biocompuestos reforzados con las fibras tratadas, tal como se discute a continuación.

La presente descripción se describirá adicionalmente en relación a los siguientes ejemplos; sin embargo, el alcance de la descripción no se limita de esta manera. Los siguientes ejemplos ilustran el proceso de la descripción para producir un tablero de partículas (p. ej., tablero de partículas exento de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de partículas posee

propiedades mecánicas y/o características funcionales mejoradas.

EJEMPLO 1:

Materiales: Arrowhead Mills, EE. UU., suministró el
5 gluten de trigo (WG) vital americano y este contuvo
aproximadamente un 80% de proteínas, aproximadamente un 10%
de agua y aproximadamente un 10% de almidón, junto con
otros componentes minoritarios tales como lípidos y cenizas
(remítase, p. ej., a Ye et al., *J. Polym Environ.*, 2006,
10 14, 1-7).

Se secó el gluten de trigo en un horno a vacío a
aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas
(contenido de humedad aproximadamente de un 3%) antes de su
uso. El *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (silano
15 con isocianato enmascarado; MISO) se adquirió de Gelest
Inc., EE. UU. Fisher Scientific, EE. UU., suministró el
hidróxido de sodio. La acetona se obtuvo a partir de J.T.
Baker, EE. UU. Se recibió fibra de coco (CCF) de Lanka Coco
Products, Ltd. Sri Lanka. Las propiedades mecánicas y
20 físicas de la fibra de coco se muestran en la Tabla 1.

Cabe señalar que se pueden utilizar otras fibras o
materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej.,
materiales/fibras de árbol, bambú, cáñamo, paja de
cereales, cáscaras de arroz, bagazo, etc.) en lugar de CCF
25 en los sistemas, procesos, métodos y ejemplos de la
presente descripción. En este sentido, cabe señalar que
la química de la fibra lignocelulósica indica que la
química del silano con isocianato enmascarado incumbe a las
fibras procedentes de árboles (p. ej., árboles de madera
30 dura y blanda, tales como por ejemplo, el pino, caucho,

banano, etc.), así como a otras fibras vegetales (p. ej., bambú, cáñamo, paja de cereales, cáscaras de arroz, bagazo, etc.). Cabe señalar además que los materiales/fibras lignocelulósicos tienen muchos grupos hidroxilo (OH) y la química de depósito del silano con isocianato enmascarado se basa, en parte, en la condensación del silanol con los hidroxilos de la superficie. Por lo tanto, cabe señalar que las formulaciones con isocianato enmascarado provechosas de la presente descripción son eficaces con materiales/fibras lignocelulósicos.

TABLA 1: Propiedades mecánicas y físicas de la fibra de coco y la fibra de vidrio E

(Kalia et al., Polym. Eng. Sci. (2009) 49, 1253-72)

Fibra	Densidad (g/cm ³)	Diámetro (µm)	Resistencia a la tracción (MPa)	Módulo de Young (GPa)	Elongación en el punto de rotura (%)
Fibra de coco	1.15	100-450	131-175	4-6	15-40
Fibra de vidrio E	2.5	-	2000-3500	70	2.5

Cabe señalar que no se esperaba que la fibra de coco añadiera incrementos muy grandes en la solidez y rigidez obtenidas a partir del refuerzo con fibra de vidrio, pero la gran elongación para lograr la rotura mejoró en gran medida la ductibilidad de los compuestos, tal como se ilustra a continuación.

Tratamientos de la fibra: La fibra de coco (CCF) con un diámetro de aproximadamente 0.30 a aproximadamente 0.55

mm se cortó en longitudes de aproximadamente 40 mm y se
secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante
aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de
aproximadamente un 3%). Parte de la CCF se sometió a
5 continuación a tratamientos de la fibra (p. ej.,
tratamientos superficiales), tal como se describe a
continuación.

Tratamiento alcalino (Mercerización): Parte de las
fibras secas (aproximadamente 20 g) se remojaron en una
10 solución de hidróxido de sodio en agua de aproximadamente
un 2.5% p/v (aproximadamente 1000 mL) durante
aproximadamente 4 horas a temperatura ambiente, a
continuación se lavaron completamente con agua destilada
hasta que la solución de enjuagado alcanzó un pH de
15 aproximadamente 7.

Además, parte de las fibras secas (aproximadamente 20
g) se remojaron en una solución de hidróxido de sodio en
agua de aproximadamente un 5% p/v (aproximadamente 1000 mL)
durante aproximadamente 4 horas a temperatura ambiente, a
20 continuación se lavaron completamente con agua destilada
hasta que la solución de enjuagado alcanzó un pH de
aproximadamente 7.

De manera adicional, parte de las fibras secas
(aproximadamente 20 g) se remojaron en una solución de
25 hidróxido de sodio en agua de aproximadamente un 10% p/v
(aproximadamente 1000 mL) durante aproximadamente 4 horas a
temperatura ambiente, a continuación se lavaron
completamente con agua destilada hasta que la solución de
enjuagado alcanzó un pH de aproximadamente 7.

Cada lote de la fibra tratada con álcali (NaOH al 2.5%, NaOH al 5% y NaOH al 10%) (ACCF) se secó a temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas y a continuación se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 3%).

Tratamiento con silano: Se disolvió *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisisililpropilo (p. ej., silano funcional con isocianato enmascarado o MISO) en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v (aproximadamente un 0.1% en volumen de silano en la solución). Se ajustó el pH hasta aproximadamente 4 con ácido acético, agitando la solución de manera continuada durante aproximadamente 30 minutos.

Parte de las fibras de coco secas (no tratadas con álcali), así como parte de las fibras secas tratadas con álcali (ACCF - tratamiento con NaOH al 2.5%, 5% y 10%), se remojaron a continuación en la solución durante aproximadamente 2 horas.

A continuación se separaron las fibras de la solución de silano y se permitió que el disolvente se evaporara en una corriente de aire a temperatura ambiente durante aproximadamente 2 horas. Se secaron las fibras en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas. La CCF tratada únicamente con silano (no tratada con álcali) se denomina SCCF, mientras que la fibra tratada con álcali que también se trató con silano se denomina ASCCF.

Cabe señalar que la presente descripción contempla que el silano (p. ej., silano funcional con isocianato enmascarado) se pueda incorporar/poner en contacto y/o

mezclar/combinar con las fibras, materiales, mezclas, combinaciones y/o muestras de diferentes maneras, y en diversos pasos diferentes en el proceso de fabricación. Por ejemplo, el silano (MISO) se puede incorporar a la solución de hidróxido de sodio discutida anteriormente, y las fibras se pueden remojar simultáneamente en la solución de silano y de NaOH, seguido de los pasos de secado y preparación del compuesto (p. ej., mezclando/incorporando al aglutinante y/o moldeo).

10 Como alternativa, el silano (MISO) se puede depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., tras el tratamiento con NaOH) y a continuación las fibras tratadas con silano se pueden mezclar/incorporar al aglutinante (si se desea) y a continuación moldear/fabricar. Cabe señalar que los materiales/fibras lignocelulósicos se pueden mezclar/combinar con el material aglutinante (si se desea) antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con silano mediante pulverización líquida o similares). Por ejemplo, cabe señalar que el material aglutinante se puede poner en contacto/depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos y/o mezclar/combinar (p. ej., como un líquido o sólido) con estos antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con pulverización líquida con silano, un paso de mezcla con silano sustancialmente sólido, y/o tras el tratamiento de remojo con la solución de silano, etc.).

30 En ciertas realizaciones, tras el paso de tratamiento alcalino (si se desea) puede llevarse a cabo un paso de

tratamiento con silano donde el silano de tipo MISO se mezcla/pone en contacto con los otros componentes (p. ej., fibras/materiales y aglutinante) en básicamente un paso (p. ej., un paso de mezcla de sólidos con MISO/polvo de MISO y/o aglutinante, y/o un tratamiento de pulverización líquida con MISO y/o aglutinante, etc.), seguido a continuación por un paso de moldeo/fabricación. Como se ha señalado, el paso o los pasos del tratamiento con silano podrían tener varias variaciones, tales como, por ejemplo, un paso de tratamiento con silano donde los componentes (fibras/materiales, silano de tipo MISO y/o aglutinante) se mezclan/combinan unos con otros como sólidos, y/o como un paso donde el silano de tipo MISO y/o aglutinante (si se desea) se pulverizan sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (y otros sólidos) como un líquido.

Preparación del compuesto: Mezclas (p. ej., mezclas obtenidas mediante mezclado mecánico o similares), combinaciones o muestras (aproximadamente un total de 700 mg para cada muestra/mezcla) de: (i) gluten de trigo (WG); (ii) WG/CCF; (iii) WG/ACCF; (iv) WG/SCCF; y (v) WG/ASCCF se moldearon por compresión a continuación a aproximadamente 150 °C durante aproximadamente 10 minutos, y a aproximadamente 8.9×10^4 N (aproximadamente 20,000 lb_f), en un molde de acero inoxidable para formar barras de aproximadamente 4 x 0.5 x 0.2 cm.

Para las mezclas, combinaciones o muestras del (ii) al (v) enumerados anteriormente con las que se fabricaron los compuestos/barras, la proporción de WG respecto a la CCF, ACCF, SCCF o ASCCF fue de aproximadamente 85/15 por porcentaje en peso.

37

Métodos - espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR): Se obtuvo un espectro FTIR de CCF y ACCF molidas utilizando un espectrómetro Nicolet Magna-IR 560. Para preparar las muestras se utilizó la técnica de la
5 pastilla de KBr. Se recogieron datos desde 4000-400 cm^{-1} en la región del infrarrojo medio con 32 barridos con una resolución de aproximadamente 4 cm^{-1} . Se analizaron los espectros utilizando software Omnic, versión 7.2a, de la Corporación Thermo Electron.

10 Microscopía electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés): Se examinaron la morfología superficial de CCF y ACCF con diversas concentraciones de la solución de hidróxido de sodio, así como las superficies de las fracturas de todos los compuestos tras la rotura en un
15 ensayo de tracción, mediante SEM utilizando un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM, por sus siglas en inglés) 6335F de JEOL con un voltaje de aceleración de 10 kV. Antes de la observación SEM se recubrieron todas las muestras con oro.

20 Análisis superficial por espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS): Se registró el espectro XPS de CCF, SCCF, ACCF y ASCCF con un sistema PHI 595 Multiprobe de Perkin-Elmer con una fuente de rayos X doble de aluminio/magnesio. Se montaron las fibras sobre un
25 portador con una cinta de carbono de doble cara y se colocaron a vacío a aproximadamente 10^{-8} torr. Se realizaron todos los barridos con un ciclo de barrido amplio de la energía de unión entre 1100 y 0 eV, energía de paso de 50 eV y $\text{ev/s} = 0.1 \text{ eV}$.

Análisis por Cromatografía de gases/Espectrometría de masas (GC/MS): Las determinaciones de GC/MS de ACCF, SCCF y ASCCF (aproximadamente 1.1 g) se realizaron en un sistema GC/MS HP 6890 Series con una desorción térmica dinámica directa (inyección sin jeringa). Se utilizó una columna capilar Zebron ZB-1 (30 mL x 0.25 mm D.I. x 1.00 µm de espesor de la película) con un programa de temperatura desde 35 (mantenido durante aproximadamente 2 min) hasta 325 °C utilizando helio como gas portador a aproximadamente 15°C/min. La temperatura del inyector sin división se mantuvo a aproximadamente 225 °C con un tiempo de retraso de la purga de aproximadamente 2 min. Se registraron los espectros de masas de todas las muestras en un intervalo de barrido de 10 a 700 dalton (intervalo de barrido de 100 a 300 dalton en los primeros 6 min).

Ensayo de la propiedad mecánica: Las barras moldeadas se utilizaron para un ensayo de flexión de tres puntos realizado de acuerdo con métodos de ensayo normalizados para las propiedades de flexión, ASTM D790-02. Los ensayos se llevaron a cabo en una interfaz computacional Instron 1011 con una célula de carga 50 N. La velocidad de desplazamiento de la cruceta fue de aproximadamente 1 mm/min, mientras que la velocidad de adquisición de datos fue de 10 puntos por segundo. Se llevaron a cabo de tres a cinco réplicas para cada muestra.

Características de fractura de los compuestos de WG: Las barras moldeadas preparadas tal como se ha descrito en la sección de preparación de los compuestos se rompieron con una carga de tracción utilizando el Instron 1011 con una velocidad de cruceta de aproximadamente 1 mm/min. La

superficie fracturada por la tracción de los compuestos se observó utilizando un FE-SEM 6335F de JEOL. Todos los ejemplares fracturados se metalizaron por bombardeo iónico con oro antes del examen con SEM.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Espectroscopía infrarroja (FTIR): La FIG. 1 (a-b) muestra un espectro de FTR de CCF y ACCF tratadas con una solución de NaOH de aproximadamente un 5% en peso, respectivamente. El cambio en la composición superficial de ACCF se puede estudiar mediante un espectro infrarrojo. Se puede observar que hay una banda de absorción de los grupos carbonilo en la hemicelulosa a 1742 cm^{-1} en el espectro de CCF (remítase a, p. ej., Mohanty *et al.*, *Natural Fibers, Biopolymers And Biocomposites*, CRC Press, Taylor & Francis Group (2005) p.199). Sin embargo, no se observa ningún pico a 1742 cm^{-1} en el espectro de ACCF. Este cambio en el espectro indica extracción de hemicelulosa desde la superficie de la fibra mediante la solución alcalina acuosa durante el proceso del tratamiento superficial.

SEM de la fibra de coco tratada con álcali (ACCF): Se estudió la morfología de CCF no tratada y fibras tratadas con álcali (ACCF) con diferentes concentraciones de la solución de hidróxido de sodio mediante SEM tal como se muestra en la FIG. 2A-D. La CCF tratada con álcali (FIGS. 2B-D) tiene una topografía superficial desigual y una formación fibrilar debida a la eliminación de impurezas, parafinas, así como parte de la lignina y hemicelulosa que cubre la superficie externa de las fibras.

La superficie de la fibra no tratada (FIG. 2A) parece ser más lisa que la de la fibra tratada con álcali (remítase a, p. ej., Li et al., *J. Polym. Environ.*, (2007) 15, 25-33). En las realizaciones ilustrativas, la irregularidad superficial puede potenciar la adhesión fibra-polímero. El tratamiento con NaOH a aproximadamente un 5% proporcionó mejores propiedades mecánicas que la CCF no tratada, la ACCF con NaOH a aproximadamente un 2.5% y la ACCF con NaOH a aproximadamente un 10%. Por lo tanto, los siguientes resultados ilustrativos para la ACCF y ASCCF utilizaron la solución de NaOH de aproximadamente un 5%.

Análisis superficial por espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) para todas las fibras: Se utilizó el análisis por XPS para proporcionar evidencia de la presencia de silano en la superficie de SCCF y ASCCF. La FIG. 3 presenta el espectro de XPS de barrido amplio de la intensidad electrónica como una función de la energía de unión para ACCF y ASCCF. Cabe señalar que el espectro de barrido amplio para CCF y SCCF tienen un aspecto similar (datos que no se muestran). Las composiciones elementales de la superficie de las fibras también se resumen en la Tabla 2.

Los picos del carbono (C_{1s}) y oxígeno (O_{1s}) a aproximadamente 284 y 531 eV, respectivamente, son los predominantes (remítase a, p. ej., Wagner et al., *Handbook Of X-Ray Photoelectron Spectroscopy*, Perkin-Elmer Corp., Eden Prairie, MN, (1979)). Los elementos mayoritarios que incluyen las fibras naturales, constituidas por celulosa, hemicelulosa, lignina y cera, son carbono, oxígeno e hidrógeno. Por lo tanto, no es sorprendente que se

detectara en todos los casos una elevada densidad electrónica de carbón y oxígeno. También se detectaron elementos tales como el silicio, potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro, aluminio, azufre, cobre y fósforo en las fibras de coco en cantidades mucho menores (remítase a, p. ej., Raveendran et al., *Fuel*, (1995) 74, 1812-22; Jústiz-Smith et al., *Mater. Charact.*, (2008) 59, 1273-78).

En la FIG. 3, se observó una cantidad muy pequeña de silicio cerca de 102 y 154 eV correspondiente a Si_{2p} y Si_{2s}, respectivamente, en ACCF (y también en CCF). En el caso de ASCCF (y SCCF), la intensidad de los picos Si_{2p} y Si_{2s} a 102 y 154 eV es superior que la de ACCF. Además, se detectó la mayor intensidad del pico N_{1s} a 399 eV para ASCCF y SCCF en comparación con las fibras de coco sin silano. El espectro de alta resolución de Si_{2p} y Si_{2s} en la región entre 80 y 170 eV, se presentan en la FIG. 4. El tratamiento con silano aumentó en más del doble la fracción de silicio de la superficie de las fibras. Además, hubo un aumento significativo en la cantidad de silicio presente en el espectro de ASCCF (FIG. 4A) en comparación con el de SCCF (FIG. 4C). Por lo tanto, el tratamiento alcalino de la fibra antes del silano aumentó la cantidad de silano enlazado en la superficie de la fibra.

Tabla 2 - Composiciones elementales superficiales y energías de unión para las fibras determinadas a partir del análisis XPS.

Fibra	Composición elemental (%)			
	C(1s)	O(1s)	Si(2p)	N(1s)
	(284 eV)	(531 eV)	(102 eV)	(399 eV)
CCF	72.59	24.33	1.94	1.14

ACCF	73.71	23.26	1.74	1.29
SCCF	69.81	23.11	4.53	2.55
ASCCF	69.20	21.75	5.95	3.10

Análisis por Cromatografía de gases/Espectrometría de masas (GC/MS): Se utilizó el silano funcional con isocianato enmascarado, *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo, o MISO, para mejorar la adhesión del aglutinante (p. ej., gluten de trigo) a la fibra (p. ej., fibra de coco). Debido a su elevada reactividad, especialmente con la humedad, y su toxicidad, el isocianato es generalmente vulnerable a una reacción prematura cuando se utiliza con las fibras naturales.

En las realizaciones ilustrativas, la funcionalidad isocianato del MISO se enmascaró convenientemente en forma de un carbamato. En general, el desenmascaramiento del grupo isocianato tuvo lugar durante el paso de procesamiento de prensado en caliente con temperaturas de desenmascaramiento alrededor de aproximadamente 150 a aproximadamente 200 °C (remítase a, p. ej., Arkles, B., *Silane Coupling Agents: Connecting Across Boundaries V2.0*, Gelest, Inc., Morrisville, PA, (2006) pág.16). Durante el desenmascaramiento del MISO (1), se emitió alcohol *tert*-butílico (2) y se formó 3-isocianatopropiltriethoxisilano (3), según se ilustra en el Esquema 1.

Esquema 1 - Reacción de desenmascaramiento del *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (MISO):

Se utilizó cromatografía de gases/espectroscopía de masas (CG/MS) para complementar el XPS descrito anteriormente como una técnica adicional para comprobar la

presencia del silano en la fibra. Tal como se muestra en el Esquema 1, se libera alcohol *tert*-butílico cuando se calienta el MISO, y a la temperatura de desenmascaramiento, se emite el alcohol *tert*-butílico como un vapor. Se empleó GC/MS para detectar el alcohol *t*-butílico emitido a partir de SCCF y ASCCF. La temperatura del inyector de GC se mantuvo a aproximadamente 225 °C, la cual es un poco superior a la temperatura de desenmascaramiento, para garantizar que el alcohol *tert*-butílico se eliminaba completamente de las fibras de coco recubiertas con silano.

La FIG. 5 demuestra la capacidad de esta técnica para detectar el alcohol *tert*-butílico emitido a partir de la reacción de desenmascaramiento del MISO. La FIG. 5A presenta un cromatograma de gases de MISO con una concentración de aproximadamente 4.95 ppb. La FIG. 5B muestra el espectro de masas del pico de GC con un tiempo de retención de aproximadamente 3.93 min, correspondiente al alcohol *tert*-butílico. Se proporciona un espectro de masas de alcohol *tert*-butílico con una elevada pureza, que contiene el pico del ión con m/z 59 predominante, en la FIG. 5C, que muestra una correspondencia muy estrecha con la FIG. 5B y verifica que el pico de GC a 3.93 min es efectivamente alcohol *tert*-butílico. Aparte del alcohol *tert*-butílico detectado en el GC del MISO desenmascarado, se observó 3-isocianatopropiltriethoxisilano (3) con un tiempo de retención de aproximadamente 12.74 min, y esto también se verificó con espectroscopía de masas.

Los cromatogramas de gases de ACCF, SCCF y ASCCF, con tiempos de retención entre aproximadamente 2.5 y aproximadamente 5 min, se presentan en las Figuras 6A-C. En

la FIG. 6A, no aparece el pico del alcohol *tert*-butílico con un tiempo de retención de aproximadamente 3.93 min. Por otra parte, el análisis de GC/MS reveló que SCCF y ASCCF contenían un pico con un tiempo de retención a aproximadamente 3.93 min coherente con el alcohol *tert*-butílico. Además, el área del pico del ión con m/z 59 del alcohol *tert*-butílico en el cromatograma de ASCCF es superior a la del pico de SCCF, tal como se muestra en la Tabla 3, lo que implica más silano enlazado a ASCCF que a SCCF. Esto da como resultado una concordancia con el resultado observado en el análisis por XPS. Cabe señalar que se va a realizar trabajo adicional con patrones calibrados para el análisis cuantitativo del recubrimiento superficial del silano sobre las fibras de coco.

Tabla 3 - Área del pico del ión con m/z 59 del alcohol *tert*-butílico para SCCF y ASCCF:

Muestra	Tiempo de retención del alcohol <i>tert</i> -butílico (min)	Área del pico del ión con m/z 59 del alcohol <i>tert</i> -butílico
ACCF	N/A	0
SCCF	3.926	1.5 x 10 ⁶
ASCCF	3.928	6.6 x 10 ⁶

Propiedades mecánicas de los compuestos preparados:

Las propiedades mecánicas de los compuestos ilustrativos se muestran en la Tabla 4. Los valores de la tensión de la primera rotura son las tensiones a las cuales la matriz de gluten de trigo (WG) empieza a agrietarse y se ilustran en las FIGS. 7A-E. Las propiedades mecánicas del compuesto de WG con fibra no modificada (WG/CCF) mejoraron

ligeramente con respecto a las del plástico de WG (FIGS. 7A y 7B).

Con respecto al tratamiento alcalino, las propiedades mecánicas de los compuestos de WG con ACCF tratada con una
 5 concentración baja (una solución de NaOH aproximadamente al 2.5%) fueron comparables a los del compuesto de WG/CCF, mientras que las propiedades de WG/ACCF tratado con una solución de NaOH aproximadamente al 10% disminuyeron con respecto al compuesto de WG/CCF. Sin ceñirse a ninguna
 10 teoría, se cree que la disminución en la solidez puede deberse a la concentración alcalina elevada que despolimeriza la celulosa natural, lo que da como resultado una fibra dañada o más débil, lo que puede afectar negativamente a la solidez de la fibra. Este resultado es
 15 coherente con el resultado de SEM (FIG. 2D) que muestra la topografía superficial de la fibra tratada con álcali. Se ha descrito una tendencia similar de disminución en la solidez de los compuestos reforzados con fibra natural tratada con una solución de NaOH de aproximadamente un 10%
 20 en peso (remítase a, p. ej., Mishra et al., *Compos. Sci. Technol.*, (2003) 63, 1377-85).

En las realizaciones ilustrativas de la presente descripción, se ha descubierto que la concentración de NaOH óptima fue NaOH aproximadamente al 5%. Se utilizó esta
 25 concentración para las preparaciones de ASCCF. En general, sin el tratamiento superficial alcalino, el compuesto reforzado con fibra tratada con silano (WG/SCCF) proporcionó poca mejora en las propiedades mecánicas en comparación con el compuesto de WG/CCF. En las
 30 realizaciones ilustrativas, se descubrió que el compuesto

96

reforzado con fibra tratada con álcali y después con silano (WG/ASCCF) mejoraba significativamente las propiedades mecánicas. Sin ceñirse a ninguna teoría, se cree que esto puede deberse a la eliminación de parafinas, hemicelulosas y/o lignina parcial en la superficie de la fibra, lo que de esta manera aumenta la disponibilidad de sitios para las interacciones celulosa-silano. Ciertamente, se detectó más silano en ASCCF que en SCCF, tal como se señala/ilustra anteriormente en los análisis de XPS y GC/MS.

10 Tabla 4 - Propiedades mecánicas de los compuestos de WG reforzados con fibra de coco:

Muestra	% NaOH Tratamiento	Módulo (GPa)	Tensión de la primera rotura (MPa)	Elongación (%)
WG	0	2.78 ± 0.20	46.22 ± 1.56	1.61 ± 0.05
WG/CCF (85/15% en peso)	0	2.97 ± 0.22	48.35 ± 2.28	1.69 ± 0.06
WG/SCCF (85/15% en peso)	0	3.04 ± 0.15	49.98 ± 2.57	1.74 ± 0.16
WG/ACCF (85/15% en peso)	2.5	2.98 ± 0.05	47.89 ± 1.42	1.65 ± 0.03
WG/ACCF (85/15% en peso)	5	3.14 ± 0.20	51.74 ± 3.68	1.61 ± 0.10

WG/ACCF (85/15% en peso)	10	2.85 ± 0.11	45.55 ± 1.42	1.60 ± 0.04
WG/ASCCF (85/15% en peso)	5	3.28 ± 0.15	58.60 ± 2.17	1.89 ± 0.10

Las FIGS. 7A-E presentan las curvas típicas de tensión-deformación de WG y compuestos de WG reforzados con CCF tratada y no tratada. En la FIG. 7A, básicamente no hay comportamiento dúctil en la curva de tensión-deformación del compuesto de WG, la cual es diferente de las de los compuestos reforzados con las fibras. Para los compuestos de WG/fibra, la primera rotura cuando se agrieta la matriz de WG se muestra en las FIGS. 7B-E (señal de tipo flecha) y se presentan en la Tabla 4. Después de la rotura de la matriz de WG, la tensión todavía aumentó debido a que se transfirió a la interfaz y las fibras. Cuando la interfaz y las fibras se rompieron, se observó un descenso en la tensión. Con el fin de comparar cualitativamente la adhesión interfacial de las fibras y la matriz de WG en los compuestos, se calculó la proporción de tensión máxima respecto a la tensión en la primera rotura y se presenta en la Tabla 5. Los compuestos de WG/ASCCF mostraron el mayor valor de la proporción, lo que indica que este compuesto posee la interacción interfacial más fuerte entre la matriz de WG y ASCCF. Esto, muy probablemente, dio como resultado las propiedades mecánicas superiores del compuesto de WG/ASCCF.

Tabla 5 - Proporción de tensión máxima respecto a la tensión en la primera rotura de los compuestos de WG/fibra:

Muestra	Tensión máxima (MPa)	Tensión máxima/tensión en la primera rotura
WG	46.22 ± 1.56	1.00 ± 0.00
WG/CCF	53.19 ± 1.32	1.10 ± 0.04
WG/SCCF	58.98 ± 4.14	1.18 ± 0.05
WG/ACCF	65.70 ± 8.16	1.27 ± 0.05
WG/ASCCF	83.83 ± 8.76	1.43 ± 0.08

Comportamiento de fractura por la tracción y características de fractura superficial de los compuestos de WG:

Las FIGS. 8A-I ilustran las características de extracción de la fibra de los compuestos de WG/CCF, WG/ACCF y WG/ASCCF tras la rotura en un ensayo de tracción. Las FIGS. 8A-C muestran las fibras extraídas y las FIGS. 8D-I muestran las superficies fracturadas por la tracción de los compuestos. En la FIG. 8A, se detectan longitudes de extracción de la fibra largas en el compuesto de WG/CCF, mientras que se observan longitudes de extracción de la fibra largas y cortas en WG/ACCF (FIG. 8B). En el caso de WG/ASCCF, es claramente evidente una longitud de extracción de la fibra mucho más corta.

Las imágenes de la superficie fracturada del compuesto de WG/CCF muestran una gran extracción de fibra donde permanecen muchos huecos lisos después de haber extraído las fibras (FIG. 8D), lo que indica una gran rotura del enlace interfacial entre CCF y la matriz de WG (FIG. 8G). Comparado con WG/CCF, el compuesto de WG/ACCF mostró una rotura del enlace y una extracción de la fibra menores (FIG. 8E y FIG. 8H). En el caso del compuesto de WG/ASCCF,

se observó incluso menos extracción de la fibra. También, la matriz de WG parece muy adherida a las fibras rotas debido a la ausencia de huecos entre las fibras y la matriz circundante (FIG. 8F y FIG. 8I). Estos resultados indican un enlace interfacial muy deficiente entre la fibra y la matriz en el compuesto de WG/CCF y una adhesión interfacial débil en el compuesto de WG/ACCF. Sin embargo, en el caso del compuesto de WG/ASCCF, se observó una adhesión interfacial fibra-matriz mejorada, lo que de este modo favorece las propiedades mecánicas.

CONCLUSIONES:

Para los compuestos de WG reforzados con fibra de coco, la adhesión interfacial entre las fibras y el WG afecta a las propiedades mecánicas de los compuestos. El tratamiento superficial de la fibra con un silano con isocianato enmascarado puede potenciar la adhesión matriz de WG/fibra de coco. El tratamiento alcalino mejoró ligeramente la adhesión superficial eliminando impurezas, la hemicelulosa y/o la lignina que cubren la superficie de CCF, para producir de esta manera la topografía superficial desigual de la ACCF. Se obtuvieron mejoras sustanciales en las propiedades mecánicas con un tratamiento silano de la fibra tras el tratamiento superficial alcalino. XPS y GC/MS indican que el tratamiento superficial alcalino condujo a un recubrimiento superficial del silano mucho mayor que si no se hubiera aplicado un tratamiento alcalino a la fibra.

La rotura del gluten de trigo cambió desde muy quebradizo sin CCF hasta muy dúctil con refuerzo con CCF, ACCF, SCCF y ASCCF. La adhesión mejorada en la matriz de WG

reforzada con ASCCF condujo a un aumento de aproximadamente un 25% en la tensión en el punto de primera rotura en la curva tensión/deformación y a un aumento de aproximadamente un 80% en la tensión máxima. La adhesión mejorada también redujo las longitudes de extracción de la fibra observadas en las superficies de rotura de los ejemplares del ensayo de tracción.

EJEMPLO 2:

Materiales: Arrowhead Mills, EE. UU., suministró el gluten de trigo (WG) vital americano. Este contuvo aproximadamente un 80% de proteínas, aproximadamente un 10% de agua y aproximadamente un 10% de almidón, junto con otros componentes minoritarios tales como lípidos y cenizas. Se secó el WG en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas (contenido de humedad aproximadamente de un 3%) antes de su uso.

Se recibieron fibra de coco (CCF) y polvo de fibra de coco (CCP) de Lanka Coco Products, Ltd. Sri Lanka. El t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (silano con isocianato enmascarado) se adquirió de Gelest Inc., EE. UU. Fisher Scientific, EE. UU., suministró el hidróxido de sodio. La acetona se obtuvo a partir de J.T. Baker, EE. UU.

Preparación de fibra de coco y polvo de coco: La fibra de coco (CCF) con un diámetro de aproximadamente 0.30-0.55 mm se cortó en longitudes de aproximadamente 40 mm y se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 3%). Parte de la CCF se sometió a continuación a tratamientos superficiales.

El polvo de coco (CCP) se tamizó para obtener un tamaño de partícula < 250 μm y se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2-4 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 10%).

5 Como se ha discutido anteriormente, cabe señalar de nuevo que se pueden utilizar otras fibras o materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., materiales/fibras de árbol, bambú, cáñamo, paja de cereales, cáscaras de arroz, bagazo, etc.) en lugar de CCF
10 y/o CCP en los sistemas, procesos, métodos y ejemplos de la presente descripción.

Tratamientos de la fibra:

Tratamiento alcalino (Mercerización): Las muestras de fibras secas (CCF) se remojaron en: una solución de
15 hidróxido de sodio en agua de (i) aproximadamente un 2.5%; (ii) aproximadamente un 5%; y (iii) aproximadamente un 10% p/v durante aproximadamente 4 horas a temperatura ambiente, a continuación se lavaron completamente con agua destilada hasta que la solución de enjuagado alcanzó un pH de
20 aproximadamente 7. Cada lote de las fibras tratadas con álcali (ACCF) se secó a temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas y a continuación se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de
25 aproximadamente un 3%).

Tratamiento con silano: Se disolvió *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo de aproximadamente un 5% en peso, con respecto al peso de la fibra, en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v (aproximadamente un
30 0.1% en volumen de silano en la solución). Se ajustó el pH

hasta aproximadamente 4 con ácido acético, agitando la solución de manera continuada durante aproximadamente 30 minutos.

Parte de la CCF seca (no tratada con álcali), así como
5 parte de las fibras secas tratadas con álcali (ACCF -
tratamiento con NaOH al 2.5%, 5% y 10%), se remojaron a
continuación en la solución de silano durante
aproximadamente 2 horas. A continuación se separaron las
fibras de la solución de y se permitió que el disolvente se
10 evaporara en una corriente de aire a temperatura ambiente
durante aproximadamente 2 horas. Se secaron las fibras en
un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante
aproximadamente 12 horas. La CCF tratada únicamente con
silano (no tratada con álcali) se denomina SCCF, mientras
15 que la fibra tratada con álcali que también se trató con
silano se denomina ASCCF.

De nuevo, cabe señalar que la presente descripción
contempla que el silano (p. ej., silano funcional con
isocianato enmascarado) se pueda incorporar/poner en
20 contacto y/o mezclar/combinar con las fibras, materiales,
mezclas, combinaciones y/o muestras de diferentes maneras,
y en diversos pasos diferentes en el proceso de
fabricación. Por ejemplo, el silano (MISO) se puede
incorporar a la solución de hidróxido de sodio discutida
25 anteriormente, y las fibras se pueden remojar
simultáneamente en la solución de silano y de NaOH, seguido
de los pasos de secado y preparación del compuesto (p. ej.,
mezclando/incorporando al aglutinante y/o moldeo).

Como alternativa, el silano (MISO) se puede depositar
30 (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre

los materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., tras el tratamiento con NaOH) y a continuación las fibras tratadas con silano se pueden mezclar/incorporar al aglutinante (si se desea) y a continuación moldear/fabricar. Cabe señalar

5 que los materiales/fibras lignocelulósicos se pueden mezclar/combinar con el material aglutinante (si se desea) antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con silano mediante pulverización líquida o similares). Por ejemplo, cabe señalar que el material

10 aglutinante se puede poner en contacto/depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos y/o mezclar/combinar (p. ej., como un líquido o sólido) con estos antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con

15 pulverización líquida con silano, un paso de mezcla con silano sustancialmente sólido, y/o tras el tratamiento de remojo con la solución de silano, etc.).

En ciertas realizaciones, tras el paso de tratamiento alcalino (si se desea) puede llevarse a cabo un paso de

20 tratamiento con silano donde el silano de tipo MISO se mezcla/pone en contacto con los otros componentes (p. ej., fibras/materiales y aglutinante) en básicamente un paso (p. ej., un paso de mezcla de sólidos con MISO/polvo de MISO y/o aglutinante, y/o un tratamiento de pulverización

25 líquida con MISO y/o aglutinante, etc.), seguido a continuación por un paso de moldeo/fabricación. Como se ha señalado, el paso o los pasos del tratamiento con silano podrían tener varias variaciones, tales como, por ejemplo, un paso de tratamiento con silano donde los componentes

30 (fibras/materiales, silano de tipo MISO y/o aglutinante) se

mezclan/combinan unos con otros como sólidos, y/o como un paso donde el silano de tipo MISO y/o aglutinante (si se desea) se pulverizan sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (y otros sólidos) como un líquido.

5 Preparación del tablero de partículas de un compuesto:

Se prepararon pequeñas barras (de aproximadamente 4 x 0.5 cm) de los compuestos primero para examinar las propiedades mecánicas, a la vez que se prepararon tableros de partículas o muestras más grandes (de aproximadamente 14 x 21.5 cm) para los ensayos de introducción de clavos. La Tabla 6 a continuación enumera las proporciones de porcentaje en peso aproximadas de los diversos componentes para los compuestos/tableros de partículas ilustrativos.

Las muestras, mezclas (p. ej., mezclas mecánicas) o combinaciones (aproximadamente un total de 700 mg de muestra/peso de la mezcla para cada barra pequeña, y aproximadamente un total de 105 g de muestra/peso de la mezcla para cada tablero grande) de CCP, CCP/WG, CCP/ASCCF y CCP/ASCCF/WG se moldearon por compresión a aproximadamente 160 °C durante aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 20 klb_f en un molde para formar las barras pequeñas, y a aproximadamente 160 °C durante aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 30-40 klb_f para los tableros de partículas grandes.

25 Ensayo de la propiedad mecánica:

Las barras moldeadas pequeñas se utilizaron para ensayo de flexión de tres puntos realizado de acuerdo con ASTM D790-02, a la vez que los ensayos de la propiedad mecánica de los tableros de partículas grandes se realizaron de acuerdo con los métodos de ensayo

normalizados para evaluar las propiedades de fibra a base de madera y materiales de paneles de partículas, ASTM D10337-99A.

Ensayo de introducción de clavos:

5 Se realizó este ensayo para examinar la solidez de los
tableros cuando se introdujeron clavos en ellos. Se
introdujeron clavos con un diámetro de aproximadamente 2.18
mm en tableros de partículas sustancialmente
perpendiculares al plano de los tableros. Se llevaron a
10 cabo cuatro réplicas para cada muestra. Los resultados del
ensayo de introducción de clavos se muestran en las FIGS.
10A-C.

Resultados y discusión:

15 Se prepararon barras pequeñas de tableros de
partículas a base de coco para determinar las propiedades
mecánicas de los tableros tal como se muestra en la Tabla
6. Las FIGS. 9A-D también muestran las curvas de tensión-
deformación de los tableros de partículas. El tablero de
partículas de polvo de coco hecho a partir de polvo de coco
20 con el aglutinante de tipo WG (CCP/WG) tuvo un módulo y
solidez mayores que el tablero de partículas sin el
aglutinante. En el caso de los tableros de partículas sin
aglutinante, el tablero de CCP/ASCCF tuvo propiedades
mecánicas mejores que el tablero de CCP. En general, el
25 tablero de partículas de CCP/ASCCF/WG tuvo las propiedades
más deseables. Estos resultados indican que el gluten de
trigo es un buen aglutinante. La adición de ASCCF al
tablero de partículas unido con WG potencia las propiedades
mecánicas del tablero de partículas de un compuesto.

Tabla 6 - Propiedades mecánicas de los tableros de partículas a base de materiales de coco:

Compuestos	Proporci ón (% en peso)	Módulo ^{a)} (GPa)	Solidez ^{a)} (MPa)	Elongaci ón ^{a)} (%)
CCP	100	2.97 ± 0.24	23.69 ± 3.05	0.81 ± 0.11
CCP/WG	90/10	3.58 ± 0.18	30.08 ± 1.14	0.86 ± 0.07
CCP/ASCCF	90/10	3.44 ± 0.15	30.97 ± 1.41 ^{b)}	0.96 ± 0.07 ^{b)}
CCP/ASCCF/WG	80/10/10	3.62 ± 0.29	34.11 ± 1.97 ^{b)}	1.09 ± 0.09 ^{b)}

a) Las propiedades mecánicas se determinaron mediante un ensayo de flexión de tres puntos de acuerdo con ASTM S790-02 y la

dimensión del ejemplar es de aproximadamente 4 x 0.5 x 0.2 cm.

b) Punto de primera rotura en las curvas de tensión-deformación

En general, para aplicaciones en interiores, los tableros de partículas a veces se clavan para su instalación, de modo que es deseable examinar la solidez de los tableros de partículas durante la introducción del clavo. Los resultados del ensayo de introducción de clavos se muestran en las FIGS. 10A-C. Se puede apreciar que cuando se introduce el clavo en los tableros, prácticamente no hay agrietamiento en la superficie de los tableros de partículas de CCP/WG y CCP/ASCCF/WG, a la vez

que aparece rotura en el tablero de CCP (FIG. 10A). Como tal, el WG puede aglutinar CCP o CCP/ASCCF para obtener tableros de partículas más resilientes. En las realizaciones ilustrativas, se llevó a cabo el ensayo de introducción de clavos tres veces, con los resultados sustancialmente idénticos mostrados en las FIGS. 10A-C.

Conclusión - Ejemplo 2:

El tablero de partículas de un compuesto obtenido a partir de polvo de coco con WG tuvo propiedades mecánicas más deseables que el tablero de partículas sin WG. También se detectó que la adición de la fibra de coco tratada con silano (ASCCF) en el tablero de partículas aglutinado con WG potencia las propiedades mecánicas. Esto sugiere que el WG puede reemplazar ventajosamente al formaldehído o similares como aglutinante del tablero de partículas.

EJEMPLO 3:

En ciertas realizaciones, la presente descripción proporciona un proceso para producir un tablero de partículas a partir de polvo de fibra de coco y en donde se utiliza fibra de coco como refuerzo, y se utilizan como aglutinante gluten de trigo o diisocianato de metilo. Como se ha discutido anteriormente, cabe señalar de nuevo que se pueden utilizar otras fibras o materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., materiales/fibras de árbol, bambú, cáñamo, paja de cereales, cáscaras de arroz, bagazo, etc.) en lugar de CCF y/o CCP en los sistemas, procesos, métodos y ejemplos de la presente descripción.

En las realizaciones ilustrativas, la presente descripción se refiere a la utilización de un silano con isocianato enmascarado, por ejemplo t-butilcarbamato de 3-

trietoxisisililpropilo, para tratar fibras naturales (p. ej., fibras de coco) para producir un tablero de partículas de un compuesto a partir de materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., polvo de fibra de coco y/o CCF). La presente descripción también se refiere a la utilización tanto de un tratamiento alcalino como con silano de la fibra (CCF). En una realización ilustrativa, el silano utilizado para el tratamiento es *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisisililpropilo.

En realizaciones ilustrativas, las fibras se sometieron primero al tratamiento alcalino y a continuación al tratamiento con silano. La presente descripción además se refiere a la producción del tablero de partículas de polvo de coco y al tablero de partículas de fibra de coco reforzado con fibras de coco tratadas superficialmente.

En las realizaciones ilustrativas, la presente descripción proporciona gluten de trigo modificado con aditivos tiolados, y particularmente alcohol polivinílico tiolado, como aglutinante para producir el tablero de partículas. En general, la presente descripción proporciona varias ventajas medioambientales. Por ejemplo, con las formulaciones ilustrativas, se utiliza un aglutinante ecológico (p. ej., gluten de trigo). Además, los materiales compuestos ilustrativos producidos de acuerdo con la presente descripción poseen propiedades mecánicas mejoradas en comparación con el trabajo anterior con gluten de trigo como aglutinante. Es más, la utilización de aglutinantes de WG tiolados inicia el desarrollo de una familia de aglutinantes y formulaciones completamente nueva.

59

Materiales: Arrowhead Mills, EE. UU., suministró el gluten de trigo (WG) vital americano. Este contenía aproximadamente un 80% de proteínas, aproximadamente un 10% de agua y aproximadamente un 10% de almidón, junto con otros componentes minoritarios tales como lípidos y cenizas. Se secó el WG en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas (contenido de humedad aproximadamente de un 3%) antes de su uso. Se recibieron fibra de coco (CCF) y polvo de fibra de coco (CCP) de Lanka Coco Products, Ltd. Sri Lanka. El t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (silano con isocianato enmascarado) se adquirió de Gelest Inc., EE. UU. Fisher Scientific, EE. UU., suministró el hidróxido de sodio. La acetona se obtuvo a partir de J.T. Baker, EE. UU.

Preparación de fibra de coco y polvo de coco: La fibra de coco (CCF) con un diámetro de aproximadamente 0.30-0.55 mm se cortó en longitudes de aproximadamente 40 mm y se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 3%). Parte de la CCF se sometió a continuación a tratamientos (p. ej., tratamientos superficiales de la fibra). El polvo de coco (CCP) se tamizó para obtener un tamaño de partícula < 250 µm y se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2-4 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 10%).

Tratamientos de la fibra:

Tratamiento alcalino (Mercerización): Las muestras de fibras secas (CCF) se remojaron en: una solución de hidróxido de sodio en agua de (i) aproximadamente un 2.5%;

(ii) aproximadamente un 5%; y (iii) aproximadamente un 10% p/v durante aproximadamente 4 horas a temperatura ambiente, a continuación se lavaron completamente con agua destilada hasta que la solución de enjuagado alcanzó un pH de aproximadamente 7. Las muestras de las fibras tratadas con álcali (ACCF) se secaron a temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas y a continuación se secaron en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 3%).

Tratamiento con silano: Se disolvió *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo de aproximadamente un 5% en peso, con respecto al peso de la fibra, en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v (aproximadamente un 0.1% en volumen de silano en la solución). Se ajustó el pH hasta aproximadamente 4 con ácido acético, agitando la solución de manera continuada durante aproximadamente 30 minutos.

Parte de la CCF seca (no tratada con álcali), así como parte de las fibras secas tratadas con álcali (ACCF - tratamiento con NaOH al 2.5%, 5% y 10%), se remojaron a continuación en la solución de silano durante aproximadamente 2 horas. A continuación se separaron las fibras de la solución y se permitió que el disolvente se evaporara en una corriente de aire a temperatura ambiente durante aproximadamente 2 horas. Se secaron las fibras en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas. La CCF tratada únicamente con silano (no tratada con álcali) se denomina SCCF, mientras

que la fibra tratada con álcali que también se trató con silano se denomina ASCCF.

De nuevo, cabe señalar que la presente descripción contempla que el silano (p. ej., silano funcional con isocianato enmascarado) se pueda incorporar/poner en contacto y/o mezclar/combinar con las fibras, materiales, mezclas, combinaciones y/o muestras de diferentes maneras, y en diversos pasos diferentes en el proceso de fabricación. Por ejemplo, el silano (MISO) se puede incorporar a la solución de hidróxido de sodio discutida anteriormente, y las fibras se pueden remojar simultáneamente en la solución de silano y de NaOH, seguido de los pasos de secado y preparación del compuesto (p. ej., mezclando/incorporando al aglutinante y/o moldeo).

Como alternativa, el silano (MISO) se puede depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., tras el tratamiento con NaOH) y a continuación las fibras tratadas con silano se pueden mezclar/incorporar al aglutinante (si se desea) y a continuación moldear/fabricar. Cabe señalar que los materiales/fibras lignocelulósicos se pueden mezclar/combinar con el material aglutinante (si se desea) antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con silano mediante pulverización líquida o similares). Por ejemplo, cabe señalar que el material aglutinante se puede poner en contacto/depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos y/o mezclar/combinar (p. ej., como un líquido o sólido) con estos antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con

pulverización líquida con silano, un paso de mezcla con silano sustancialmente sólido, y/o tras el tratamiento de remojo con la solución de silano, etc.).

En ciertas realizaciones, tras el paso de tratamiento
5 alcalino (si se desea) puede llevarse a cabo un paso de tratamiento con silano donde el silano de tipo MISO se mezcla/pone en contacto con los otros componentes (p. ej., fibras/materiales y aglutinante) en básicamente un paso (p. ej., un paso de mezcla de sólidos con MISO/polvo de MISO
10 y/o aglutinante, y/o un tratamiento de pulverización líquida con MISO y/o aglutinante, etc.), seguido a continuación por un paso de moldeo/fabricación. Como se ha señalado, el paso o los pasos del tratamiento con silano podrían tener varias variaciones, tales como, por ejemplo,
15 un paso de tratamiento con silano donde los componentes (fibras/materiales, silano de tipo MISO y/o aglutinante) se mezclan/combinan unos con otros como sólidos, y/o como un paso donde el silano de tipo MISO y/o aglutinante (si se desea) se pulverizan sobre los materiales/fibras
20 lignocelulósicos (y otros sólidos) como un líquido.

Preparación del tablero de partículas de un compuesto:

Se prepararon barras de muestra (de aproximadamente 4 x 0.5 x 0.2 cm) de los compuestos para examinar las propiedades mecánicas. Las muestras, mezclas (p. ej., mezclas
25 mecánicas) o combinaciones se moldearon por compresión a aproximadamente 160 °C durante aproximadamente 20 minutos a aproximadamente 20 klb_f en un molde para formar las barras. La Tabla 7 a continuación enumera las proporciones de porcentaje en peso aproximadas de los diversos componentes
30 para las mezclas/barras/compuestos ilustrativos.

Ensayo de la propiedad mecánica: Las barras moldeadas se utilizaron para un ensayo de flexión de tres puntos realizado de acuerdo con ASTM D790-02.

Resultados y discusión: Se prepararon barras de 5 tableros de partículas a base de coco para determinar las propiedades mecánicas tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7 - Propiedades mecánicas de los tableros de partículas a base de materiales de coco:

Compuestos	Proporción (% en peso)	Módulo ^{a)} (GPa)	Solidez ^{a)} (MPa)	Elongación ^{a)} (%)
Polvo de fibra de coco (CCP)	100	3.83 ± 0.11	31.76 ± 0.98	0.86 ± 0.03
CCP/Gluten de trigo (WG)	95/5	3.97 ± 0.16	35.51 ± 1.56	0.93 ± 0.05
CCP/WG	90/10	3.83 ± 0.10	40.57 ± 1.47	1.03 ± 0.07
CCP/ Fibra de coco lavada con álcali y tratada con silano (ASCCF)	90/10	4.38 ± 0.21	41.86 ± 1.61 ^{b)}	0.99 ± 0.07 ^{b)}
CCP/ASCCF/WG	85/5/10	3.95 ± 0.16	41.13 ± 1.61 ^{b)}	1.07 ± 0.06 ^{b)}
CCP/ASCCF/WG	80/10/10	4.00 ± 0.14	45.60 ± 1.58 ^{b)}	1.09 ± 0.10 ^{b)}

CCP/ Aglutinante de tipo diisocianato de metilo, Rubinate de Huntsman (RN)	95/5	3.75 ± 0.11	43.44 ± 1.88	1.22 ± 0.14
CCP/RN	90/10	3.59 ± 0.12	46.28 ± 1.75	1.33 ± 0.06
CCP/ASCCF/RN	85/5/10	3.69 ± 0.10	47.87 ± 2.07 ^{b)}	1.34 ± 0.04 b)
CCP/ASCCF/RN	80/10/10	3.51 ± 0.09	50.78 ± 1.86 ^{b)}	1.48 ± 0.08 b)

a) Las propiedades mecánicas se determinaron mediante un ensayo de flexión de tres puntos de acuerdo con ASTM S790-02 y la

dimensión del ejemplar es de 4 x 0.5 x0. 2 cm.

5 b) Punto de primera rotura en las curvas de tensión-deformación

EJEMPLO 4:

10 En las realizaciones ilustrativas, se preparó un tablero de partículas exento de formaldehído a base de polvo de coco (CCP) con tres aglutinantes diferentes: gluten de trigo ("WG"), poliisocianato comercial (Rubinate®1780 o "RN") y poliuretano comercial ("PU").

15 Tal como se señala a continuación, se han examinado las propiedades físicas y mecánicas de los tableros de partículas ecológicos. Más concretamente, se comparan las propiedades mecánicas del tablero de partículas aglutinado con WG con las de los tableros de partículas que utilizan

dos aglutinantes comerciales: Rubinate®1780 (RN), el cual es un poliisocianato compatible con el agua a base de diisocianato de difenilmetano y un aglutinante de tipo poliuretano (PU) a base de un poliol de aceite de palma.

5 Tal como se discute adicionalmente a continuación, se utilizó fibra de coco tratada con álcali, y tratada a continuación con silano (ASCCF), con aproximadamente un 10% en peso de fibra, para reforzar los tableros de partículas. Tal como se discute a continuación, se prepararon muestras
10 de barras pequeñas para determinar los resultados de las propiedades mecánicas (p. ej., evaluación mediante un ensayo de flexión de tres puntos). También se estudiaron los efectos del moldeo a presión, tipo de aglutinante y contenido de aglutinante sobre las propiedades mecánicas.

15 También se estudiaron el módulo de elasticidad ("MOE", por sus siglas en inglés), el módulo de rotura ("MOR", por sus siglas en inglés), resistencia a la tracción paralela a la superficie ("TS", por sus siglas en inglés), absorción de agua ("WA%", por sus siglas en inglés), hinchamiento
20 volumétrico ("TSW%", por sus siglas en inglés) y estabilidad térmica de los tableros de partículas. Adicionalmente, también se compararon el MOE y MOR de los tableros con los requisitos de MOE y MOR mínimos para los productos de tipo tablero de partículas comercial tal como
25 lo especifica el American National Standard Institute (ANSI, por sus siglas en inglés) en ANSI A208.1-1999 para tableros de partículas.

Materiales: Se recibieron fibra de coco (CCF) y polvo de fibra de coco (CCP) de Lanka Coco Products, Ltd., Sri Lanka. Arrowhead Mills, EE. UU., suministró el gluten de
30

trigo (WG) vital americano. Este contenía aproximadamente un 80% de proteínas, aproximadamente un 10% de agua y aproximadamente un 10% de almidón, junto con otros componentes minoritarios tales como lípidos y cenizas. Se
5 secó el WG en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas (contenido de humedad aproximadamente de un 3 %) antes de su uso.

Huntsman Polyurethanes, EE. UU., suministró Rubinate®1780 ("RN"), un aglutinante de tipo diisocianato
10 de difenilo. Se recibió un aglutinante de poliuretano ("PU") de AURA P.U. TECH (M) SDN BHD, Malasia. El aglutinante de tipo PU incluye dos partes: (i) AURATHANE®BR10, un poliol a base de aceite de palma, y (ii) AURANATE®BH10, un endurecedor de tipo poliisocianato para
15 el aglutinante de tipo poliol a base de aceite de palma.

El t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (silano con isocianato enmascarado o MISO) se adquirió de Gelest Inc., EE. UU. Fisher Scientific, EE. UU., suministró el hidróxido de sodio. La acetona se obtuvo a partir de J.T.
20 Baker, EE. UU.

Cabe señalar de nuevo que se pueden utilizar otras fibras o materiales/fibras lignocelulósicos en lugar de CCF y/o CCP en los sistemas, procesos, métodos y ejemplos de la presente descripción.

25 Preparación de fibra de coco y polvo de coco:

La fibra de coco (CCF) con un diámetro comprendido en el intervalo de aproximadamente 0.30 mm a aproximadamente 0.55 mm se cortó en longitudes de aproximadamente 40 mm y se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante
30 aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de

aproximadamente un 3%). Parte de la CCF se sometió a continuación a tratamientos superficiales.

El polvo de coco (CCP) se tamizó para obtener un tamaño de partícula < 250 µm y se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2-4 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 10%) antes de preparar las muestras del compuesto.

Cabe señalar que para los compuestos que contienen el aglutinante de tipo PU, un contenido de humedad excesivo de los materiales puede afectar al rendimiento del aglutinante de tipo PU. Más concretamente, el contenido de humedad recomendado de los materiales utilizados con el aglutinante de tipo PU es inferior a aproximadamente un 5% de contenido de humedad. Por tanto, el CCP para utilizar con el aglutinante de tipo PU se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 8-10 horas para obtener un contenido de humedad menor (p. ej., contenido de humedad inferior a aproximadamente un 5%).

Tratamientos de la fibra:

Tratamiento alcalino (Mercerización):

Las muestras de fibras secas (CCF) se remojaron en una solución de hidróxido de sodio en agua de aproximadamente un 5% p/v durante aproximadamente 4 horas a temperatura ambiente y a continuación se lavaron completamente con agua destilada hasta que la solución de enjuagado alcanzó un pH de aproximadamente 7. Cada lote de las fibras tratadas con álcali se secó a temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas y a continuación se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante

aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 3%).

Tratamiento con silano:

Se disolvió *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo
5 de aproximadamente un 5% en peso, con respecto al peso de la fibra, en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v (aproximadamente un 0.1% en volumen de silano en la solución). Se ajustó el pH hasta aproximadamente 4 con ácido acético, agitando la solución
10 de manera continuada durante aproximadamente 30 minutos.

Parte de las fibras de coco tratadas con álcali (NaOH al 5%) secas se remojaron a continuación en la solución de silano durante aproximadamente 2 horas. A continuación se separaron las fibras de la solución y se permitió que el
15 disolvente se evaporara en una corriente de aire a temperatura ambiente durante aproximadamente 2 horas. A continuación se secaron las fibras en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas. La fibra tratada con álcali y a continuación con silano se
20 denomina ASCCF. Parte del ASCCF se utilizó para preparar las muestras de compuesto, tal como se discute adicionalmente a continuación.

Tal como se ha discutido anteriormente, en conjunto con el Ejemplo 1, se examinó la interacción del tratamiento
25 de silano con la superficie de la fibra mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) y cromatografía de gases/espectroscopía de masas (GC/MS) para verificar el depósito del silano sobre la superficie de la fibra y la reacción de desenmascaramiento que convierte el

carbamato en isocianato a la temperatura de consolidación del tablero de partículas.

De nuevo, cabe señalar que la presente descripción contempla que el silano (p. ej., silano funcional con isocianato enmascarado) se pueda incorporar/poner en contacto y/o mezclar/combinar con las fibras, materiales, mezclas, combinaciones y/o muestras de diferentes maneras, y en diversos pasos diferentes en el proceso de fabricación. Por ejemplo, el silano (MISO) se puede incorporar a la solución de hidróxido de sodio discutida anteriormente, y las fibras se pueden remojar simultáneamente en la solución de silano y de NaOH, seguido de los pasos de secado y preparación del compuesto (p. ej., mezclando/incorporando al aglutinante y/o moldeo).

Como alternativa, el silano (MISO) se puede depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., tras el tratamiento con NaOH) y a continuación las fibras tratadas con silano se pueden mezclar/incorporar al aglutinante (si se desea) y a continuación moldear/fabricar. Cabe señalar que los materiales/fibras lignocelulósicos se pueden mezclar/combinar con el material aglutinante (si se desea) antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con silano mediante pulverización líquida o similares). Por ejemplo, cabe señalar que el material aglutinante se puede poner en contacto/depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos y/o mezclar/combinar (p. ej., como un líquido o sólido) con estos antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con

pulverización líquida con silano, un paso de mezcla con silano sustancialmente sólido, y/o tras el tratamiento de remojo con la solución de silano, etc.).

En ciertas realizaciones, tras el paso de tratamiento
5 alcalino (si se desea) puede llevarse a cabo un paso de tratamiento con silano donde el silano de tipo MISO se mezcla/pone en contacto con los otros componentes (p. ej., fibras/materiales y aglutinante) en básicamente un paso (p. ej., un paso de mezcla de sólidos con MISO/polvo de MISO
10 y/o aglutinante, y/o un tratamiento de pulverización líquida con MISO y/o aglutinante, etc.), seguido a continuación por un paso de moldeo/fabricación. Como se ha señalado, el paso o los pasos del tratamiento con silano podrían tener varias variaciones, tales como, por ejemplo,
15 un paso de tratamiento con silano donde los componentes (fibras/materiales, silano de tipo MISO y/o aglutinante) se mezclan/combinan unos con otros como sólidos, y/o como un paso donde el silano de tipo MISO y/o aglutinante (si se desea) se pulverizan sobre los materiales/fibras
20 lignocelulósicos (y otros sólidos) como un líquido.

Preparación de las muestras de compuesto:

En las realizaciones ilustrativas, se prepararon dos tipos/tamaños diferentes de muestras de compuesto: (i) barras más pequeñas (p. ej., barras de aproximadamente 4 cm
25 x 0.5 cm) y (ii) tableros más grandes (p. ej., tableros de aproximadamente 21 cm x 14 cm x 0.4 cm).

Para las barras más pequeñas, se prepararon mezclas, combinaciones, muestras o compuestos de: (i) CCP, (ii) CCP/ASCCF, (iii) CCP/aglutinante y (iv)
30 CCP/ASCCF/aglutinante para examinar las propiedades

2

mecánicas. Las formulaciones/combinaciones/mezclas utilizadas para preparar las barras pequeñas de los compuestos ilustrativos se presentan en la Tabla 8 a continuación. Como tal, la Tabla 8 a continuación enumera las proporciones de porcentaje en peso aproximadas de los diversos componentes para las barras pequeñas/compuestos ilustrativos.

Para los compuestos/barras que contienen/incluyen los aglutinantes de tipo RN o PU, se mezcló acetona con estos aglutinantes para reducir su viscosidad. En general, la proporción del aglutinante (RN o PU) respecto a la acetona para la preparación de la solución aglutinante fue de aproximadamente 1:2 p/v. A continuación se mezclaron mecánicamente la solución aglutinante y el CCP durante aproximadamente 5 minutos. Para los compuestos/barras que contienen/incluyen el aglutinante de tipo WG, se mezcló mecánicamente el WG con el CCP durante aproximadamente 5 minutos sin añadir acetona.

En las realizaciones ilustrativas, la cantidad de ASCCF en los compuestos de polvo de coco para las barras pequeñas y los tableros más grandes fue constante y de aproximadamente un 10% en peso, con respecto al peso total de los compuestos (Tablas 8-10 y 12). Para los compuestos reforzados con ASCCF, las fibras se alinearon de manera sustancialmente unidireccional en cada molde para las barras pequeñas, mientras que para los tableros más grandes las fibras (ASCCF) se colocaron en cada molde en una manera orientada aleatoriamente.

Con el fin de preparar las barras pequeñas, cada muestra/mezcla/combinación (aproximadamente un total de 700

xv

mg para cada muestra/mezcla) de CCP, CCP/ASCCF, CCP/aglutinante (p. ej., el aglutinante es WG, RN o PU), o CCP/ASCCF/aglutinante se moldeó por compresión para formar una barra/compuesto (cada barra de aproximadamente 4 cm x 0.5 cm) en un molde de acero inoxidable con múltiples cavidades a aproximadamente 160 °C con dos fuerzas de moldeo diferentes: (i) con aproximadamente 4.0×10^3 N (900 lb_f) y (ii) con aproximadamente 8.9×10^4 N (20,000 lb_f), correspondientes a la presión de aproximadamente 4.0×10^6 N/m² y aproximadamente 8.9×10^7 N/m², respectivamente.

Se prepararon/fabricaron cinco barras con cada fuerza de moldeo para cada muestra/mezcla/combinación diferente de CCP, CCP/ASCCF, CCP/aglutinante o CCP/ASCCF/aglutinante. El espesor de las barras tras el moldeo por compresión con aproximadamente 4.0×10^6 N/m² y con aproximadamente 8.9×10^7 N/m² fue de aproximadamente 0.35 cm y aproximadamente 0.2 cm, respectivamente.

Para los tableros más grandes, cada muestra/mezcla/combinación (aproximadamente 105 g para cada muestra/mezcla) de CCP, CCP/ASCCF/WG, CCP/ASCCF/RN o CCP/ASCCP/PU se moldeó por compresión a aproximadamente 160 °C para formar cada tablero. Cabe destacar que con el fin de preparar los tableros más grandes con las mismas presiones (con aproximadamente 4.0×10^6 y 8.9×10^7 N/m²) utilizadas para moldear las barras pequeñas, deben aplicarse fuerzas de compresión de aproximadamente 1.3×10^5 N (30,000 lb_f) y aproximadamente 2.7×10^6 N (616,000 lb_f).

Sin embargo, la prensa en caliente ilustrativa utilizada fue capaz de una fuerza de compresión máxima de aproximadamente 2×10^5 N. Por lo tanto, los tableros más grandes se prepararon con una única presión de compresión, 4.0×10^6 N/m². Las dimensiones de los tableros más grandes tras el moldeo por compresión fueron de aproximadamente 21 cm x 14 cm x 0.4 cm. El tiempo de moldeo para preparar las barras pequeñas y los tableros más grandes fue de aproximadamente 20 minutos, excepto para los casos en los que los compuestos contenían/incluían un aglutinante de tipo PU, donde se utilizó un tiempo de moldeo de aproximadamente 7 minutos.

TABLA 8 - Los componentes de tipo compuesto utilizados para preparar las barras pequeñas:

Compuestos	Proporción (%p)
CCP	100
CCP/ASCCF	90/10
CCP/WG	95/5 y 90/10
CCP/RN	95/5 y 90/10
CCP/PU ^a	90/10
CCP/ASCCF/WG	85/10/5 y 80/10/10
CCP/ASCCF/RN	85/10/5 y 80/10/10
CCP/ASCCF/PU ^a	80/10/10

^a En el caso del aglutinante de tipo PU, se recomendó aproximadamente un 10-15% en peso del aglutinante con respecto al peso total de los compuestos para aglutinar el polvo y fibra de coco. Por lo tanto, se utilizó tan solo

aproximadamente un 10% en peso del aglutinante de tipo PU para preparar esos compuestos.

Técnicas analíticas:

Ensayo de la propiedad mecánica:

5 Las barras moldeadas se utilizaron para un ensayo de flexión de tres puntos realizado de acuerdo con métodos de ensayo normalizados para las propiedades de flexión de plásticos reforzados y no reforzados y materiales aislantes eléctricos, ASTM D790-02. Los ejemplares moldeados se
10 mantuvieron en un desecador que contenía el desecante Drierite® (aproximadamente un 30% de humedad relativa) durante al menos 3 días antes del ensayo. Los ensayos se llevaron a cabo en una interfaz computacional Instron 1011 con una célula de carga de aproximadamente 50 N. La
15 velocidad de desplazamiento de la cruceta fue de aproximadamente 1 mm/min, mientras que la velocidad de adquisición de datos fue de aproximadamente 10 puntos por segundo. Se llevaron a cabo cuatro réplicas para cada compuesto.

20 En el caso de los tableros más grandes, el módulo de rotura ("MOR"), el módulo de elasticidad ("MOE") y la resistencia a la tracción paralela a la superficie ("TS") se midieron de acuerdo con los métodos de ensayo normalizados para evaluar las propiedades de la fibra a
25 base de madera y los materiales de paneles de partículas, ASTM D1037-99 utilizando el Instron 1011. Los ejemplares se mantuvieron en el desecador durante al menos 3 días antes de las medidas de MOR, MOE y TS. Para las medidas de MOR y MOE, se utilizó una célula de carga de
30 aproximadamente 500 N con una velocidad de desplazamiento

de la cruceta de aproximadamente 2 mm/min. Para las medidas de TS, se utilizó una célula de carga de aproximadamente 500 N para los compuestos de CCP, CCP/ASCCF/WG y CCP/ASCCF/PU y se utilizó una célula de carga de aproximadamente 5 kN para los compuestos de CCP/ASCCF/RN, ambas con una velocidad de desplazamiento de la cruceta de aproximadamente 4 mm/min. Se sometieron a ensayo de tres a cinco ejemplares para cada compuesto.

Ensayo de introducción de clavos:

Se realizó este ensayo para examinar la resiliencia de los tableros cuando se introdujeron clavos a través de ellos. Los tableros más grandes fabricados/manufacturados de CCP, CCP/ASCCF/WG, CCP/ASCCF/RN y CCP/ASCCF/PU se cortaron con un tamaño de aproximadamente 5 x 5 cm (2 x 2 pulgadas). Se introdujeron clavos con un diámetro de aproximadamente 2.18 mm en tableros sustancialmente perpendiculares al plano en el centro de los tableros. Se llevaron a cabo veinte réplicas para cada tipo a partir de cinco tableros. El número de muestras que se agrietaron o rompieron de otra manera, y la descripción de las roturas, se describen a continuación.

Absorción de agua e hinchamiento volumétrico del tablero de partículas:

Los ensayos de absorción de agua ("WA") e hinchamiento volumétrico ("TSW") de los tableros más grandes se llevaron a cabo de acuerdo con ASTM D1037-99. Método A: se utilizó un periodo de inmersión en agua de 2 horas más aproximadamente 22 horas para el ensayo que proporcionó información sobre los valores de WA y TSW a corto plazo y largo plazo. Se cortaron los ejemplares en

7b

aproximadamente 5 x 5 cm (2 x 2 pulgadas) procedentes de los tableros más grandes y a continuación se acondicionaron en una cámara que contenía una solución saturada de nitrato de magnesio a aproximadamente 20 °C durante aproximadamente 5 48 horas para mantener una humedad relativa de aproximadamente un 55%. Para el ensayo se utilizaron tres ejemplares procedentes de tres tableros más grandes diferentes. Los valores de WA y TSW se expresan como un porcentaje para los ejemplares después de aproximadamente 2 10 horas y después de un periodo de inmersión adicional de aproximadamente 22 horas. El porcentaje de WA y TSW se calculó tal y como sigue:

$$WA (\%) = [(W_s - W_0)/W_0] \times 100 \text{ (Ecuación 1)}$$

$$TSW (\%) = [(T_s - T_0)/T_0] \times 100 \text{ (Ecuación 2)}$$

15 donde W_s y T_s son, respectivamente, el peso y espesor de un ejemplar después de la inmersión. W_0 y T_0 son, respectivamente, el peso y espesor iniciales de un ejemplar antes de la inmersión.

Se sumergieron todos los ejemplares horizontalmente en 20 agua destilada mantenida a una temperatura de aproximadamente 20 °C. Después de una inmersión de aproximadamente 2 horas, se retiró cada ejemplar del agua y se situó sobre una rejilla de plástico durante aproximadamente 10 minutos para eliminar el exceso de agua 25 superficial. Al final de este tiempo, se midieron inmediatamente el peso y espesor del ejemplar. A continuación, se sumergió el ejemplar en agua nueva durante un periodo adicional de aproximadamente 22 horas y se repitió el procedimiento anterior para eliminar el exceso 30 de agua, pesar y medir.

Análisis termogravimétrico (TGA, por sus siglas en inglés):

Se utilizó el TGA para estudiar la descomposición térmica de los tableros de partículas más grandes preparados. Se llevó a cabo un TGA sobre un instrumento Hi-Res 2950 de TA Instruments equilibrado a aproximadamente 60 °C, seguido de una rampa de aproximadamente 800 °C hasta aproximadamente 20 °C/minuto en aire con un caudal de aproximadamente 60 mL/min.

10 RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Propiedad mecánica de barras pequeñas de compuestos:

Para estudiar el efecto de la presión de compresión sobre las propiedades mecánicas, se prepararon las barras moldeadas pequeñas de los compuestos con dos presiones de moldeo diferentes: aproximadamente $4.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ (condición de moldeo #1) y aproximadamente $8.9 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ (condición de moldeo #2). En la Tabla 9 a continuación se resume una comparación de las propiedades mecánicas de compuestos de CCP, CCP/ASCCF, CCP/aglutinante y CCP/ASCCF/aglutinante. Los valores de la tensión de la primera rotura son las tensiones a las cuales la matriz de WG empieza a agrietarse y se ilustran en las FIGS. 11A-H (señal de tipo flecha).

Sin un aglutinante, se observó que el módulo (GPa) del CCP sustancialmente puro moldeado a la presión más elevada de $8.9 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ (condición de moldeo #2) se incrementó en aproximadamente 7 veces en comparación con el CCP en la condición de moldeo #1 y que la solidez (MPa) del CCP en la condición de moldeo #2 se incrementó en aproximadamente 9 veces en comparación con el CCP moldeado a la presión menor de $4.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ (condición de moldeo #1 - Tabla 9 a

continuación). Estos grandes cambios son, muy probablemente, el resultado del contenido fenólico y de lignina elevado (aproximadamente un 45%) en el polvo de coco, y que a temperaturas superiores a aproximadamente 140 °C, las sustancias fenólicas y de lignina se pueden fundir y actuar como un adhesivo termoestable. Por lo tanto, pueden actuar como un adhesivo resinoso intrínseco, lo que da como resultado un aumento en el módulo y solidez a la presión de moldeo más elevada.

10 Tal como se muestra en la Tabla 9, la comparación del módulo (GPa) y la solidez (MPa) de todos los compuestos preparados a la presión de compresión más elevada (condición de moldeo #2) entre sí se incrementó significativamente respecto a los de otros consolidados con una presión menor (condición de moldeo #1). Sin embargo, la
15 comparación de la elongación de todos los compuestos moldeados entre sí disminuyó a la presión de compresión más elevada (Tabla 9).

También se evaluó el efecto del contenido de aglutinante sobre las propiedades mecánicas de los tableros de partículas/compuestos fabricados. Se utilizaron dos diferentes cargas de aglutinante, aproximadamente un 5% en peso y aproximadamente un 10% en peso, con respecto al peso total de los compuestos (Tabla 9).

25 En todos los casos, los compuestos con un contenido de aglutinante de un 10% en peso proporcionaron resultados superiores para la solidez y elongación en comparación con los compuestos consolidados con un contenido de aglutinante de un 5% en peso. El efecto de contenido de aglutinante sobre el módulo no fue tan significativo, pero los
30

compuestos con un 10% en peso de aglutinante generalmente tuvieron valores del módulo iguales o superiores a los compuestos correspondientes con un 5% en peso de aglutinante.

5 La adición del ASCCF en el CCP, CCP/WG, CCP/RN o CCP/PU potenció las propiedades mecánicas de los compuestos en comparación con los compuestos correspondientes sin ASCCF (Tabla 9). Por lo tanto, el ASCCF desempeña una función como reforzante en los compuestos, y de este modo
10 mejora las propiedades mecánicas de los compuestos. Entre los tres aglutinantes sometidos a ensayo, en la mayoría de los casos los compuestos con aglutinante de tipo RN tuvieron las propiedades más deseables. Sin embargo, el aglutinante de tipo CCP/ASCCF/PU tuvo un modo de rotura
15 pseudo-dúctil, logrando una solidez máxima muy similar al compuesto CCP/ASCCF/RN, pero con una mayor ductilidad.

Las FIGS. 11A-H muestran las curvas de tensión-deformación de las barras pequeñas de compuestos, las cuales se comprimieron a aproximadamente 160 °C con
20 aproximadamente 8.9×10^7 N/m² durante aproximadamente 20 minutos, excepto para los compuestos de CCP/PU y CCP/ASCCF/PU, donde se utilizó un tiempo de moldeo de aproximadamente 7 minutos. Hubo un comportamiento sustancialmente no dúctil en las curvas de tensión-
25 deformación de CCP, CCP/WG, CCP/RN y CCP/PU sin aglutinante, mientras que los compuestos reforzados con ASCCF tanto con aglutinante como sin él mostraron un comportamiento de rotura dúctil. En los compuestos reforzados con ASCCF, la primera rotura se indica mediante

WO 2013/056120

- 74 -

PCT/US2012/060060

una flecha y, en varios casos, la rotura máxima ocurre a una tensión mayor y una deformación mayor.

Tabla 9 - Propiedades mecánicas de las barras pequeñas a base de materiales de coco:

Tipo de compuesto (Proporción, %p)	Condición de moldeo #1 ^{a,b} (presión de moldeo = 4.0×10^6 N/m ²)			Condición de moldeo #2 ^{a,b} (presión de moldeo = 8.9×10^7 N/m ²)		
	Módulo (GPa)	Tensión de primera rotura (Tensión máx.) (MPa)	Elongación (%)	Módulo (GPa)	Tensión de primera rotura (Tensión máx.) (MPa)	Elongación (%)
CCP	0.57 ±	3.71 ± 0.27	1.00 ± 0.17	3.83 ±	31.76 ± 0.98	0.86 ± 0.03
(100)	0.08	(3.71 ± 0.27)	(1.00 ± 0.17)	0.11	(31.76 ± 0.98)	(0.86 ± 0.03)
CCP/ASCCF	0.65 ±	12.25 ± 0.62	2.33 ± 0.11	3.91 ±	40.05 ± 1.11	0.88 ± 0.10
(90/10)	0.05	(14.34 ± 1.73)	(3.06 ± 0.18)	0.59	(41.89 ± 1.16)	(4.32 ± 0.20)
CCP/WG	0.87 ±	6.05 ± 0.72	1.00 ± 0.10	3.44 ±	30.97 ± 1.41	0.96 ± 0.07
(95/5)	0.09	(6.05 ± 0.72)	(1.00 ± 0.10)	0.15	(30.97 ± 1.41)	(0.96 ± 0.07)

CCP/WG	1.20 ±	9.20 ± 1.38	1.07 ± 0.07	3.83 ±	40.57 ± 1.47	1.03 ± 0.07
(90/10)	0.08	(9.20 ± 1.38)	(1.07 ±	0.10	(40.57 ± 1.47)	(1.03 ±
			0.07)			0.07)
CCP/RN	1.76 ±	25.09 ± 1.11	1.48 ± 0.05	3.75 ±	43.44 ± 1.88	1.22 ± 0.14
(95/5)	0.09	(25.09 ± 1.11)	(1.48 ±	0.11	(43.44 ± 1.88)	(1.22 ±
			0.05)			0.14)
CCP/RN	2.13 ±	38.87 ± 1.86	1.76 ± 0.08	3.59 ±	46.28 ± 1.75	1.33 ± 0.06
(90/10)	0.10	(38.87 ± 1.86)	(1.76 ±	0.12	(46.28 ± 1.75)	(1.33 ±
			0.08)			0.06)
CCP/PU	1.13 ±	14.25 ± 0.80	1.37 ± 0.05	3.03 ±	30.62 ± 1.37	1.06 ± 0.04
(90/10)	0.06	(14.25 ± 0.80)	(1.37 ±	0.11	(30.62 ± 1.37)	(1.06 ±
			0.05)			0.04)
CCP/ASCCF/WG	1.29 ±	14.50 ± 0.91	1.75 ± 0.13	3.95 ±	41.13 ± 1.61	1.07 ± 0.06
(85/10/5)	0.09	(17.84 ± 1.69)	(3.10 ±	0.16	(43.38 ± 1.84)	(3.56 ±
			0.15)			0.09)
CCP/ASCCF/WG	1.45 ±	22.07 ± 0.85	1.94 ± 0.34	4.00 ±	45.60 ± 1.58	1.09 ± 0.10
(80/10/10)	0.12	(27.11 ± 1.99)	(3.25 ±	0.14	(47.25 ± 2.01)	(4.09 ±
			0.17)			0.12)

CCP/ASCCF/RN	2.05 ±	28.02 ± 1.56	1.52 ± 0.20	3.69 ±	47.87 ± 2.07	1.34 ± 0.04
(85/10/5)	0.10	(36.68 ± 2.19)	(2.32 ±	0.10	(47.87 ± 2.07)	(1.34 ±
			0.26)			0.04)
CCP/ASCCF/RN	2.21 ±	32.86 ± 1.08	1.87 ± 0.18	3.51 ±	50.78 ± 1.86	1.48 ± 0.08
(80/10/10)	0.10	(41.20 ± 1.22)	(1.57 ±	0.09	(50.78 ± 1.86)	(1.48 ±
			0.15)			0.08)
CCP/ASCCF/PU	1.40 ±	24.98 ± 2.30	1.83 ± 0.10	3.26 ±	40.29 ± 1.29	1.45 ± 0.16
(80/10/10)	0.13	(34.27 ± 0.27)	(6.36 ±	0.11	(51.73 ± 2.15)	(5.73 ±
			0.37)			0.22)

^a Condición de moldeo: aproximadamente 160 °C, durante aproximadamente 20 minutos, excepto para los compuestos que tienen aglutinante de tipo PU en los que se utilizó un tiempo de moldeo de aproximadamente 7 minutos.

^b Un valor mas/menos (±) es la desviación estándar de una muestra. Se prepararon cinco
5 ejemplares a partir de un prensado en el mismo molde.

Propiedad mecánica de los tableros más grandes:

El módulo de rotura ("MOR"), módulo de elasticidad ("MOE") y resistencia a la tracción paralela a la superficie ("TS") se midieron por ASTM D1037-99. Las medidas para los tableros de CCP, CCP/ASCCF/WG, CCP/ASCCF/RN y CCP/ASCCF/PU preparados a aproximadamente 160 °C con una presión de compresión de aproximadamente $4.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ se presentan en la Tabla 10 a continuación. Esta presión de compresión se corresponde sustancialmente con las condiciones de moldeo #1 para las barras pequeñas. Los tableros con fibra y aglutinante contuvieron todos aproximadamente un 10% en peso de fibra y aproximadamente un 10% en peso de aglutinante y se consolidaron durante aproximadamente 20 minutos, excepto para los compuestos de CCP/ASCCF/PU, donde se utilizó una consolidación de aproximadamente 7 minutos. Se puede apreciar que el tablero de partículas de CCP/ASCCF/RN tuvo las propiedades mecánicas más altas en comparación con los otros, lo que está en consonancia con los resultados de la propiedad mecánica observados en las barras pequeñas de compuestos donde los compuestos aglutinados con RN mostraron propiedades mecánicas mejores que los compuestos aglutinados con PU y WG. Sorprendentemente, las propiedades mecánicas del tablero de partículas aglutinado con WG fueron comparables a las del tablero preparado con el aglutinante de tipo PU comercial.

TABLA 10 - La densidad y propiedades mecánicas de los tableros de partículas a base de CCP:

Tipo de tablero de partículas	Densidad del tablero (kg/m ³)	Formulación (%p)	MOE ^a (GPa)	MOR ^a (MPa)	TS ^b (MPa)
CCP	756 ± 16	100	0.28 ± 0.14	1.4 ± 0.10	0.77 ± 0.15
CCP/ASCCF/WG	797 ± 5	80/10/10	0.68 ± 0.10	7.8 ± 1.13	2.93 ± 0.17
CCP/ASCCF/RN	810 ± 8	80/10/10	1.73 ± 0.49	13.1 ± 2.15	6.00 ± 0.17
CCP/ASCCF/PU	788 ± 10	80/10/10	0.75 ± 0.20	6.8 ± 0.43	3.10 ± 0.37

^a MOE es el módulo de la elasticidad, MOR es el módulo de rotura que es la tensión máxima.

^b Para la resistencia a la tracción (TS), se cortaron muestras con forma de hueso de perro a partir de los
5 tableros más grandes.

También se compararon el MOE y MOR de los tableros de partículas manufacturados con los requisitos mínimos de las propiedades mecánicas (MOE y MOR) para la manufactura de tableros de partículas comerciales, la cual está
10 especificada por el American National Standard Institute (ANSI), ANSI A208.1-1999 para tableros de partículas. En la norma de ANSI A208.1, se identifican los grados de tableros de partículas mediante una letra de denominación, seguida por un guion y un dígito o letra. La primera letra de la
15 denominación indica las clases de densidad. Por ejemplo, la letra "H" significa densidad elevada (generalmente superior a 800 kg/m³), "M" significa densidad media (generalmente entre 640-800 kg/m³), y "L" significa densidad baja

(generalmente inferior a 640 kg/m³). El segundo dígito de la denominación indica el grado de identificación dentro de una densidad o descripción del producto particulares.

Los tableros de partículas enumerados en la Tabla 10 se compararon con el patrón de tablero de partículas de densidad media (M), aunque la densidad de WG/ASCCF/RN apenas superó 800 kg/m³. La Tabla 11 a continuación representa el uso general y los grados de los tableros de partículas de densidad media, así como los requisitos de la propiedad mecánica (MOE y MOR) para los tableros de partículas de acuerdo con ANSI A208.1.

TABLA 11 - Uso general, grados y requisitos de propiedad mecánica para los tableros de partículas de densidad media de acuerdo con ANSI A208.1:

Grado	MOE (GPa)	MOR (MPa)	Uso general
M-1	1.725	11.0	Comercial
M-S	1.900	12.5	Comercial
M-2	2.250	14.5	Industrial
M-3	2.750	16.5	Huella de escalera interior e industrial

Las FIGS. 12A-B muestran el MOE (FIG. 12A) y el MOR (FIG. 12B) de tableros de partículas de CCP, CCP/ASCCF/WG, CCP/ASCCF/RN y CCP/ASCCF/PU comparados con el requisito mínimo de MOE y MOR para los tableros de partículas M-1 de acuerdo con ANSI A208.1. La línea continua horizontal indica los requisitos de MOR (11.0 MPa) y MOE (1.725 GPa) mínimos, respectivamente, para el tablero de partículas de grado M-1. A partir de las FIGS. 12A-B, los tableros de CCP, CCP/ASCCF/WG y CCP/ASCCF/PU no cumplieron el requisito

8^x

mínimo de MOE y MOR. Sin embargo, el tablero CCP/ASCCF/RN sí cumplió los requisitos mínimos para MOE y MOR del tablero de partículas de grado M-1.

Las propiedades mecánicas de las barras pequeñas y los
5 tableros de partículas más grandes determinadas de acuerdo con ASTM D790-02 y ASTM D1037-99, respectivamente, se resumen en la Tabla 12 a continuación. Las barras pequeñas moldeadas con la presión más elevada (8.9×10^7 N/m²) tuvieron un módulo y solidez al menos 1.5 veces mayor que
10 las prensadas con la presión menor (4.0×10^6 N/m²). Por lo tanto, es razonable predecir que si se moldearan los tableros de partículas más grandes a la presión más elevada, también se obtendrían resultados superiores para las propiedades mecánicas (MOE y MOR).

TABLA 12 - Propiedades mecánicas de las barras pequeñas y tableros de partículas más grandes estudiadas de acuerdo con ASTM D790-02 y ASTM D1037-99:

Tipo de compuesto (Proporción, %p)	Condición de moldeo #1 (presión de moldeo = 4.0×10^6 N/m ²)				Condición de moldeo #2 (presión de moldeo = 8.9×10^7 N/m ²)	
	Barra pequeña		Tablero de partículas más grande		Barra pequeña	
	Módulo ^a	Solidez	MOE ^b	MOR ^b	Módulo ^a	Solidez máxima
	(GPa)	máxima ^a (MPa)	(GPa)	(MPa)	(GPa)	^a (MPa)
CCP (100)	0.57 ± 0.08	3.71 ± 0.27	0.28 ± 0.13	1.37 ± 0.19	3.83 ± 0.11	31.76 ± 0.98
CCP/WG (90/10)	1.20 ± 0.08	9.20 ± 1.38	-	-	3.83 ± 0.10	40.57 ± 1.47

CCP/RN (90/10)	2.13 ± 0.10	38.87 ± 1.86	-	-	3.59 ± 0.12	46.28 ± 1.75
CCP/PU (90/10)	1.13 ± 0.06	14.25 ± 0.80	-	-	3.03 ± 0.11	30.62 ± 1.37
CCP/ASCCF/WG (80/10/10)	1.45 ± 0.12	27.11 ± 1.99	0.68 ± 0.10	7.78 ± 1.13	4.00 ± 0.14	47.25 ± 2.01
CCP/ASCCF/RN (80/10/10)	2.21 ± 0.10	41.20 ± 1.22	1.73 ± 0.49	13.10 ± 2.15	3.51 ± 0.09	50.78 ± 1.86
CCP/ASCCF/PU (80/10/10)	1.40 ± 0.13	34.27 ± 0.27	0.75 ± 0.20	6.82 ± 0.43	3.26 ± 0.11	51.73 ± 2.15

^a Propiedades mecánicas de las barras pequeñas estudiadas mediante un ensayo de flexión de tres puntos llevado a cabo de acuerdo con ASTM D790-02.

^b Propiedades mecánicas de tableros de partículas más grandes estudiados mediante un ensayo de flexión llevado a cabo de acuerdo con ASTM D1037-99.

Ensayo de introducción de clavos:

Para ciertas aplicaciones (p. ej., aplicaciones en interiores), los tableros de partículas se clavan para su instalación. Por lo tanto, se estudió el comportamiento de los tableros de partículas durante la introducción de clavos. Se llevaron a cabo ensayos cualitativos y en la Tabla 13 a continuación se presenta el número de tableros de partículas fallidos.

Además, las FIGS. 13A-H muestran imágenes de tableros de partículas tras el ensayo de introducción de clavos. En el caso de los tableros sin adición de ASCCF, un 85% de los tableros de CCP sin aglutinante fallaron. En los tableros de CCP/WG y CCP/RN con una proporción en peso de 90/10, el porcentaje de roturas fue de un 10% y un 15% respectivamente. En los tableros de CCP rotos, los tableros se rompieron o la superficie de los tableros se desconchó en láminas tal como ilustran las FIGS. 13A y 13B. Los tableros de CCP/WG que fallaron se rompieron pero básicamente no se desconcharon (FIG. 13C). En el caso de los tableros de CCP/RN, la rotura de los tableros se debió principalmente a la fragilidad (FIG. 13D). Se cree que la adición de un porcentaje elevado del aglutinante de tipo RN hizo que los tableros se volvieran demasiado quebradizos. Generalmente, la cantidad de aglutinante de tipo isocianato a base de diisocianato de metilo ("MDI", por sus siglas en inglés) utilizado en la producción de tableros de partículas es menor que aproximadamente un 10%, preferentemente aproximadamente un 60%. Remítase a, p. ej., la patente de los EE. UU. N.º 6.692.670, cuyo

contenido completo se incorpora a la presente por referencia en su totalidad.

En los tableros de CCP/PU no se observaron roturas. No se observaron roturas en ninguno de los tableros reforzados con ASCCF.

TABLA 13 - Número de tableros de partículas rotos tras el ensayo de introducción de clavos:

Tipo de tablero de partículas	Número de muestras sometidas a ensayo	Número de muestras rotas	Porcentaje de rotura (%)
CCP	20	17	85
CCP /WG	20	2	10
CCP /RN	20	3	15
CCP/ PU	20	0	0
CCP/ASCCF/WG	20	0	0
CCP/ASCCF/RN	20	0	0
CCP/ASCCF/PU	20	0	0

Características de absorción de agua e hinchamiento del tablero de partículas:

La absorción de agua y el hinchamiento volumétrico de los tableros de partículas son generalmente propiedades importantes para evaluar su estabilidad comparada con condiciones realistas durante la construcción y uso posterior. Se evaluaron la absorción de agua (WA) e hinchamiento volumétrico (TWS) de los tableros de CCP/ASCCF/WG, CCP/ASCCF/RN y CCP/ASCCF/PU según los valores de porcentaje calculados por las ecuaciones (1) y (2) anteriores, respectivamente. Los resultados de la absorción

de agua (%WA) e hinchamiento volumétrico (%TSW) porcentuales se proporcionan en la Tabla 14.

TABLA 14 - Absorción de agua e hinchamiento volumétrico del tablero de partículas:

Tipo de tablero de partículas	Absorción de agua porcentual (%WA)		Hinchamiento volumétrico porcentual (%TSW)	
	Después de 2 h	Después de 24 h	Después de 2 h	Después de 24 h
CCP/ASCCF/WG	110.82 ±	135 ±	51.03 ±	59.40 ±
	6.51	3.84	2.37	4.18
CCP/ASCCF/RN	13.97 ± 1.34	38.89 ±	9.34 ±	15.53 ±
		1.74	1.38	1.91
CCP/ASCCF/PU	17.07 ± 2.08	42.21 ±	11.20 ±	18.01 ±
		1.15	1.46	1.21

5 La WA y TSW del tablero de CCP no se pudieron evaluar ya que cuando el ejemplar de CCP se remojó en agua, se descompuso gradualmente en partículas de CCP, principalmente debido a la ausencia de aglutinante. A partir de la Tabla 14, se puede observar que el tablero de partículas que utiliza el aglutinante de tipo WG proporciona los valores mayores de %WA y %TSW tanto con un intervalo corto (2 horas) como largo (2 más 22 horas) de inmersión. En el caso de CCP/ASCCF/RN y CCP/ASCCF/PU, los valores de %WA y %TSW fueron comparables y fueron mucho
10 menores que los del tablero de partículas alglutinado con WG.
15

Los materiales lignocelulósicos tales como el polvo de coco y la fibra de coco están constituidos por celulosa, hemicelulosas y lignina, donde hay un número elevado de

grupos hidroxilo (-OH). Estos materiales hidrófilos absorben normalmente grandes cantidades de agua y en consecuencia se hinchan. Sin embargo, un grado elevado de reacción entre un aglutinante y los grupos hidroxilo en los materiales lignocelulósicos pueden reducir potencialmente la absorción de agua y el hinchamiento al hacer que el material sea más hidrófobo. En el caso del aglutinante de tipo RN, los grupos isocianato tienen una reactividad elevada con los grupos hidroxilo del CCP. El aglutinante de tipo PU constituido por un endurecedor de poliol y poliisocianato puede reaccionar consigo mismo y los grupos OH para formar una estructura reticulada con el CCP. El aglutinante de tipo WG está constituido principalmente por proteínas que absorben agua. Como resultado, los tableros de partículas aglutinados con RN y PU tienen un %WA y un %RSW mucho menor que los tableros de partículas aglutinados con WG.

Análisis termogravimétrico (TGA):

La estabilidad térmica de los tableros de partículas es, generalmente, una propiedad importante para evaluar la resistencia al fuego. Se utilizó el TGA para estudiar la temperatura de descomposición térmica de los tableros de partículas. La pérdida de peso y la primera derivada de las correspondientes curvas del termograma de pérdida de peso (DGT, por sus siglas en inglés) de los compuestos se muestran en la FIG. 14. La Tabla 15 también presenta una temperatura de descomposición térmica (T_d) con una pérdida de un 5% en peso y una temperatura de velocidad de descomposición máxima (T_p) en el segundo paso de la descomposición en las curvas DTG. Las curvas de TGA de los

tableros de partículas mostraron una tendencia similar, donde hay cuatro etapas principales de pérdida de peso. La primera etapa, con una ligera pérdida de peso por debajo de aproximadamente 130 °C, de los tableros de partículas estuvo causada por la evaporación del agua absorbida en los tableros. En general, tres etapas de degradación principales se pueden atribuir a la pirólisis y evaporación de los productos pirolíticos.

A partir de la Tabla 15, los tableros de partículas a base de CCP unidos con los aglutinantes proporcionaron mayores T_d y T_p que los tableros de partículas de CCP sin aglutinante debido a la presencia del enlace químico entre los aglutinantes y CCP o ASCCF. Entre los tres tipos de aglutinante, el tablero de partículas aglutinado con RN mostró la mayor estabilidad térmica debido a un grado elevado de reacción entre los grupos isocianato del aglutinante de tipo RN y los grupos hidroxilo de la superficie de CCP o ASCCF.

TABLA 15 - Temperatura de descomposición térmica (T_d) y temperatura de la velocidad de descomposición máxima (T_p) de los compuestos:

Tipo de compuesto	T_d con una pérdida de un 5% en peso (°C)	T_p en la segunda etapa de la descomposición (°C)
CCP	134.1	269.7
CCP/WG	197.2	280.2
CCP/RN	229.7	305.2
CCP/PU	198.0	289.8

CONCLUSIONES:

Se prepararon barras pequeñas de compuestos de CCP y CCP aglutinado con WG, RN y PU para estudiar los efectos de la presión de moldeo, contenido de aglutinante y tipo de aglutinante sobre las propiedades mecánicas. Cabe señalar que se obtuvieron excelentes propiedades con barras moldeadas a una presión elevada. También se observó que la adición de la ASCCF en aproximadamente un 10% en peso de fibra en los tableros de partículas más grandes aglutinados con aglutinantes potenciaron las propiedades mecánicas. Con un contenido de aglutinante mayor, mejoraron las propiedades de los compuestos con o sin ASCCF. Entre los tres aglutinantes, el RN tuvo, generalmente, las propiedades mecánicas más deseables. En comparación con las barras de compuesto de CCP con el PU comercial, las barras de CCP aglutinadas con WG proporcionaron unas propiedades mecánicas comparables o mayores. Como tal, el WG tiene el potencial de convertirse en un aglutinante prometedor para la producción de tableros de partículas.

El tablero de partículas de CCP reforzado con ASCCF y aglutinado con un aglutinante de tipo RN mostró unas propiedades mecánicas (MOE, MOR y TS) y físicas (WA% y TSW%) así como una estabilidad térmica mejores que aquellos aglutinados con WG y PU. Con la presión de moldeo baja, el tablero de partículas de CCP/ASCCF/RN cumplió los requisitos de MOE y MOR mínimos para un tablero de partículas de grado M-1 de acuerdo con ANSI A208.1-1999. A partir de los resultados de la propiedad mecánica preliminares de las barras pequeñas de compuestos moldeadas a una presión elevada, que mostraron un aumento en las propiedades mecánicas, cabe esperar que sea posible que las

propiedades de CCP/ASCCF/WG y CCP/ASCCF/PU comprimidos con una presión de moldeo mayor mejorarán en gran medida y superarán los requisitos comerciales mínimos para la producción industrial de tableros de partículas.

5 EJEMPLO 5: Compuestos/tableros de partículas que contienen fibras de bagazo:

Materiales: Huntsman Polyurethanes, EE. UU.,
suministró Rubinate®1780 ("RN"), un aglutinante de tipo
diisocianato de difenilmetano. El t-butilcarbamato de 3-
10 trietoxisililpropilo (silano con isocianato enmascarado o
MISO) se adquirió de Gelest Inc., EE. UU. Fisher
Scientific, EE. UU., suministró el hidróxido de sodio. La
acetona se obtuvo a partir de J.T. Baker, EE. UU.

 Cabe señalar de nuevo que se pueden utilizar otras
15 fibras o materiales/fibras lignocelulósicos en lugar de
bagazo en los sistemas, procesos, métodos y ejemplos de la
presente descripción.

Tratamientos de la fibra: Las fibras de bagazo se
cortaron en longitudes de aproximadamente 40 mm y se
20 secaron en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante
aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de
aproximadamente un 4.5%). Parte de la fibra de bagazo se
sometió a continuación a tratamientos de la fibra (p. ej.,
tratamientos superficiales), tal como se describe a
25 continuación.

Tratamiento alcalino (Mercerización):

 Las muestras de fibras de bagazo secas se remojaron en
una solución de hidróxido de sodio en agua de
aproximadamente un 5% p/v durante aproximadamente 4 horas a
30 temperatura ambiente y a continuación se lavaron

completamente con agua destilada hasta que la solución de enjuagado alcanzó un pH de aproximadamente 7. Cada lote de las fibras tratadas con álcali se secó a temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas y a continuación se secó en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 2 horas (contenido de humedad de aproximadamente un 4.5%).

5
10 Tratamiento con silano: Se disolvió t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v (aproximadamente un 0.1% en volumen de silano en la solución). Se ajustó el pH hasta aproximadamente 4 con ácido acético, agitando la solución de manera continuada durante aproximadamente 30 minutos. Parte de las fibras tratadas con álcali secas se remojaron a continuación en la solución durante aproximadamente 2 horas.

15
20 A continuación se separaron las fibras de la solución de silano y se permitió que el disolvente se evaporara en una corriente de aire a temperatura ambiente durante aproximadamente 2 horas. Se secaron las fibras en un horno a vacío a aproximadamente 50 °C durante aproximadamente 12 horas (contenido de humedad aproximadamente de un 4.5%).

25 De nuevo, cabe señalar que la presente descripción contempla que el silano (p. ej., silano funcional con isocianato enmascarado) se pueda incorporar/poner en contacto y/o mezclar/combinar con las fibras, materiales, mezclas, combinaciones y/o muestras de diferentes maneras, y en diversos pasos diferentes en el proceso de fabricación. Por ejemplo, el silano (MISO) se puede
30 incorporar a la solución de hidróxido de sodio discutida

anteriormente, y las fibras se pueden remojar simultáneamente en la solución de silano y de NaOH, seguido de los pasos de secado y preparación del compuesto (p. ej., mezclando/incorporando al aglutinante y/o moldeo).

5 Como alternativa, el silano (MISO) se puede depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (p. ej., tras el tratamiento con NaOH) y a continuación las fibras tratadas con silano se pueden mezclar/incorporar al aglutinante (si
10 se desea) y a continuación moldear/fabricar. Cabe señalar que los materiales/fibras lignocelulósicos se pueden mezclar/combinar con el material aglutinante (si se desea) antes, durante o después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con silano mediante pulverización líquida
15 o similares). Por ejemplo, cabe señalar que el material aglutinante se puede poner en contacto/depositar (p. ej., mediante pulverización líquida o similares) sobre los materiales/fibras lignocelulósicos y/o mezclar/combinar (p. ej., como un líquido o sólido) con estos antes, durante o
20 después del tratamiento con silano (p. ej., tratamiento con pulverización líquida con silano, un paso de mezcla con silano sustancialmente sólido, y/o tras el tratamiento de remojo con la solución de silano, etc.).

En ciertas realizaciones, tras el paso de tratamiento
25 alcalino (si se desea) puede llevarse a cabo un paso de tratamiento con silano donde el silano de tipo MISO se mezcla/pone en contacto con los otros componentes (p. ej., fibras/materiales y aglutinante) en básicamente un paso (p. ej., un paso de mezcla de sólidos con MISO/polvo de MISO
30 y/o aglutinante, y/o un tratamiento de pulverización

6^a

líquida con MISO y/o aglutinante, etc.), seguido a continuación por un paso de moldeo/fabricación. Como se ha señalado, el paso o los pasos del tratamiento con silano podrían tener varias variaciones, tales como, por ejemplo, un paso de tratamiento con silano donde los componentes (fibras/materiales, silano de tipo MISO y/o aglutinante) se mezclan/combinan unos con otros como sólidos, y/o como un paso donde el silano de tipo MISO y/o aglutinante (si se desea) se pulverizan sobre los materiales/fibras lignocelulósicos (y otros sólidos) como un líquido.

Preparación del compuesto:

Se mezcló acetona con el aglutinante de tipo RN para reducir su viscosidad. En general, la proporción del aglutinante de tipo RN respecto a la acetona para la preparación de la solución aglutinante fue de aproximadamente 1:2 p/v. A continuación se mezclaron mecánicamente la solución aglutinante y las fibras de bagazo tratadas con álcali y silano durante aproximadamente 5 minutos.

Las mezclas (p. ej., mezclas obtenidas mediante mezclado mecánico o similares), combinaciones o muestras (aproximadamente un total de 70 g para cada muestra/mezcla) de las fibras de bagazo tratadas con álcali y silano, junto con el aglutinante de tipo RN, se moldearon por compresión a continuación a aproximadamente 160 °C durante aproximadamente 20 minutos y a aproximadamente 4×10^6 N (aproximadamente 25,000 lb_f), en un molde para formar tableros de aproximadamente 210 x 140 x 2.74 mm.

Para las mezclas, combinaciones o muestras con los que se fabricaron los tableros enumerados en la Tabla 16 a

continuación, la relación ponderal de la fibra de bagazo respecto al RN fue de aproximadamente: (i) 80/20 o (ii) 90/10 en porcentaje en peso.

Ensayos de flexión de tres puntos:

5 Cada tablero fabricado se cortó en muestras con unas dimensiones de aproximadamente 117mm x 50mm x 2.74mm. El módulo de rotura ("MOR") y el módulo de elasticidad ("MOE") se midieron mediante los ensayos de flexión de tres puntos con un Instron-1011. Los ensayos se llevaron a cabo con
10 una célula de carga de aproximadamente 500 N y la velocidad de la cruceta fue de aproximadamente 2 mm/min. Los procedimientos de ensayo se condujeron de acuerdo con ASTM D 1037-99, tal como se especifica en la norma ANSI A208.1-1999. Los resultados se muestran en la Tabla 16 a
15 continuación.

Tabla 16: Resultados de los ensayos de tableros de partículas a base de bagazo:

Muestra	% másico de bagazo	% másico de RN	MOE, GPa	MOR, MPa
1A	80	20	2.3	34.9
2A	80	20	2.3	34.8
3A	80	20	2.5	37.7
Promedio (muestras 1A-3A)			2.37 +- 0.115	35.8 +- 1.65
1B	90	10	2.9	33.3
2B	90	10	2.8	29.6

3B	90	10	2.6	29.9
4B	90	10	3.2	32.8
Promedio (muestras 1B-4B)			2.88 +- 0.25	31.4 +- 1.92

Discusión: Se muestra una curva de tensión-deformación ilustrativa para la muestra 2A en la FIG. 15. Cabe destacar que las curvas de tensión-deformación para las muestras 1A, 2A y 3A tuvieron un aspecto sustancialmente idéntico.

5 De acuerdo con la norma ANSI A208.1-1999, mostrada en la Tabla 11 anteriormente, el MOE de los tableros de partículas de bagazo fabricados alcanzaron el grado M-2, y el MOR superó con creces todos los requisitos.

Aunque los sistemas, montajes y métodos de la presente descripción se han descrito haciendo referencia a las realizaciones ilustrativas de estas, la presente descripción no se limita a tales realizaciones ilustrativas y/o implementaciones. Más bien, los sistemas, montajes y métodos de la presente descripción son susceptibles de
10 muchas implementaciones y aplicaciones, como será evidente para los expertos en la técnica a partir de la descripción del presente documento. La presente descripción engloba expresamente tales modificaciones, mejoras y/o variaciones de las realizaciones descritas. Debido a que pueden
15 realizar muchos cambios en la construcción anterior y se pueden realizar muchas realizaciones muy diferentes de esta descripción sin alejarse del alcance de esta, se pretende que toda la materia contenida en los dibujos y memoria descriptiva se interprete como ilustrativa y no en un
20 sentido limitante. Se pretenden modificaciones, cambios y
25

sustituciones adicionales en la descripción anterior. En consecuencia, es apropiado que las reivindicaciones se interpreten ampliamente y en una manera coherente con el ámbito de la descripción.

- 5 Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.

Lo que se reivindica es:

Habiéndose descrito la invención como antecede, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes reivindicaciones:

5 Reivindicaciones

1. Un método para fabricar un tablero de partículas que comprende:

 a) remojar una porción de un material lignocelulósico en una solución alcalina;

10 b) secar el material lignocelulósico tras remojar;

 c) remojar una porción del material lignocelulósico en una solución de un silano funcional con isocianato enmascarado;

 d) secar el material lignocelulósico tras remojar; y

15 e) moldear el material lignocelulósico.

2. El método de la reivindicación 1, donde al menos una porción del material lignocelulósico se deriva de fibras naturales.

3. El método de la reivindicación 1, donde antes del
20 paso a), se seca el material lignocelulósico hasta que el contenido de humedad está comprendido entre aproximadamente un 3% y aproximadamente un 4.5%.

4. El método de la reivindicación 1, donde el paso
a) se lleva a cabo remojando el material lignocelulósico en
25 una solución alcalina de aproximadamente un 5% p/v durante aproximadamente 4 horas a aproximadamente temperatura ambiente.

5. El método de la reivindicación 1, donde la
solución de silano incluye t-butilcarbamato de 3-
30 trietoxisililpropilo.

6. El método de la reivindicación 1, donde la solución de silano se prepara disolviendo *t*-butilcarbamato de 3-trietoxisisililpropilo en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v para formar aproximadamente un 0.1 por ciento en volumen de silano en la solución.

7. El método de la reivindicación 1, donde el paso e) se lleva a cabo mediante moldeo por prensado en caliente o moldeo por compresión del material lignocelulósico.

8. El método de la reivindicación 1, donde el paso e) se lleva a cabo mediante moldeo por compresión del material lignocelulósico a entre aproximadamente 150 °C y aproximadamente 160 °C durante aproximadamente entre 7 y 20 minutos a entre aproximadamente 900 lb_f y aproximadamente 40 000 lb_f.

9. El método de la reivindicación 1, donde se añade un material aglutinante al material lignocelulósico tras el paso d) y antes del paso e).

10. El método de la reivindicación 9, donde el material aglutinante se selecciona a partir del grupo constituido por gluten de trigo, diisocianato de difenilmetano y poliuretano.

11. El método de la reivindicación 9, donde se añade un material de polvo de fibra de coco al material lignocelulósico tras el paso d) y antes del paso e).

12. Un método para fabricar un tablero de partículas que comprende:

a) remojar un material lignocelulósico en una solución de un silano funcional con isocianato enmascarado;

b) secar el material lignocelulósico tras remojar; y

c) moldear el material lignocelulósico.

13. El método de la reivindicación 12, donde al menos una porción del material lignocelulósico se deriva de fibras naturales.

14. El método de la reivindicación 12, donde antes
5 del paso a), se seca el material lignocelulósico hasta que el contenido de humedad está comprendido entre aproximadamente un 3% y aproximadamente un 4.5%.

15. El método de la reivindicación 12, donde la solución de silano se prepara disolviendo t-butilcarbamato
10 de 3-trietoxisililpropilo en una solución de agua y acetona de aproximadamente 50/50 v/v.

16. El método de la reivindicación 12, donde la solución de silano incluye t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo.

15 17. El método de la reivindicación 12, donde el paso c) se lleva a cabo mediante moldeo por prensado en caliente o moldeo por compresión del material lignocelulósico.

18. El método de la reivindicación 12, donde se añade un material aglutinante al material lignocelulósico tras el
20 paso b) y antes del paso c).

19. El método de la reivindicación 18, donde el material aglutinante se selecciona a partir del grupo constituido por gluten de trigo, diisocianato de difenilmetano y poliuretano.

25 20. El método de la reivindicación 18, donde se añade un material de polvo de fibra de coco al material lignocelulósico tras el paso b) y antes del paso c).

21. Un método para fabricar un tablero de partículas que comprende:

a) poner en contacto una porción de un material lignocelulósico con un silano funcional con isocianato enmascarado; y

b) moldear el material lignocelulósico.

5 22. El método de la reivindicación 21, donde al menos una porción del material lignocelulósico se deriva de fibras naturales.

23. El método de la reivindicación 21, donde el silano funcional con isocianato enmascarado incluye t-
10 butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo.

24. El método de la reivindicación 21, donde antes, durante o después del paso a), se añade un material aglutinante al material lignocelulósico antes del paso b).

25. El método de la reivindicación 21, donde el
15 silano funcional con isocianato enmascarado se pone en contacto con la porción del material lignocelulósico mediante una pulverización líquida.

26. El método de la reivindicación 21, donde el paso a) incluye mezclar o combinar el silano funcional con
20 isocianato enmascarado con la porción del material lignocelulósico.

27. El método de la reivindicación 26, donde al menos una porción del silano funcional con isocianato enmascarado está en forma de polvo o sustancialmente sólida.

25 28. El método de la reivindicación 25, donde antes del paso a) al menos una porción del material lignocelulósico se remoja en una solución alcalina.

29. El método de la reivindicación 26, donde antes del paso a) al menos una porción del material
30 lignocelulósico se remoja en una solución alcalina.

30. El método de la reivindicación 26, donde el paso a) incluye además mezclar o combinar un material aglutinante con la porción del material lignocelulósico.

Resumen

Se describe un tablero de partículas mejorado y métodos para fabricar un tablero de partículas mejorado (p. ej., tablero de partículas a base de fibra/material natural). Más concretamente, la presente descripción proporciona sistemas/métodos para fabricar un tablero de partículas (p. ej., tablero de partículas exento de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de partículas posee propiedades mecánicas y/o características funcionales mejoradas. Se describen métodos para fabricar biocompuestos reforzados con fibra (p. ej., biocompuestos de gluten de trigo reforzados con fibra natural). Por ejemplo, se proporcionan sistemas/métodos para fabricar un tablero de partículas a partir de materiales lignocelulósicos (p. ej., materiales de coco) junto con un material aglutinante (p. ej., gluten de trigo). En general, la fibra/material lignocelulósico se trata con hidróxido de sodio y/o un agente acoplante de tipo silano como un promotor de la adhesión para potenciar la adhesión interfacial entre la fibra y el aglutinante. Por ejemplo, se utilizó t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (MISO) (un silano funcional con isocianato enmascarado) para mejorar la adhesión interfacial entre el aglutinante y las fibras naturales.

1/17

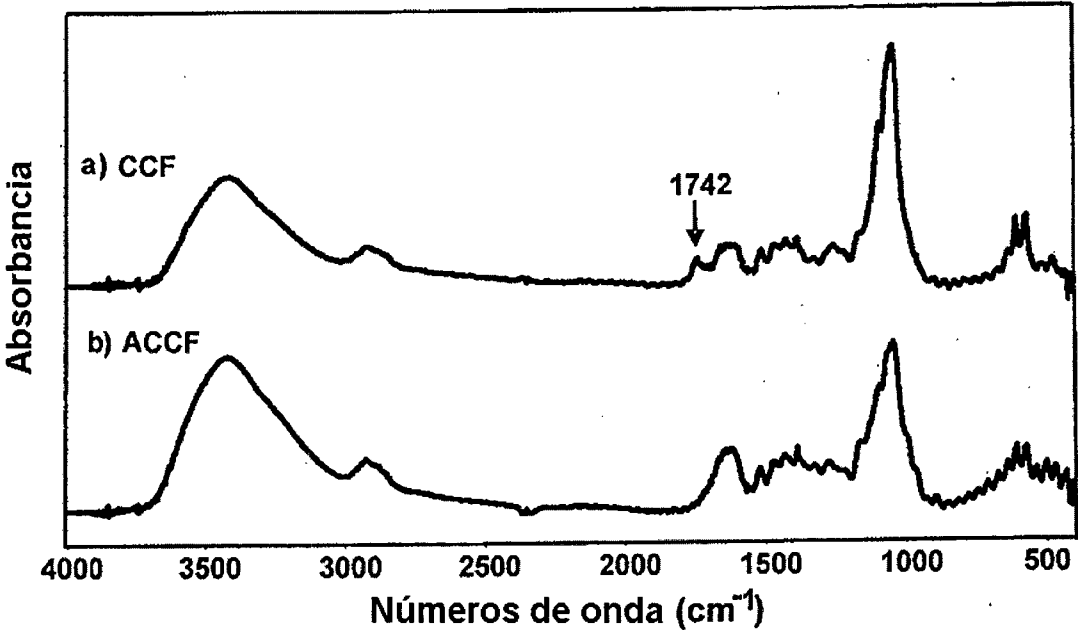


Figura 1

Espectro de FTJR de (a) CCF y (b) ACCF tratada con una solución de NaOH de aproximadamente un 5% en peso.

2/17

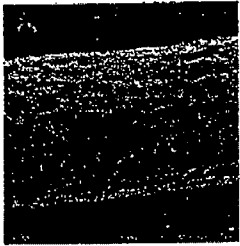
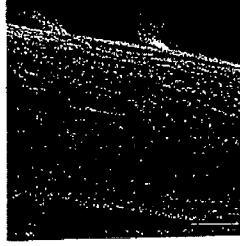
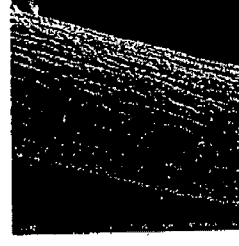
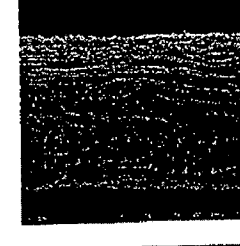
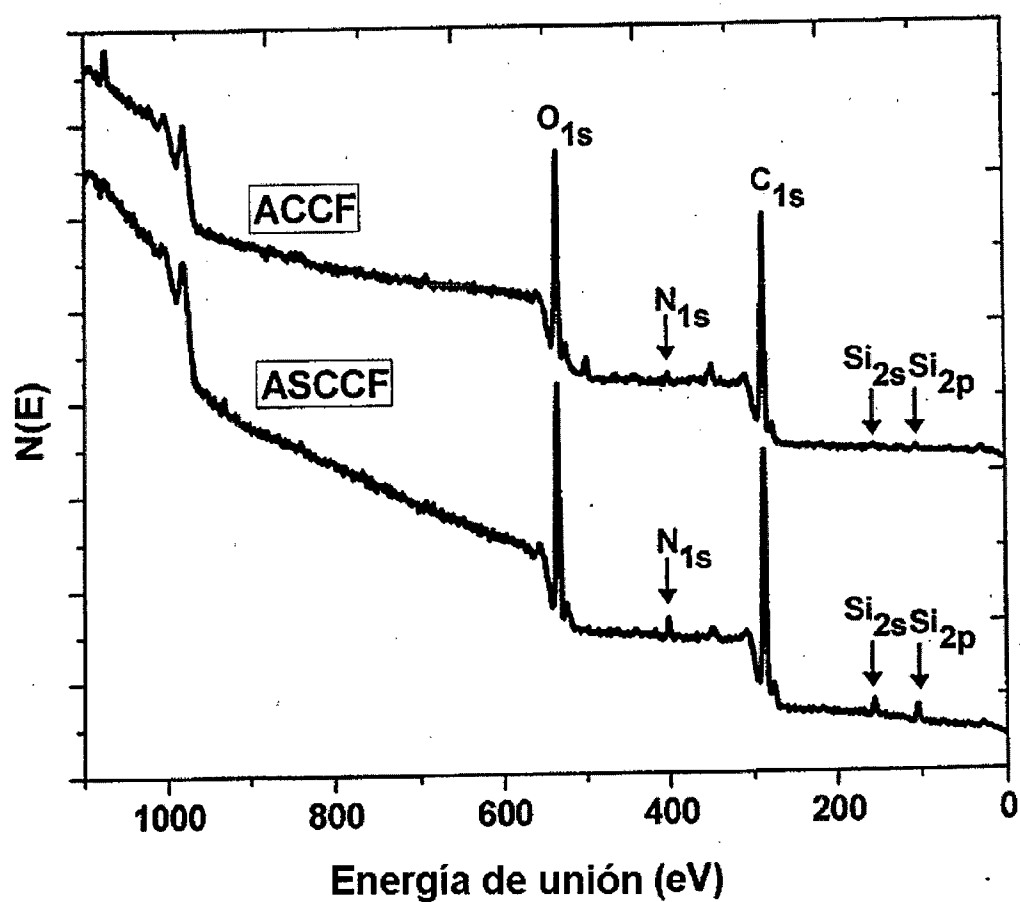
			
(a) CCF no tratada	(b) CCF tratada con álcali en una solución de NaOH al 2.5%	(c) CCF tratada con álcali en una solución de NaOH al 5%	(d) CCF tratada con álcali en una solución de NaOH al 10%

Figura 2

Micrografías de FE-SEM (300X) de (a) fibra de coco no tratada (CCF), (b) fibra de coco tratada con álcali (ACCF) en una solución de NaOH al 2.5% en peso, (c) fibra de coco tratada con álcali (ACCF) en una solución de NaOH al 5% en peso y (d) fibra de coco tratada con álcali (ACCF) en una solución de NaOH al 10% en peso.

3/17

**Figura 3**

Espectro XPS de barrido amplio de ACCF y ASCCF.

4/17

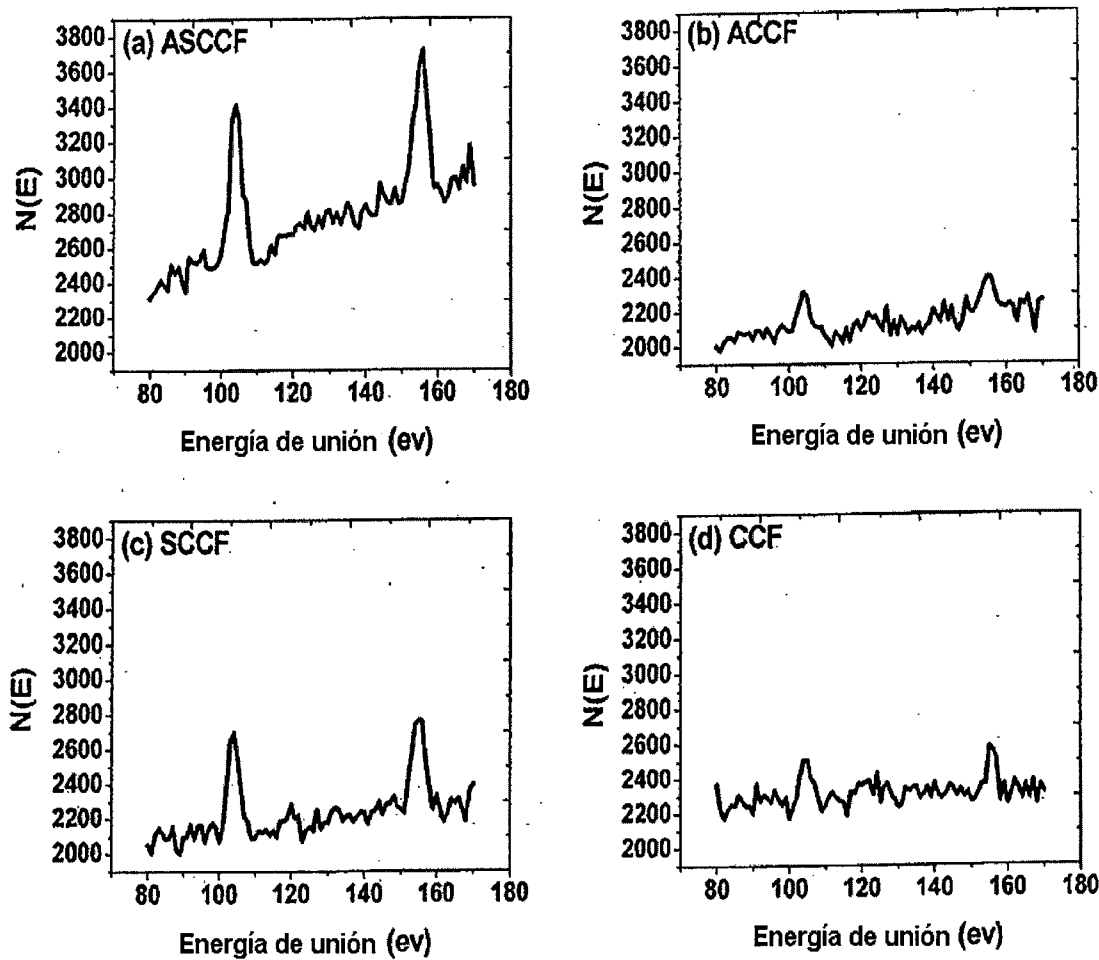


Figura 4

Espectro XPS de alta resolución de Si_{2p} a 102 eV y Si_{2s} a 154 eV en la región entre 80 y 170 eV para: (a) ASCCF, (b) ACCF tratada con una solución de NaOH al 5% en peso, (c) SCCF y (d) CCF.

213

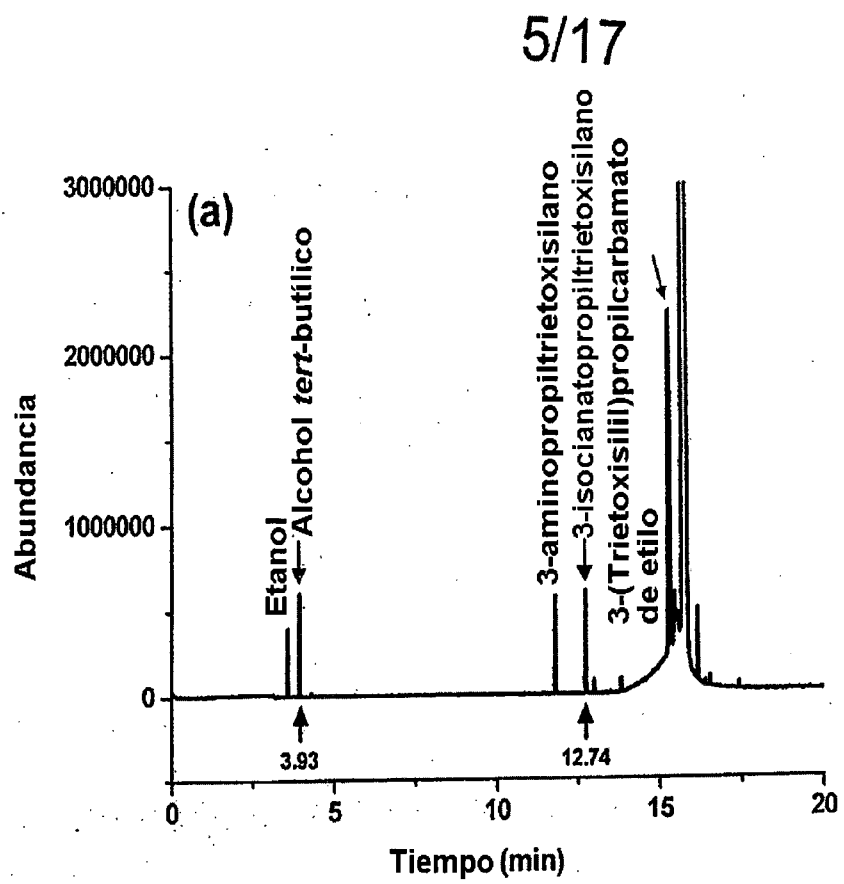
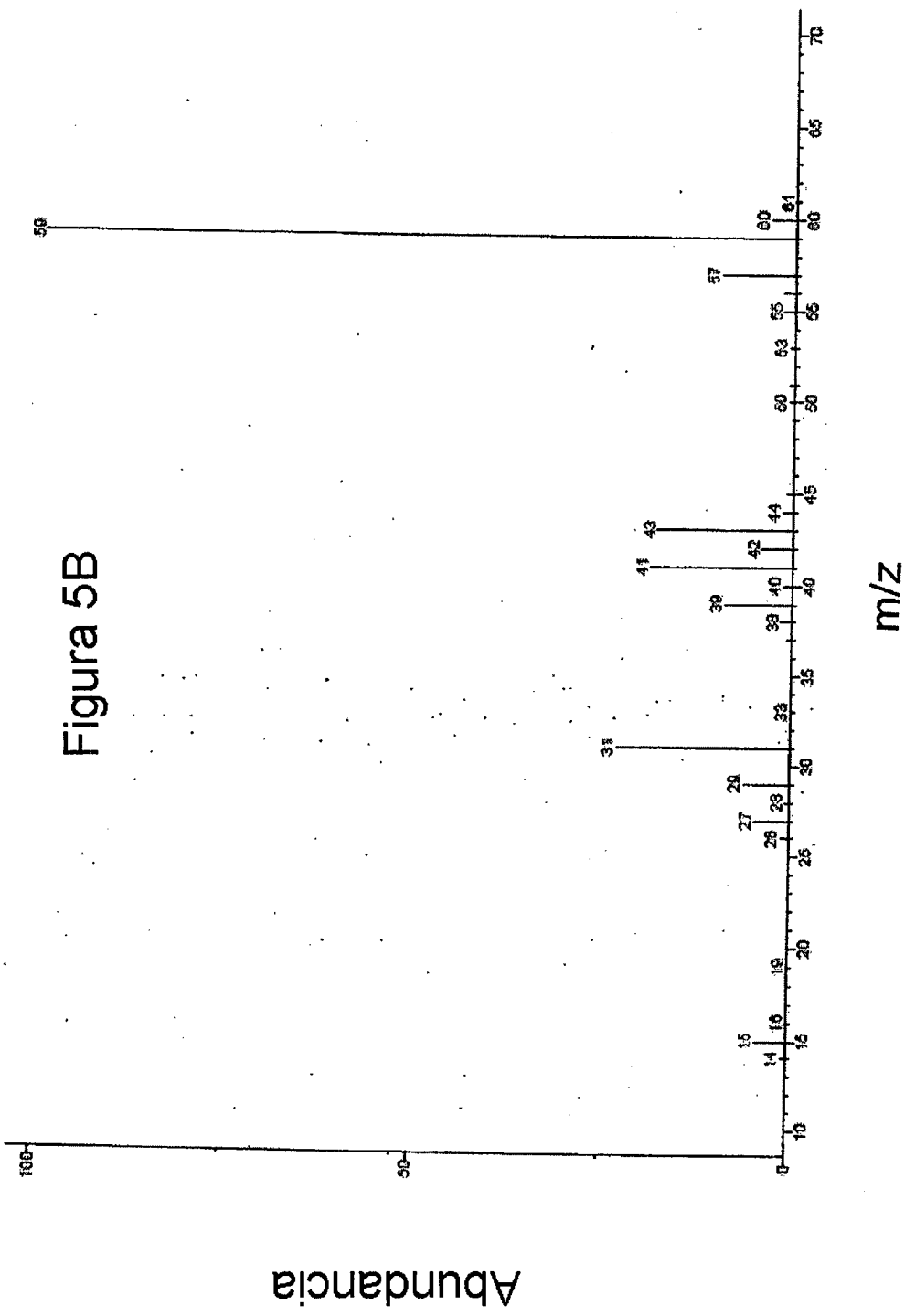


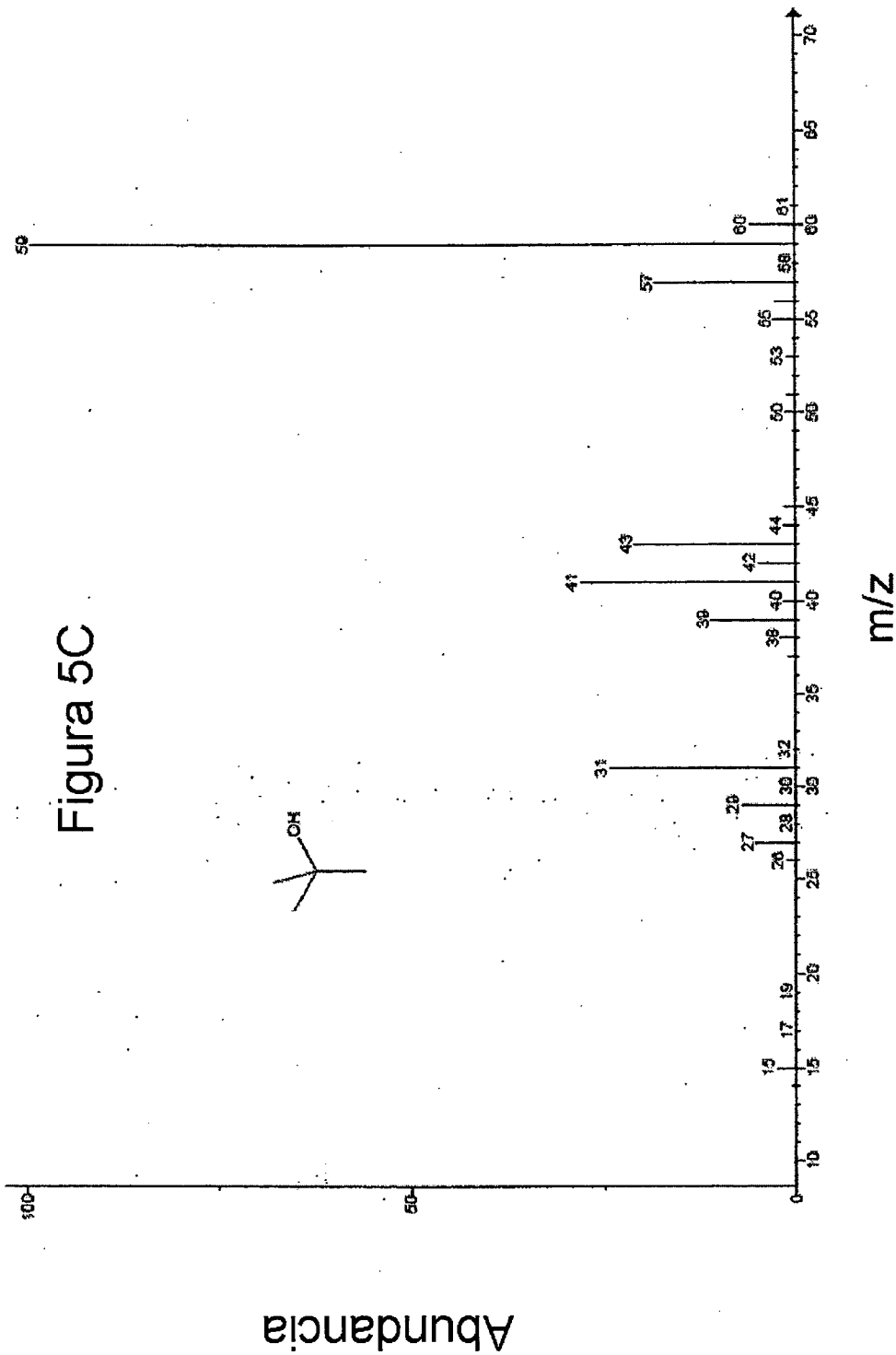
Figura 5A

Análisis representativo de GC/MS de MISO: (FIG. 5A) cromatograma de gases de MISO a una concentración de 4.95 ppb, (FIG. 5B) espectro de masas del pico de GC con un tiempo de retención de 3.93 min, y (FIG. 5C) espectro de masas de un patrón de alcohol *tert*-butílico.

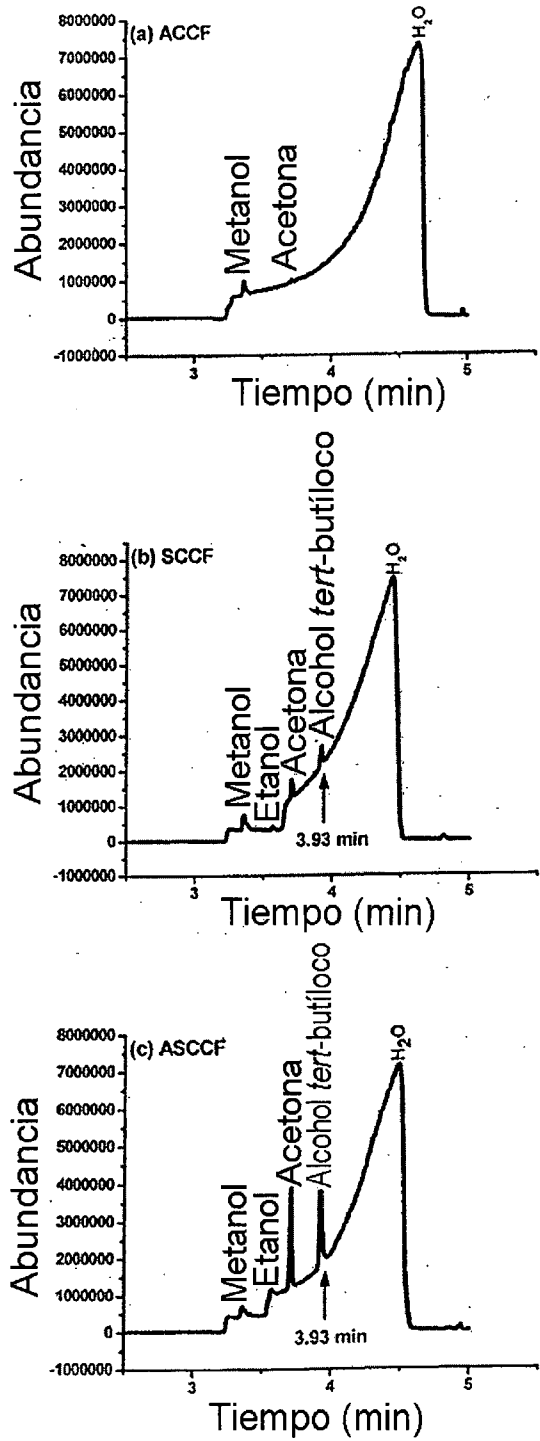
6/17



7/17

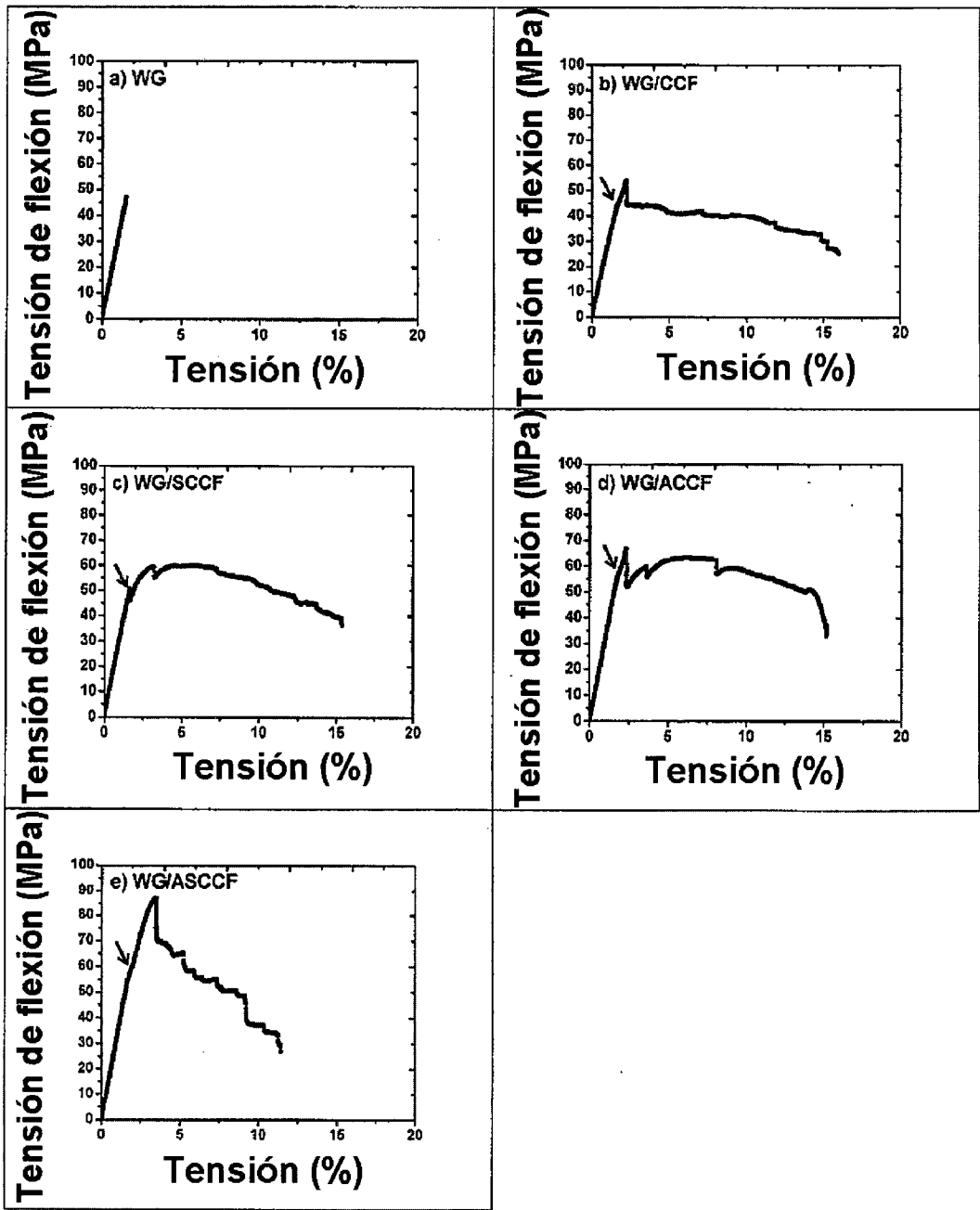


8/17



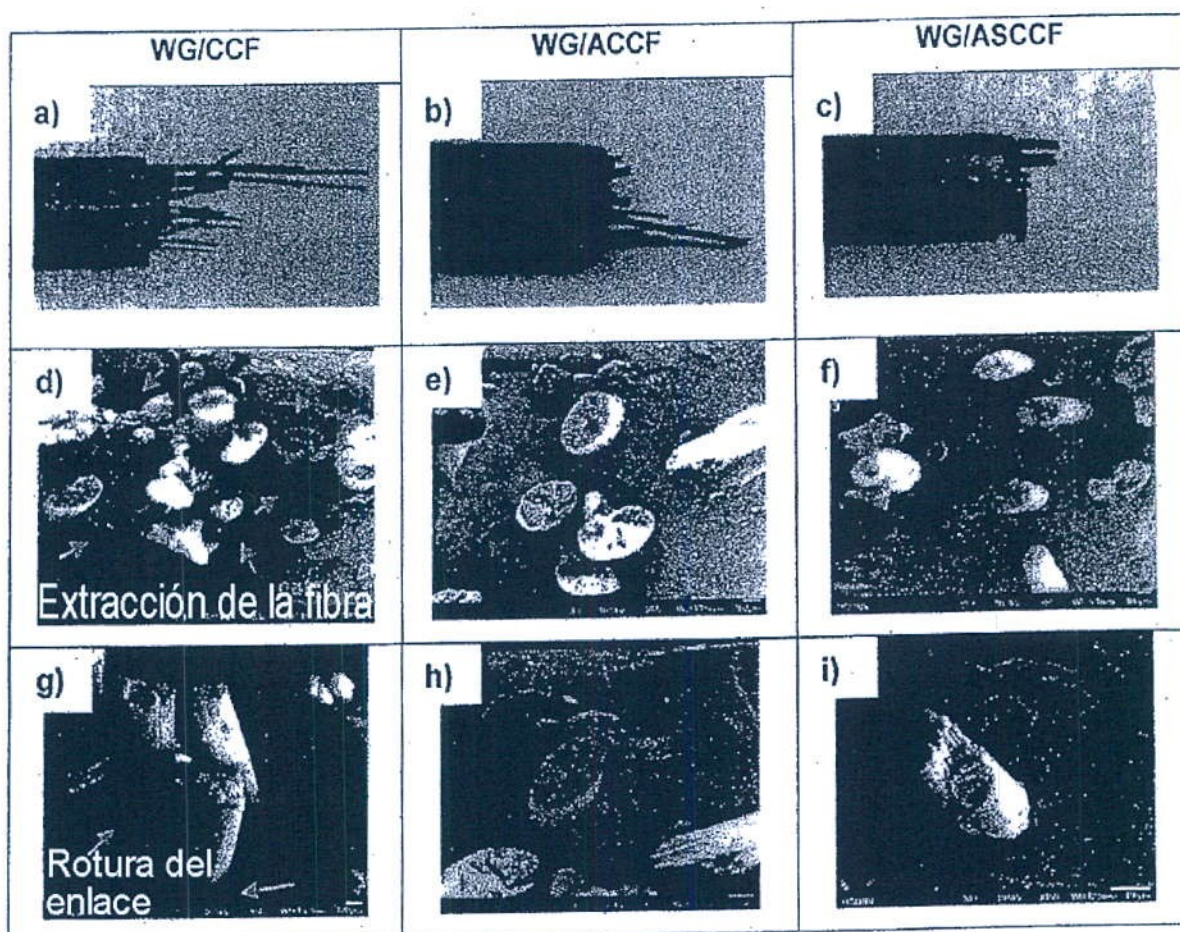
Figuras 6A-C - Cromatogramas de gases de: (a) ACCF, (b) SCCF, y (c) ASCCF

9/17



Figuras 7A-E - Curvas de tensión-deformación de: compuestos de (a) WG, (b) WG/CCF al 15% en peso, (c) WG/SCCF al 15% en peso, (d) WG/ACCF al 15% en peso (tratamiento con NaOH al 5%) y (e) WG/ASCCF al 15% en peso (tratamiento con NaOH al 5%)

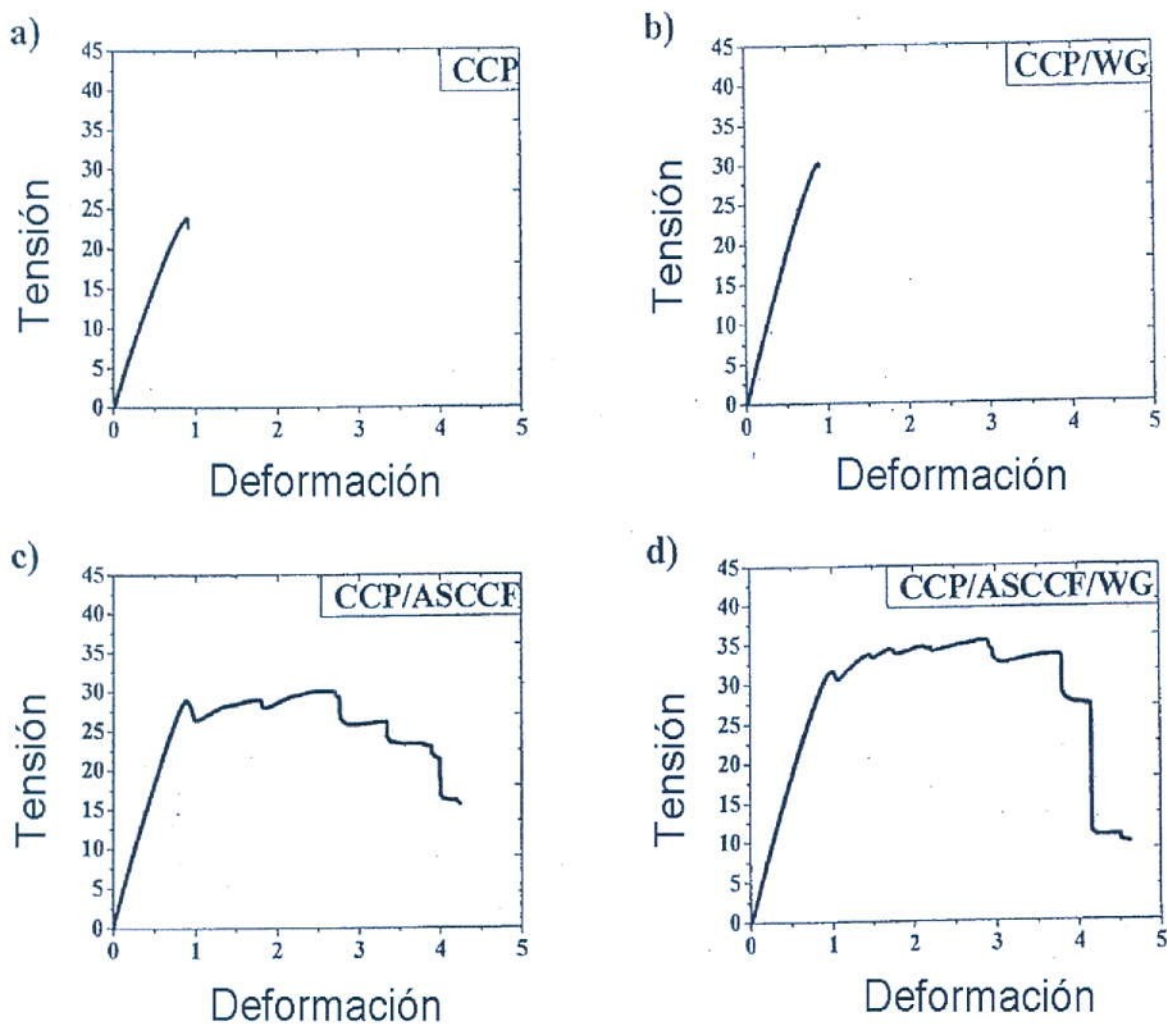
10/17



Figuras 8A-I

Imágenes que muestran las características de extracción de compuestos de fibra de (a) WG/CCF, (b) WG/ACCF y (c) WG/ASCCF tras la rotura en un ensayo de tracción e imágenes SEM de la superficie fracturada por la tracción de compuestos de (d, g) WG/CCF, (e, h) WG/ACCF y (f, i) WG/ASCCF

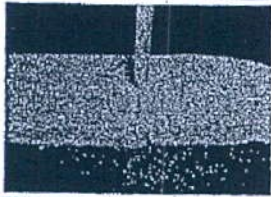
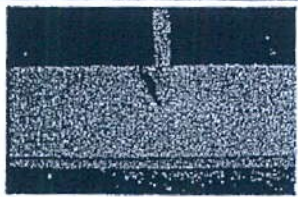
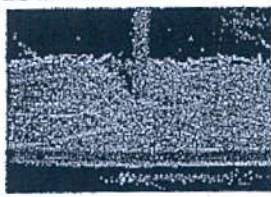
11/17



Figuras 9A-D

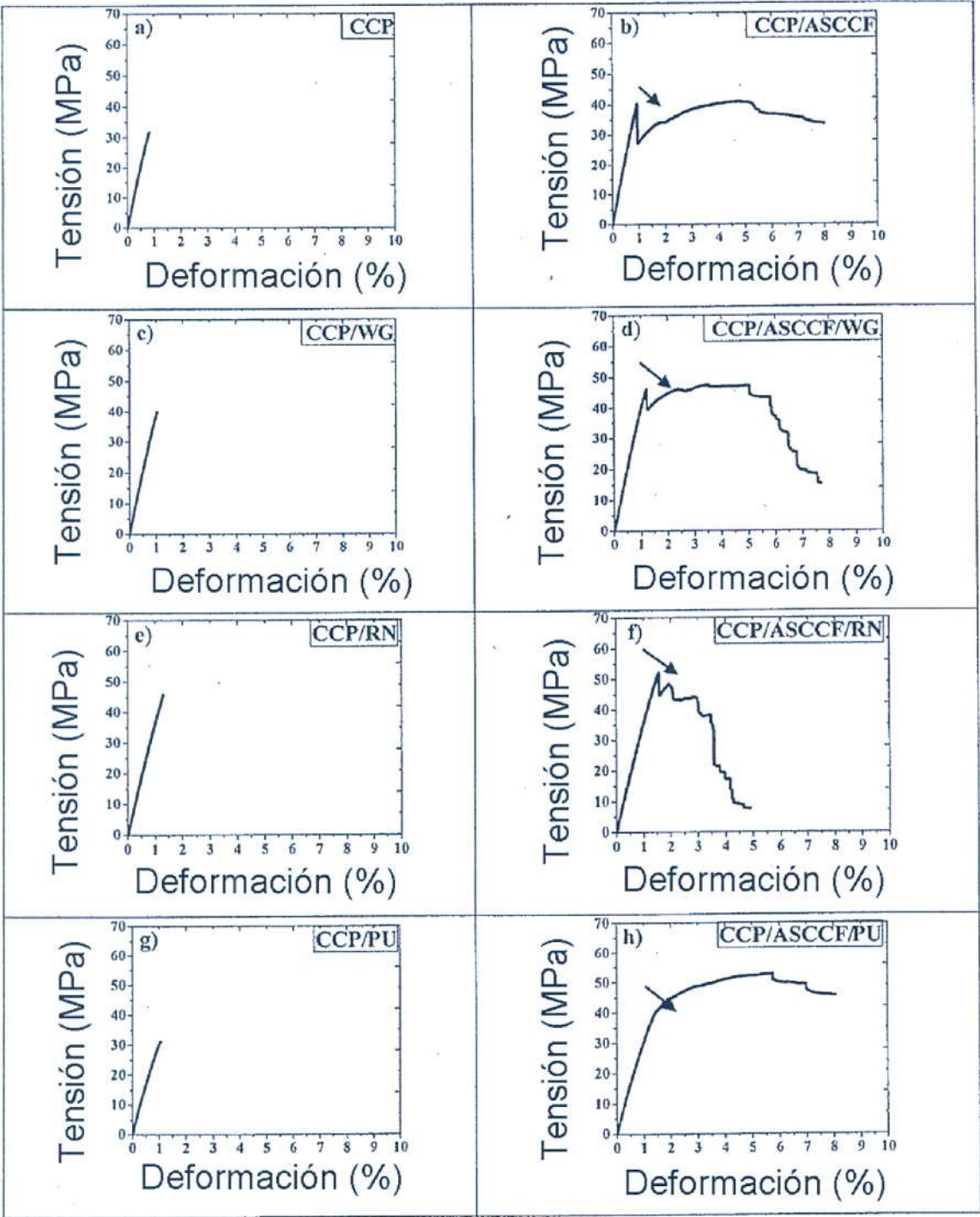
Curvas de tensión-deformación de: tableros de partículas de
a) CCP, b) CCP/WG (90/10) c) CCP/ASCCF (90/10), y d)
CCP/ASCCF/WG (80/10/10).

12/17

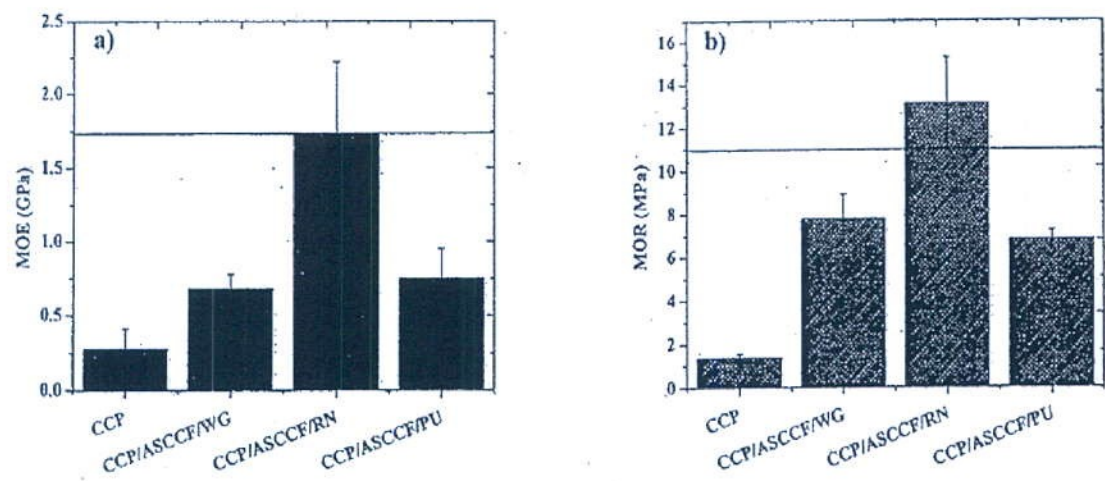
		
(A) Polvo de coco (CCP)	(B) Polvo de coco + WG (CCP/WG)	(C) Polvo de coco + Fibra modificada + WG (CCP/ASCCF/WG)

Figuras 10A-C

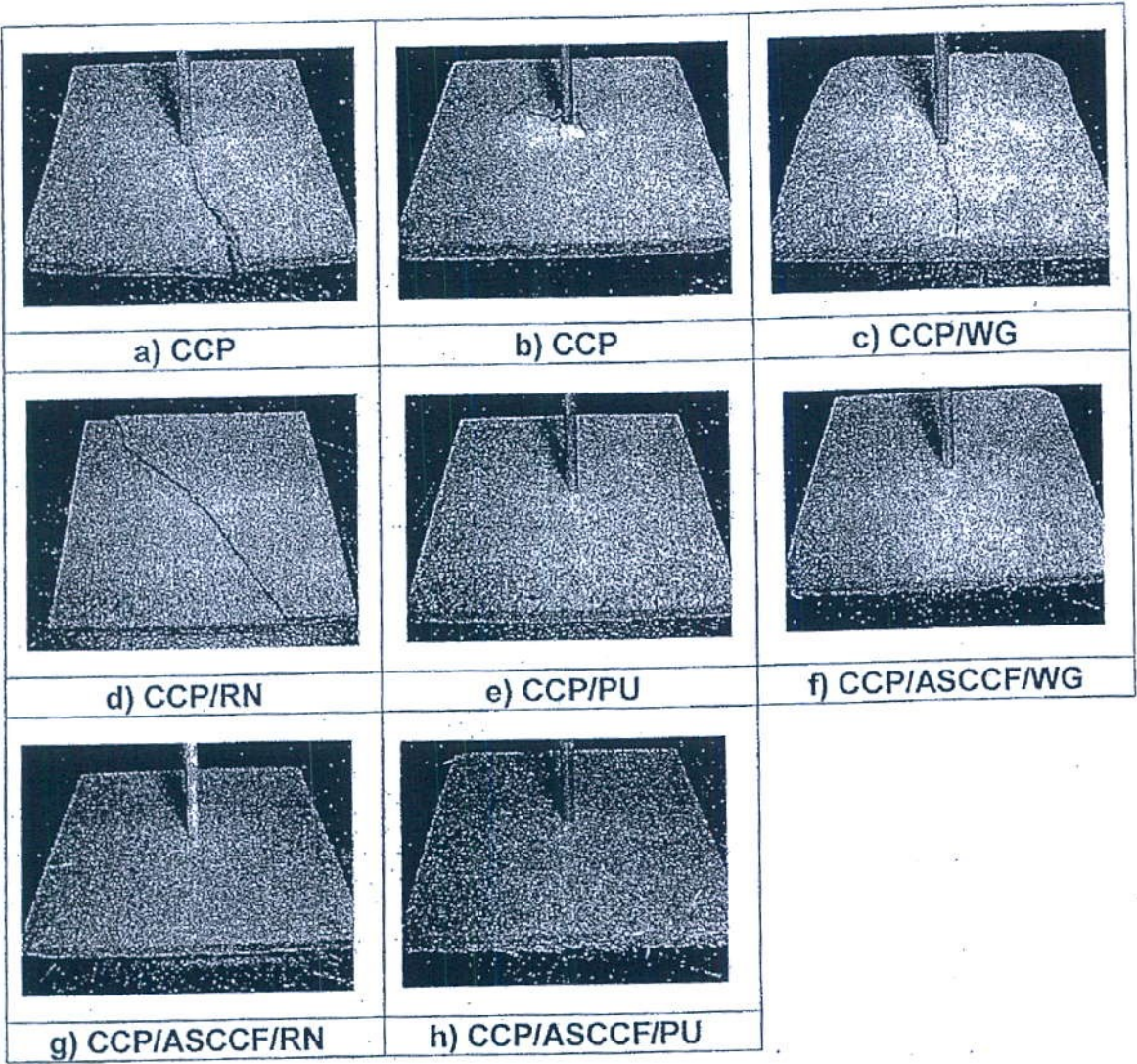
Imágenes de tableros de partículas tras el ensayo de introducción de clavos.



Figuras 11A-H
HOJA DE REEMPLAZO (REGLA 26)



Figuras 12A-B: FIG. 12A muestra un MOE y la FIG. 12B muestra un MOR para los siguientes tableros de partículas fabricados: (i) CCP, (ii) CCP/ASCCF/WG, (iii) CCP/ASCCF/RN, y (iv) CCP/ASCCF/PU, comparados con el requisito mínimo de MOE y MOR para tableros de partículas M-1 de acuerdo con ANSI A208.1.



Figuras 13A-H: Imágenes de tableros de partículas tras el ensayo de introducción de clavos

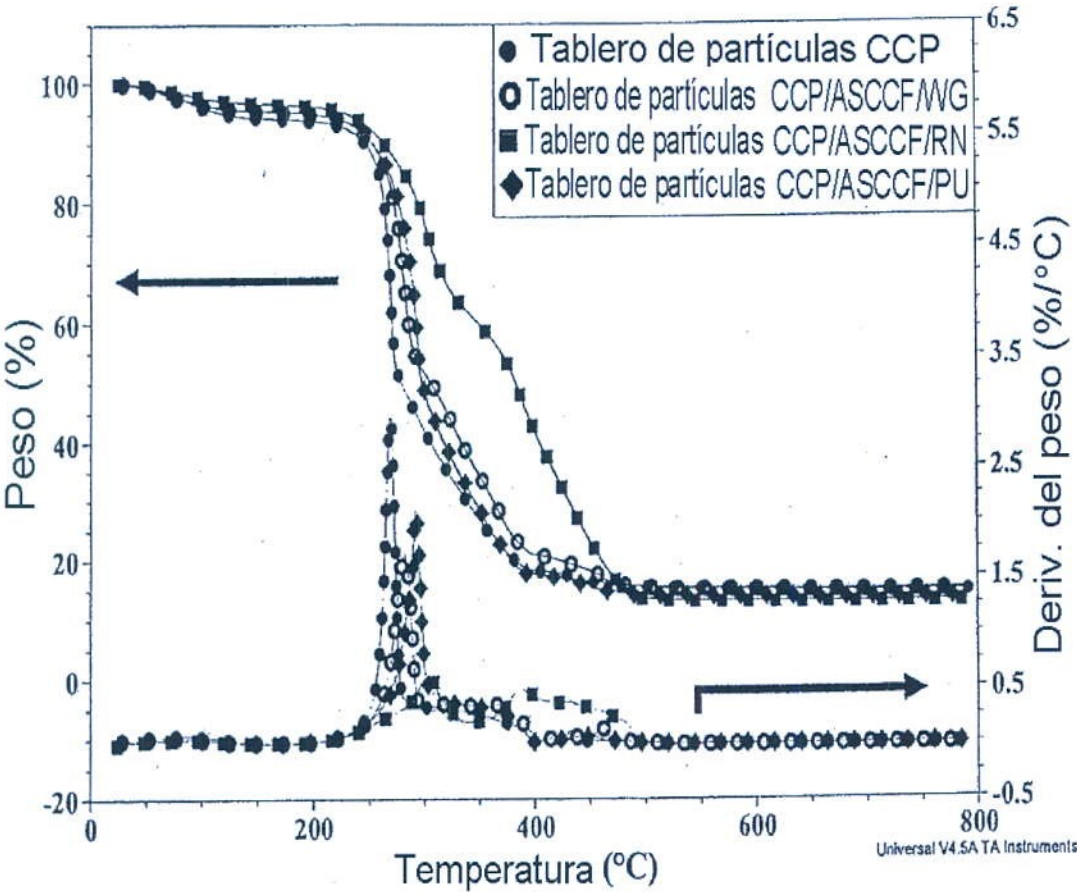
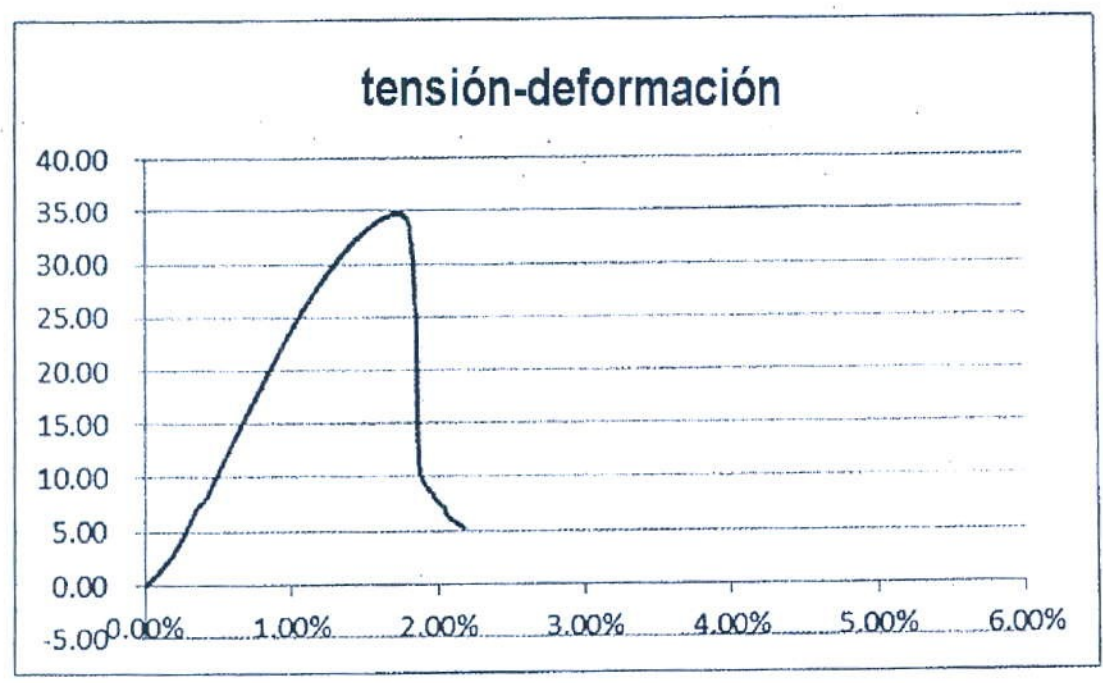


Figura 14 - Análisis termogravimétrico de tableros de partículas ilustrativos

125

17/17

Figura 15 - Curva de tensión-deformación para la muestra (Tabla 16)



CAVELIER

ABOGADOS

EDIFICIO SISKI
CARRERA 4a N° 72-35
BOGOTA, 8 - COLOMBIA

126

REPRESENTACION

REPRESENTATION

Yo (nosotros), abajo firmado (s)/I (we), the undersigned

UNIVERSITY OF CONNECTICUT

domiciliado (s) 263 Farmington Avenue, Farmington ,
en/of Connecticut 06030-6400 Estados Unidos de
America.

Por el presente nombramos a CAVELIER ABOGADOS, sociedad colectiva constituida de conformidad con las leyes de la República de Colombia, mediante Escritura Pública No. 6233 del 10 de septiembre de 1974, otorgada en la Notaría Sexta del Círculo de Bogotá, domiciliada en Bogotá D.C., con matrícula mercantil No. 00820237 y NIT 860041367-3, domiciliada en la Carrera 4a N° 72-35, Bogotá, Colombia, como nuestra representante en todos los asuntos de Propiedad Industrial e Intelectual, con facultad para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales.

Do hereby appoint CAVELIER ABOGADOS, a general partnership organized under the laws of the Republic of Colombia by means of Public Deed No. 6233 of September 10, 1974, granted at Notary Sixth of the Bogota Circuit, domiciled in Bogota D.C., with Mercantile Registration No. 00820237 and Taxpayer Identification Number 860041367-3, domiciled at Carrera 4a N° 72-35, Bogota, Colombia, as our representative for all Industrial and Intellectual Property matters with faculty to receive notifications and appoint attorneys in and out of Court.

CAVELIER ABOGADOS también podrá representarnos, con las mismas facultades arriba indicadas, ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan o no jurisdicción, autoridades administrativas o jurisdiccionales, tribunales de arbitramento, en asuntos de naturaleza civil, comercial, penal, constitucional, competencia, competencia desleal, administrativa, contencioso administrativa, protección del consumidor, variedades vegetales, nombres de dominio, oposiciones u observaciones, cancelación administrativa y judicial, nulidad, medidas cautelares, concesión de licencias, acciones de tutela, la protección de secretos industriales, derecho regulatorio y en general para que nos represente en cualesquiera acciones y procesos que promovamos o se nos promuevan.

CAVELIER ABOGADOS may also represent us, with the same faculties stated above, before any entities or persons, with or without jurisdiction, administrative or jurisdictional authorities, courts of arbitration, in civil, commercial, criminal, constitutional, competition, unfair competition, administrative, administrative contentious, consumer protection, plant varieties, domain names, opposition or observation matters, administrative and Court cancellation, nullity, precautionary measures, licensing, action for writ mandamus, protection of trade secrets, regulatory law and in general represent us in any actions and suits instituted by us or against us.

La representante podrá, en nuestro nombre, designar apoderados para actuar ante autoridades administrativas y judiciales, por vía extrajudicial y también procesalmente en nuestro nombre, como demandantes,

The representative may, in our name, designate attorneys to act before administrative and judicial authorities, through out-of-court channels, and also procedurally in our name as plaintiff, defendant, joint

© CAVELIER ABOGADOS

ME1 17643270v.1

como demandados, como litisconsortes, como agentes oficiosos, como terceros, por llamamiento en garantía o como intervinientes ad excludendum. Dentro de esta autorización, la representante podrá facultar a los apoderados que ella designe para transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar y sustituir el poder que se le otorgue. Así mismo, la representante tendrá la facultad para revocar el poder así otorgado en el momento que considere pertinente. La representante en todo caso podrá ratificar los actos de agentes oficiosos.

128
litigant, representative without power of attorney, third party, when summoned to appear in court or as intervener ad excludendum. Under this authorization, the representative may empower the attorneys appointed thereby to compromise, conciliate, admit the facts of the case, desist, cancel, receive, resign and substitute the power of attorney granted thereto. Likewise, the representative shall have the faculty of revoking the power of attorney thus granted at any time it may deem convenient. The representative may in any case ratify the acts of representatives without a power of attorney.

Dado y firmado hoy/Given and signed this 25th day of April, 2014
En/in Farmington, Connecticut USA

Por/by Charles D. Goodwin, Ph.D.
Director of Intellectual Property

Firma/Signature

Charles D. Goodwin

Señor Director

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Asunto :Solicitud de patente para **PROCESO PARA LA
MANUFACTURA DE UN TABLERO DE PARTÍCULAS**
PCT/US2012/060060
Solicitante :**UNIVERSITY OF CONNECTICUT**

Yo, ADRIANA ZAPATA GIRALDO mayor de edad, vecina de esta ciudad, identificada con cédula de ciudadanía No. 51.680.061 de Bogotá, en mi calidad de representante legal de la sociedad CAVELIER ABOGADOS domiciliada en la Carrera 4 No. 72-35, en desarrollo de la representación que le fue otorgada por **UNIVERSITY OF CONNECTICUT**, confiero poder a los doctores LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, identificada con cédula de ciudadanía No. 35.456.344 de Usaquén, portadora de la Tarjeta Profesional No. 23.555 y JORGE CHAVARRO ARISTIZABAL, T.P.A. No.40.119, identificado con cédula de ciudadanía número 16.209.330 de Cartago (Valle), para presentar la solicitud de registro de la patente indicada en la referencia.

Los apoderados quedan facultados para interponer recursos, transigir, conciliar, desistir, cancelar, recibir, renunciar, sustituir y revocar las sustituciones, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

Señor Director,


ADRIANA ZAPATA GIRALDO
C.C. No. 51.680.061 de Bogotá

Acepto:


LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
T.P.A. No. 23.555 del C.S. de la J
C.C. No. 35.456.344 de Usaquén

 MMS\NCA\COLO-21087-841-001-3

"EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS"

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección Oficina 852 - Tel: (57-4) 520 4760 / (57-4) 326 0789 / (57) 317 365 8663 / (57) 318 532 2365- COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

127



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0047570

Bogotá D.C., Mayo 06 de 2014 - 16:54:54

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	644037461	06/05/2014	11.362.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	515.000.00	515.000.00
				\$515.000.00

SON: **QUINIENTOSQUINCE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

-***-

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-099140- -00000-0000

Fecha: 2014-05-08 16:58:25 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 131

132

0010: 21087-811-001-3

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Mayo 6 de 2014 - 16:55:02

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

-/-

130



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 0047551

Bogotá D.C., Mayo 06 de 2014 - 16:54:54

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS

NI 860.041.367

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	644037461	06/05/2014	11.362.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
20	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	31.000.00	620.000.00
				\$620.000.00

SON: **SEISCIENTOS VEINTE MIL PESOS MONEDA CORRIEN

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-099140-00000-0000

Fecha: 2014-05-08 16:58:25 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 131

132

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

Coto: 21087-844-001-3

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

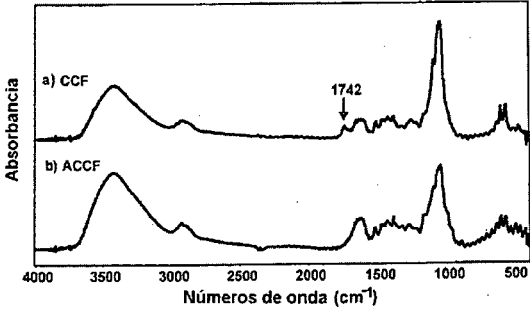
Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Mayo 6 de 2014 - 16:55:01

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud: (22) Fecha de solicitud: (30) Prioridad (31) Prioridad (32) Fecha (33) País 61/546,615 2011/10/13 US	(51) Int Cl: B27N 003/000 (71) Solicitante(s) UNIVERSITY OF CONNECTICUT (72) Inventor(es) RICHARD PARNAS Y OTROS (74) Apoderado: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 2014/05/13 (86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud: 2012/10/12 No. de solicitud PCT/US2012/060060	(87) Publicación internacional Fecha: 2013/04/18 N° publicación: WO 2013/056120 A1
(54) Título: PROCESO PARA LA MANUFACTURA DE UN TABLERO DE PARTÍCULAS	

Resumen:

Se describe un tablero de particulas mejorado y métodos para fabricar un tablero de partículas mejorado (p. ej., tablero de partículas a base de fibra/material natural). Más concretamente, la presente descripción proporciona sistemas/métodos para fabricar un tablero de partículas (p. ej., tablero de particulas exento de formaldehído) utilizando materiales/fibras naturales (p. ej., materiales lignocelulósicos), donde el tablero de particulas posee propiedades mecánicas y/o características funcionales mejoradas. Se describen métodos para fabricar biocompuestos reforzados con fibra (p. ej., biocompuestos de gluten de trigo reforzados con fibra natural). Por ejemplo, se proporcionan sistemas/métodos para fabricar un tablero de particulas a partir de materiales lignocelulósicos (p. ej., materiales de coco) junto con un material aglutinante (p. ej., gluten de trigo). En general, la fibra/material lignocelulósico se trata con hidróxido de sodio y/o un agente acoplante de tipo silano como un promotor de la adhesión para potenciar la adhesión interfacial entre la fibra y el aglutinante. Por ejemplo, se utilizó t-butilcarbamato de 3-trietoxisililpropilo (MISO) (un silano funcional con isocianato enmascarado) para mejorar la adhesión interfacial entre el aglutinante y las fibras naturales.



PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-099140- -00000-0000

Fecha: 2014-05-08 16:58:25 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 131