



No. 15-290268- -00000-0000

Fecha 2015-12-04 16:51:04 Dep: 2020 DIR NUEVASCR
Tra: 2 PATENTES Eje: 1 REGDEPOSTO
Act: 411 PRESENTACION Folios: 39

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No.

54.TITULO: MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE
DE FIBRA NATURAL DE MANICARIA SACCIFERA Y
ÁCIDO POLI-LÁCTICO, Y SU MÉTODO DE
FABRICACIÓN

51. CLASIFICACION INTRNACIONAL

71. SOLICITANTE: 1.UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

2. NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN

3. CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO

DOMICILIO: 1. Bogotá, Colombia

2. Bogotá, Colombia

3. Bogotá, Colombia.

74. APODERADO CAROLINA DAZA MONTALVO

22. BOGOTÁ, D.C.

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 15-290268- -00000-0000

Fecha: 2015-12-04 16:51:04 Dep: 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 2 PATENTES Eve: 1 REGDLOPOSIIIO
Act: 411 PRESENTACION Folios: 39

de radicación

JV

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad		
2	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)	3 CIP Clasificación Internacional de Patentes		
MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE DE FIBRA NATURAL DE MANICARIA SACCIFERA Y ÁCIDO POLI-LÁCTICO, Y SU MÉTODO DE FABRICACIÓN				
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria			
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL 1.UNIVERSIDAD DE LOS ANDES 2. NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN 3. CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIPO
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
DIRECCIÓN: 1.Cra. 1 N° 18A- 12, 2. Calle 22B # 56-63 int. 3 apto. 701, 3. Calle 24 A # 56-35 int. 2 apto. 106, CIUDAD: 1.Bogotá, 2. Bogotá, 3. Bogotá, PAÍS DE RESIDENCIA: Colombia.		No. TELÉFONO CORREO ELECTRÓNICO LUGAR DE CONSTITUCIÓN: Colombia.		
6	INVENTOR (ES)			
APELLIDOS 1. MARAÑÓN LEÓN, 2. PORRAS HOLGUÍN, 3. HERNANDEZ ACEVEDO		NOMBRES EDGAR ALEJANDRO NIYIRETH ALICIA CAMILO	NACIONALIDAD Colombiana Colombiana Colombiana	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:				
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN 1. Calle 22B # 64-26 int. 4 apto. 514, 2. Calle 22B # 56-63 int. 3 apto. 701, 3. Calle 24 A # 56-35 int. 2 apto. 106,		CIUDAD Bogotá, Bogotá, Bogotá,	PAÍS RESIDENCIA Colombia Colombia Colombia	
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)				
☐ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.				
8	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO			
APELLIDOS DAZA MONTALVO		NOMBRES CAROLINA MERCEDES	IDENTIFICACIÓN C.C. 66.783.790 T.P. 141563 CSJ	
DIRECCIÓN Cra. 11 NO. 86-53, Piso 6		No. TELÉFONO 6181088		
CIUDAD Bogotá		CORREO ELECTRÓNICO: notificaciones@clarkemodet.com.co		
PAÍS Colombia		No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL.		
9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO	(32) FECHA(AAA/MM/DD)

10	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.			
11	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.			
12	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.			
13	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.			
14	PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:		15
Si es Patente de Invención ☒ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 18 meses ☐ Otro Cual:		Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:	Nº 15- Fecha : 04/12/2015
16	FIRMA DEL APODERADO		
CAROLINA DAZA MONTALVO C.C. 66.783.790 T.P. 141563 CSJ			
17	ANEXOS		
Documentación Técnica		Documentación Jurídica	
1. ☒ Descripción Nº de folios: 15		11. ☒ Poderes, si fuera el caso	
2. ☒ Reivindicaciones Nº Reivindicaciones: 8		12. ☒ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.	
3. ☒ Dibujos y/o figuras Nº folios: 11		13. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, si fuera el caso.	
4. ☒ Resumen.		14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o Certificado o número de registro, si fuera el caso.	
5. ☐ Documento de Prioridad.		15. Reducción de tasas	
6. ☐ Traducción del documento de prioridad.		Micro, pequeñas o medianas empresas	
7. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.		☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.	
8. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.		☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.	
9. ☐ Arte final 12 x 12.		Universidades públicas o privadas	
10. ☐ Anexo formato digital.		☒ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación	
		Entidades sin ánimo de lucro	
		☐ Copia que otorga el premio Nacional al Inventor Colombiano.	
		☐ Hoja de información complementaria.	
		☐ Otros, especificar	
		16. ☐ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.	
		17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.	
		18. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.	
		19. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.	

MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE DE FIBRA NATURAL DE *MANICARIA SACCIFERA* Y ÁCIDO POLI-LÁCTICO, Y SU MÉTODO DE FABRICACIÓN

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un material compuesto biodegradable que, gracias a su capacidad estructural y propiedades mecánicas competitivas en relación con compuestos sintéticos convencionales, puede ser utilizado como material de fabricación de distintos elementos de los sectores como el automotriz, construcción, protección y embalaje, manufactura de artículos deportivos, entre otros.

Particularmente, en el sector automotriz puede ser utilizado en la fabricación de paneles de puertas, respaldos de asientos, techos, tableros, interiores del baúl y módulos aislantes. En el sector de la construcción, pueden realizarse puertas, terrazas, barandas, marcos de ventanas, tableros, techos, paredes y pisos. Adicionalmente, pueden elaborarse con este material raquetas, marcos de bicicletas, tablas de surf, tablas para *snowboard*, esquís y palos de *hockey*. Para protección y embalaje, pueden ser fabricados carcasas de celulares, carcasas de computadores portátiles, estuches de protección de instrumentos musicales y ataúdes.

Adicionalmente, el material compuesto biodegradable de la presente invención puede ser utilizado en la fabricación de sillas, artículos decorativos, instrumentos musicales y diseño de artículos de lujo.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Como consecuencia de la creciente conciencia ambiental, las nuevas legislaciones cada vez más estrictas dirigidas a la protección ambiental, y sumado a los altos costos del petróleo y sus derivados, se han venido desarrollando en los últimos años iniciativas a nivel mundial para diseñar y manufacturar productos más amigables con el ambiente. Los productos que favorecen procesos de biodegradación o reciclaje después de su ciclo de vida se han impuesto sobre materiales tradicionales, de tal forma que se han implementado materiales y procesos sostenibles de producción que contribuyen a la reducción de la acumulación de desechos sólidos. Estos procesos se han basado en la investigación y desarrollo de materiales de origen natural, intentando reemplazar materiales

derivados del petróleo o de procesos de minería que producen grandes impactos ambientales y perjudican no solo al medio ambiente sino también la salud humana.

Una de las propuestas sostenibles con mayor potencial que se han venido desarrollando en los últimos años son los materiales compuestos biodegradables de origen natural. Estos materiales compuestos, formados por la unión de una matriz polimérica biodegradable y fibras naturales, cuentan con un gran potencial debido a su carácter ecológico biodegradable que ha capturado la atención del sector industrial interesado en cumplir las regulaciones ambientales impuestas.

En el estado de la técnica se encuentran varias propuestas para este tipo de materiales. Por ejemplo, el documento CN101333330A describe un material compuesto biodegradable de ácido poli-láctico (PLA) y su método de manufactura mediante compresión en caliente. El compuesto está conformado por resina de ácido poli-láctico reforzada con una fibra natural modificada con un agente de acople tipo silano. Si bien el agente de acople de silano permite la manufactura de compuestos con algunas fibras naturales, especificadas como ramio, lino, sisal, yute, cáñamo, fibra de bambú, rastrojo de maíz, paja de trigo, paja de arroz, salvado de arroz, cáscaras de coco, cáscaras de maní y pino, usar este agente de acoplamiento no mejora las propiedades del material compuesto de PLA en todos los casos de refuerzos con fibras naturales. En algunos casos, cuando las fibras naturales tienen presencia superficial de lignina, impurezas, grasas, y otras sustancias, la efectividad del agente de acople es muy limitada para mejorar las propiedades mecánicas del compuesto. Específicamente, para las fibras naturales con abundante contenido superficial de impurezas y sustancias, cuando se utiliza un agente de acople tipo silano se limita la reacción entre el grupo silico-funcional del silano y la fibra, reduciendo la interacción del silano con los grupos hidroxilo de la celulosa. Esta falta de interacción limita la adhesión entre la fibra y la resina de PLA que conlleva en muchos casos a la disminución de las propiedades mecánicas del material compuesto.

Además, en el documento CN101333330A se describe el método de manufactura para el material compuesto biodegradable a partir de PLA y fibras naturales. Este documento reporta un moldeo por compresión en caliente usando presiones de moldeo entre 5 y 30 MPa. Aunque es un rango amplio de presiones de moldeo, para la manufactura de materiales compuestos de PLA que usan fibras tejidas de origen natural, estas presiones son demasiado altas y no son adecuadas para la manufactura del compuesto. Presiones altas generan que la estructura tejida de fibra se deforme y pierda su integridad estructural, así como su resistencia mecánica.

Así, aunque el documento CN101333330A describe un compuesto biodegradable reforzado con diversas fibras naturales tradicionales en forma de fibras cortas y su método de manufactura por moldeo por compresión caliente, no menciona o sugiere la utilización de tejidos naturales que ofrezcan una capacidad estructural elevada y propiedades mecánicas competitivas. Por otro lado, el método de manufactura descrito no considera el uso de tejidos naturales.

En la misma línea de materiales compuestos biodegradables se encuentra el documento CN102167895A. En este se describe el método de manufactura de un compuesto de ácido poliláctico reforzado con fibras de lana. Este compuesto, concebido para ser usado como aislante térmico y/o acústico, aprovecha las propiedades térmicas y acústicas de la lana para manufacturar un producto completamente biodegradable con grandes capacidades de aislamiento de estructuras y vehículos. Este compuesto es manufacturado en láminas mediante moldeo por compresión en caliente bajo presiones entre 4 y 10 MPa a temperaturas entre 170 y 180°C.

Aunque la lámina de material compuesto biodegradable de PLA y lana del documento CN102167895A presenta muy buenas propiedades físicas en términos de aislamiento acústico y térmico, sus propiedades estructurales en cuanto a su resistencia mecánica no son muy buenas debido a la baja capacidad de carga de la fibra de refuerzo de lana. En consecuencia, dados los bajos requerimientos estructurales, el método de manufactura descrito en esta solicitud de patente no incorpora en su procedimiento un tratamiento químico o físico a la fibra natural de refuerzo, tratamiento necesario en compuestos naturales estructurales para mejorar la unión interfacial entre la matriz y la fibra y en consecuencia elevar la resistencia mecánica final. Igualmente, las presiones de moldeo usadas en este método de manufactura son específicas para el uso de fibras cortas de lana, en particular las presiones de moldeo son muy altas para compuestos reforzados con tejidos de fibras naturales debido a que no es necesario proteger la integridad estructural del tejido.

Adicionalmente, el documento CN 103073863 divulga una lámina compuesta elaborada a partir de fibra natural y ácido poliláctico. En el método descrito, se realiza un tratamiento a la superficie de la fibra natural mediante inmersión en una solución acuosa de un agente acoplante de silano, una solución acuosa de hidróxido de sodio o permanganato de potasio en acetona por 1 a 6 horas. Para la producción del material compuesto, se introduce la fibra natural tratada de manera uniforme en una masa fundida de ácido poliláctico modificado por un grupo terminal anhídrido no saturado y se inicia la reacción de polimerización mediante radiación solar o reacción de polimerización mediante un

iniciador de radical libre. Sin embargo, este método tiene la desventaja de que incorpora en su proceso materiales no amigables con el medio ambiente. Además, el material compuesto obtenido no presenta propiedades muy competitivas para que sea implementado en procesos industriales. Por otra parte, es necesario resaltar que este documento presenta errores conceptuales significativos que hacen su manufactura inviable. Por ejemplo, en el documento se afirma que la matriz del material compuesto de ácido poliláctico es un polímero termoestable para el cual se describe un proceso de curado. Es bien sabido, que el polímero de ácido poliláctico es un termoplástico que no requiere procesos de curado o polimerización para su implementación en materiales compuestos.

Otros documento del estado de la técnica como CN101121813 hace referencia a una lámina compuesta fabricada a partir de una fibra natural y ácido poliláctico. El método de preparación de la lámina compuesta comprende los pasos de seleccionar una cantidad de fibras naturales impregnadas con una solución acuosa de un agente acoplante por 1 a 100 minutos, secar la fibra natural y realizar compresión en molde del ácido poli-láctico junto con la fibra natural tratada a una temperatura entre 100 y 160 °C. Sin embargo, aunque el material obtenido por el método descrito en este documento es totalmente biodegradable, dicha anterioridad no menciona o sugiere la utilización de tejidos naturales que ofrezcan una capacidad estructural elevada y propiedades mecánicas competitivas.

Por otra parte, en cuanto al uso de la fibra natural extraída de la palma de *Manicaria saccifera* como refuerzo en materiales compuestos, los autores Oliveira y d'Almeida (*Journal of Composite Materials*, 2014, 48(10): 1189–1196) presentan un material compuesto de resinas termoeestables reforzadas con la fibra de *Manicaria saccifera*. En este documento se describe el uso de la fibra natural de *Manicaria saccifera* como refuerzo para dos polímeros termoeestables como el poliuretano y la resina epóxica. Sin embargo, aunque este documento describe el uso de la fibra extraída de *Manicaria saccifera* como refuerzo en materiales compuestos, el compuesto descrito en este artículo presenta desventajas comparativas con el estado del arte de los compuestos naturales. Primero, a pesar de usar una fibra natural, el uso de resinas termoeestables no biodegradables lo hace un material poco amigable con el medio ambiente. Los polímeros termoeestables usados en este documento están constituidos por largas cadenas de moléculas que forman estructuras de redes tridimensionales convirtiéndolos en materiales no biodegradables e incluso no reciclables. Así mismo, el desempeño mecánico exhibido por el material compuesto descrito no es excepcional en comparación con otros compuestos naturales, e incluso dista significadamente de compuestos sintéticos tradicionales, desestimulando su uso en diversas aplicaciones. Por ejemplo, en este

artículo se reporta una resistencia máxima a la flexión de 53.1 MPa para la resina epóxica reforzada con *Manicaria saccifera*, valor inferior a la resistencia a la flexión alcanzada por otros compuestos naturales, y significativamente menor que el valor de resistencia a la flexión alcanzado por el compuesto natural biodegradable de la presente invención (209 MPa). Este comportamiento mecánico inferior se puede deber a que el método de manufactura utilizado para este material compuesto no es correcto para aprovechar la capacidad alta de soportar carga de la fibra de *Manicaria saccifera*.

De esta forma, a pesar de los avances obtenidos en el estado de la técnica para la obtención de materiales compuestos naturales biodegradables y para la utilización de la fibra de la palma *Manicaria saccifera* como refuerzo en compuestos sintéticos convencionales, es claro que existía la necesidad de desarrollar un compuesto natural completamente biodegradable con capacidad estructural y propiedades mecánicas competitivas, que permitiera remplazar materiales tradicionales por materiales más amigables con el medio ambiente y así cumplir los nuevos requerimientos de mercado.

Así, la presente invención proporciona un material compuesto biodegradable apto para la elaboración de materiales que cumplan con requerimientos legales y de mercado, en cuanto a la protección ambiental, resistencia mecánica superior a compuestos naturales similares, y propiedades mecánicas competitivas con materiales tradicionales (por ejemplo, compuestos reforzados con fibra de vidrio). Además, la presente invención proporciona un método de fabricación del material compuesto biodegradable, que favorece la interacción y unión entre la matriz y la fibra de refuerzo para optimizar las propiedades mecánicas del material compuesto final.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Figura 1. Esquema del material compuesto biodegradable reforzado con fibra natural de *Manicaria saccifera* y matriz polimérica termoestable de ácido poli-láctico.

Figura 2. Fotografía de ejemplo de diferentes formas, geometrías y espesores que puede tomar el material de la presente invención de acuerdo a su aplicación particular.

Figura 3. Fotografía del material compuesto biodegradable reforzado con fibra natural de *Manicaria saccifera* y matriz polimérica termoestable de ácido poli-láctico y sus materias primas.

Figura 4. Diagrama de flujo del método de fabricación del compuesto natural biodegradable de ácido poli-láctico reforzado con fibra de la palma *Manicaria saccifera*.

- Figura 5. Micrografías de microscopio electrónico de barrido (SEM) de la fibra de *Manicaria saccifera* (a-b) sin tratamiento químico y (c-f) tratada químicamente con el método de la presente invención.
- Figura 6. Micrografías de microscopio electrónico de barrido (SEM) de la superficie de fractura de ensayos a tensión del material compuesto biodegradable reforzado con fibra natural de *Manicaria saccifera* y matriz polimérica termoestable de ácido poli-láctico (a-b) manufacturado con fibra sin tratar y (c-f) manufacturado con el método de la presente invención.
- Figura 7. Gráfica comparativa de la resistencia a tensión del compuesto natural biodegradable de la presente invención con otros compuestos naturales biodegradables elaborados a partir de ácido poli-láctico y diferentes fibras naturales.
- Figura 8. Gráfica comparativa de la resistencia a flexión del compuesto natural biodegradable de la presente invención con otros compuestos naturales biodegradables elaborados a partir de ácido poli-láctico y diferentes fibras naturales.
- Figura 9. Gráfica comparativa de la resistencia a impacto del compuesto natural biodegradable de la presente invención con otros compuestos naturales biodegradables elaborados a partir de ácido poli-láctico y diferentes fibras naturales.
- Figura 10. Gráfica comparativa de la resistencia mecánica a tensión y flexión del compuesto natural biodegradable manufacturado mediante el método de la presente invención, el método sin incluir tratamiento previo de la fibra y PLA sin reforzar.
- Figura 11. Gráfica comparativa de las resistencias mecánicas específicas a tensión y flexión del compuesto natural biodegradable de la presente invención con compuestos de fibra de vidrio estructurales tradicionales.
- Figura 12. Gráfica comparativa del coeficiente de absorción acústica del compuesto natural biodegradable de la presente invención con el poliestireno expandido (material no biodegradable ni reciclable usado típicamente para aplicaciones de aislamiento acústico).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un material compuesto natural completamente biodegradable manufacturado a base de una resina polimérica termoplástica, biodegradable y proveniente de fuentes renovables, reforzada con una fibra de origen

X
8

vegetal en forma de no-tejido natural. Específicamente, el material de la presente invención está compuesto por una matriz polimérica de ácido poli-láctico (PLA), reforzada con fibra natural extraída de la bráctea de la palma *Manicaria saccifera*, combinación que aporta propiedades físicas y mecánicas excepcionales.

El material de la presente invención, mostrado esquemáticamente en la figura 1, se presenta típicamente en forma de paneles (1), pudiendo tomar diferentes formas, geometrías y espesores de acuerdo a su aplicación particular, como se muestra en la figura 2. Su composición de fibra de *Manicaria saccifera* (2) y ácido poliláctico (3) puede variar de acuerdo a los requerimientos mecánicos y físicos en proporciones de relación de fibra a PLA entre 10% y 95% en peso, lo cual determina la densidad y propiedades mecánicas y físicas del material final. El material compuesto biodegradable también puede incluir colorantes tanto para tinturar la fibra de *Manicaria saccifera* como la matriz de ácido poli-láctico en una proporción entre 0.1% y 15%. Otros aditivos como colorantes, estabilizantes UV, agentes antiestáticos, retardantes de flama, entre otros, también pueden ser incluidos en el material compuesto para mejorar sus propiedades. Por ejemplo, los colorantes y aditivos usados incluidos en el material compuesto deben ser seleccionados de forma que no se afecte el carácter biodegradable del compuesto.

La fibra de la bráctea de la palma *Manicaria saccifera* es un material fibroso lignocelulósico con fibras individuales reticuladas que asemejan una tela natural con un diseño de tejido particular. Este tejido natural, que se usa como refuerzo natural en el material compuesto de la presente invención, exhibe una capacidad de carga intrínseca, que, en combinación con el proceso de manufactura desarrollado, logra acoplarse efectivamente con la matriz polimérica de PLA para alcanzar resistencias mecánicas notables del material compuesto. Debido a estas propiedades mecánicas excepcionales, el compuesto natural presentado se destaca dentro de los materiales compuestos biodegradables permitiendo su aplicación estructural y no estructural en diversos sectores industriales como por ejemplo automotriz, construcción, decoración, entre otros.

En particular, a diferencia de otros compuestos naturales que usan típicamente fibras cortas, unidireccionales o tejidos manufacturados, en el método de manufactura de esta invención se utiliza la fibra natural de la bráctea de la palma *Manicaria saccifera* como refuerzo para la estructura de matriz polimérica. Así, el método de manufactura, en combinación con el diseño natural que presenta esta fibra, contribuye para alcanzar propiedades mecánicas y físicas inesperadas.

Además de sus excepcionales propiedades físicas y mecánicas, el compuesto natural de la presente invención exhibe propiedades amigables con el medio ambiente. Primero, su matriz polimérica proviene de fuentes naturales renovables y es completamente biodegradable. Además, su fibra de refuerzo proviene de fuentes vegetales como un subproducto de la palma. Durante la cosecha de la bráctea de donde se extrae la fibra, la palma no se destruye ni se interrumpe su ciclo natural, lo cual hace que su producción sea sostenible. Estas propiedades hacen que el material de la presente invención sea un material amigable con el medio ambiente con carácter completamente biodegradable y sostenible, destacándolo de otros materiales compuestos reforzados.

Por otra parte, el material compuesto biodegradable de la presente invención presenta ventajas con respecto a materiales compuestos sintéticos usados típicamente en cuanto a la reducción de riesgos biológicos asociados al uso de fibras. Por ejemplo, el trabajo con fibra de vidrio, material más común para el refuerzo de compuestos, puede provocar irritación en los ojos, nariz, garganta y piel, además de que la fibra de vidrio está clasificada como posible cancerígeno en los humanos. No se asocian riesgos existentes en relación con el uso de la fibra natural de la presente invención.

En conclusión, su carácter amigable con el medio ambiente, su increíble desempeño a nivel de propiedades mecánicas y físicas, su inexistente riesgo biológico durante la manipulación, así como su atractiva apariencia visual, hacen del material compuesto de la presente invención un material competitivo para ser utilizado en diferentes sectores industriales.

El método de manufactura de la presente invención proporciona propiedades mecánicas excepcionales al material compuesto natural biodegradable mediante el fuerte acoplamiento que se logra entre la fibra de *Manicaria saccifera* y la resina de ácido poliláctico. De esta forma, el método de manufactura específico para este material compuesto mejora la adhesión interfacial micromecánica entre la matriz y la fibra lo que proporciona propiedades mecánicas excepcionales.

Como se muestra en la figura 4, el método de manufactura está dividido en tres grandes etapas: A. Preparación de la fibra de *Manicaria saccifera*, B. Preparación del ácido poliláctico y C. Moldeo por compresión en caliente.

- A. La primera etapa del método de manufactura consiste en la preparación de la fibra de la palma de *Manicaria saccifera* para ser usada como refuerzo en el compuesto natural biodegradable. A su vez esta primera etapa se divide en tres partes

fundamentales: corte, tratamiento químico y preformado. Primero, durante el corte de la fibra, la bráctea de *Manicaria saccifera* (5) se despunta; es decir, se corta la punta y la base de la bráctea por medio de una tijera o cizalla. Estas partes de la bráctea se desechan y no se usan durante la manufactura del compuesto debido a que sus propiedades no son aptas para ser usadas como refuerzo en el material compuesto. Luego, debido a que la bráctea es en forma de bolsa y para aprovechar toda su sección transversal, se realiza un corte longitudinal para abrirla en su máximo ancho en forma de tela. Posteriormente, se aplica un tratamiento químico a la tela de *Manicaria saccifera* para potencializar su acoplamiento con la matriz de ácido poli-láctico e incrementar las propiedades mecánicas del compuesto. El objetivo de este tratamiento químico es el de eliminar impurezas, grasas y lignina acumuladas en la superficie de las fibras que impiden una correcta unión entre la fibra y la matriz y así mejorar la humectabilidad de la resina en las fibras. Para este tratamiento químico se debe preparar un baño de solución de hidróxido de sodio (NaOH) en concentración del 2% al 15% en peso y un baño de solución de ácido acético ($C_2H_4O_2$) en concentración del 0.5% al 5% en peso. Luego, se sumerge la fibra en el baño de hidróxido de sodio durante un tiempo entre 10 y 180 minutos. Se debe garantizar que la fibra esté totalmente sumergida en la solución y agitación continua del sistema que permita retirar las sustancias superficiales. La relación entre cantidad de fibra y la cantidad de solución debe ser entre 0.02 y 0.2 gramos de fibra por mililitro de solución. Una vez completado el tiempo de tratamiento químico, la fibra es retirada del baño y lavada con abundante agua para retirar el hidróxido de sodio. La temperatura del agua de lavado puede estar a una temperatura entre 15°C y 80°C. Se procede a neutralizar la fibra sumergiéndola en el baño de solución de ácido acético durante un tiempo entre 0.2 y 5 minutos. Se debe garantizar que la fibra esté totalmente sumergida en la solución y agitación continua del sistema. La relación entre cantidad de fibra y cantidad de solución debe ser entre 0.02 y 0.2 gramos de fibra por mililitro de solución. Una vez completado el tiempo de neutralizado, la fibra es retirada del baño y lavada con abundante agua para retirar el ácido acético. Después del proceso de neutralización, el pH de la fibra debe estar alrededor de 7. Finalmente, la fibra se lleva a un horno a temperatura entre 90°C y 110°C durante un tiempo entre 10 y 180 min para su secado hasta alcanzar una humedad relativa inferior al 1%. Así mismo, la fibra es cortada a sus dimensiones finales de uso dependiendo la pieza que será manufacturada y del molde que será usado. Se preforma mediante compresión a una presión entre 0.1 y 0.5 MPa y una temperatura entre 60°C y 110°C para ser usada como refuerzo en el material compuesto; este proceso se puede realizar durante el proceso de secado de la fibra.

Opcionalmente, al final de esta etapa se puede realizar un proceso de teñido a tela de *Manicaria saccifera* con el fin de obtener fibra de diferentes colores

- B. Paralelamente, la resina polimérica de ácido poli-láctico es preparada para ser usada como matriz del compuesto natural biodegradable. Esta etapa comprende cuatro partes: secado, extrusión, tratamiento térmico y preformado. En primera instancia los pellets de PLA (4) son sometidos a un proceso de secado para retirar la humedad en un horno a temperatura entre 90°C y 110°C hasta alcanzar una humedad relativa inferior al 0.1% para prevenir la posible degradación por hidrólisis del material. Luego usando una extrusora con un perfil de temperaturas entre 180°C y 200°C se laminan los pellets de PLA en láminas (3) de espesor entre 0.2 y 1.5 mm. En esta etapa del proceso, durante la extrusión, se pueden agregar aditivos o componentes adicionales en una proporción entre 0.1% y 15%. Estabilizantes UV, agentes antiestáticos, retardantes de flama, entre otros, se pueden adicionar a la mezcla para mejorar las propiedades del material compuesto.

Posteriormente, se realiza un tratamiento térmico de recocido a las láminas de PLA en un horno a temperatura entre 90°C y 140°C durante un tiempo entre 30 y 120 minutos. Este tratamiento térmico permite recuperar la ductilidad de las láminas de PLA para su correcta manipulación durante la manufactura del material compuesto. Así mismo durante este tratamiento térmico se retira la humedad remanente de las láminas de PLA. Las láminas de PLA se preforman mediante compresión a una presión entre 0.1 y 0.5 MPa y una temperatura entre 60°C y 110°C para ser usada en el material compuesto; este proceso se puede realizar durante el proceso de tratamiento térmico de las láminas de PLA.

- C. Por último, se realiza el moldeo por compresión en caliente de la pieza final del compuesto natural biodegradable de PLA reforzado con fibra de *Manicaria saccifera*. Esta etapa comprende cuatro partes: precalentamiento, apilamiento de capas, moldeo y acabado final. Primero, se debe precalentar el molde de la pieza hasta alcanzar una temperatura entre 150°C y 210°C. El molde debe estar preparado con material antiadherente para garantizar el desmolde de la pieza final. Luego, se debe realizar el apilamiento alternado de láminas de PLA con capas de fibra de *Manicaria saccifera*. El número de capas apiladas se selecciona de acuerdo al espesor deseado y de acuerdo a los requerimientos mecánicos y físicos en proporciones de relación de fibra a resina entre 10% y 95% en peso. Así mismo, la configuración de laminado y la orientación de las capas de *Manicaria saccifera* se distribuyen de acuerdo a las especificaciones mecánicas y físicas de

la pieza final. Posteriormente, el molde es cerrado y se procede al proceso de moldeo por compresión en caliente a una temperatura constante entre 150°C y 210°C durante todo el ciclo. Inicialmente, durante el moldeo se realiza un proceso de venteo para desalojar el aire atrapado entre las diferentes capas del laminado. Este proceso consiste en realizar ciclos de compresión a presión baja, entre 0.1 y 0.8 MPa, durante tiempos entre 3 y 15 segundos y posterior liberación de la presión. Estos ciclos se repiten constantemente por tiempo total de venteo entre 1 y 5 minutos. Después de desalojar el aire atrapado entre capas se procede a realizar la compresión del material a una presión entre 0.5 y 3 MPa durante un tiempo entre 2 y 60 minutos. Una vez completado el tiempo de compresión se procede al enfriamiento del molde manteniendo la presión constante hasta alcanzar una temperatura inferior a 45°C; temperatura a la que se procede a retirar la presión, abrir el molde y desmolde de la pieza final. Por último, se procede a darle acabado final a la pieza retirando rebordes.

Este método de manufactura le proporciona al material compuesto natural biodegradable de la presente invención propiedades mecánicas excepcionales que se explican a nivel micromecánico. Primero, para evidenciar el efecto del tratamiento químico sobre la morfología de la superficie de la fibra, un análisis microscópico de la sección longitudinal tanto de la fibra a la que se le aplica la preparación propuesta en esta invención y la fibra no tratada se realizó mediante la técnica de microscopía electrónica (SEM). Las micrografías de las fibras con y sin tratamiento se muestran en la figura 5. Se observó que, la fibra sin tratar (figuras 5a y 5b), presenta una epidermis de lignina, impurezas y ceras en la superficie de la fibra. La presencia de lignina y ceras en el tejido disminuyen la unión entre la fibra y el polímero y reduce la humectación. Por el contrario, los resultados de la fibra después de la aplicación del tratamiento químico muestran un importante cambio en la morfología de la fibra. Como se observa en la figura 5c, el tratamiento aplicado a la fibra de *Manicaria saccifera* mostró ser eficaz para eliminar la mayor parte de las sustancias que cubren la superficie de la tela, mejorando su capacidad de humectabilidad. Después del tratamiento, es más fácil identificar que la fibra *Manicaria saccifera* es un material fibroso, y está constituida por fibras reticuladas. En efecto, la tela muestra un diseño de tejido particular. El tejido se obtiene por la bifurcación, cruce y la superposición de fibras. A mayor aumento (figura 5d), se observa que el tratamiento conduce a una superficie de fibra más limpia. Después de la eliminación parcial de la lignina, hemicelulosa, ceras, e impurezas, el diámetro de la fibra se reduce. De este modo, la relación de aspecto aumenta, aumenta la superficie efectiva de la fibra, resultando en una adhesión mejorada con la matriz. Como se muestra en la figura 5e, el tratamiento químico también permitió aumentar la rugosidad superficial y la cantidad de celulosa expuesta sobre la fibra, lo que

resultó en una mejor adhesión interfacial y mayor capacidad de transferencia de carga. Además, se observó protrusiones globulares distribuidas uniformemente sobre la superficie de la fibra. En términos de comportamiento mecánico del material compuesto, estas protrusiones globulares juegan un papel importante para mejorar el enclavamiento mecánico con la resina de PLA. Si bien se desprendieron algunas protrusiones globulares de su lugar después del tratamiento dejando cráteres (figura 5f), estos mejoran la penetración de la matriz en la fibra durante la fabricación de materiales compuestos.

Así mismo, para analizar e identificar los efectos micromecánicos del método de manufactura presentados en la presente invención sobre el comportamiento mecánico del compuesto natural biodegradable, se realizó un análisis de fractura por SEM tanto en una lámina manufacturada siguiendo el procedimiento de la presente invención como en un material compuesto con fibra no tratada. La figura 6 muestra micrografías de la superficie de fractura de probetas de tensión tanto de material compuesto de fibra sin tratar (figura 6a-b) y el compuesto manufacturado con el presente método (figura 6c-f) a diferentes niveles de aumento. A pesar de que los principales mecanismos de falla identificados en ambos materiales fueron: fractura de la fibra, *pull-out* y rotura de la matriz; a diferencia del compuesto manufacturado con el presente método, el *pull-out* es mucho más frecuente en el material compuesto de fibra sin tratar, indicando baja adherencia fibra-matriz. La figura 6b muestra que las fibras no están bien impregnadas por la resina, en la medida en que la morfología de la fibra constituida por una epidermis, pared celular, y lumen se puede ver claramente. A su vez, una importante brecha entre la fibra y el PLA se observa como otro indicio de baja adherencia entre ellos. En contraste, la figura 6c muestra una vista general del compuesto manufacturado mediante el método de la presente invención en el que la fractura de la fibra es predominante como mecanismo de falla, lo que indica una fuerte adhesión entre la fibra y la matriz. Las fibras están bien impregnadas por la matriz de PLA. Las cavidades que constituyen la microestructura de la fibra se han llenado por la matriz (figura 6d). Las brechas entre la fibra y la matriz de PLA se redujeron, y la geometría de la fibra está marcada en la resina después de la separación de la fibra (figura 6e). De hecho, las protrusiones globulares identificadas sobre la superficie de la fibra están marcadas en la resina (figura 6f). No sólo la geometría de las protrusiones globulares están marcadas en la matriz sino también algunas están unidas a la matriz, lo que indica el buen enclavamiento mecánico entre la fibra y la matriz de PLA. Este análisis confirma las razones de las propiedades mecánicas mejoradas del material compuesto natural biodegradable manufacturado mediante el método de la presente invención en comparación con el material compuesto de fibra no tratada.

EJEMPLOS

Ejemplo 1:

De acuerdo a la invención, se manufacturaron muestras del material compuesto biodegradable con una relación de fibra a matriz del 60% en peso. Posteriormente, se caracterizaron sus propiedades mecánicas mostrando propiedades excepciones e inesperadas en comparación con otros compuestos naturales similares e incluso propiedades competitivas con compuestos sintéticos de fibra de vidrio.

Caracterización Mecánica

Muestras del material se caracterizaron mecánicamente mediante ensayos de tensión, flexión e impacto de acuerdo a los siguientes procedimientos:

Ensayo de Tensión: Los ensayos de tensión se llevaron a cabo de acuerdo a la norma ASTM D3039 en una máquina de ensayos universales Instron 3367. Especímenes de geometría rectangular se ensayaron a una velocidad de 2 mm/min y una longitud calibrada de 50 mm. Para registrar la deformación durante el ensayo, se utilizó un dispositivo extensómetro.

Ensayo de flexión: Los ensayos de flexión se realizaron de acuerdo con la norma ASTM D790 utilizando la máquina de ensayos universales Instron 3367. Las muestras se cargaron mediante flexión en tres puntos con una relación de aspecto de 16:1.

Ensayo de impacto: Ensayos de resistencia al impacto se realizaron con muestras Izod sin muesca de acuerdo con la norma ASTM D 256-06 usando una máquina de ensayo de impacto TMI, modelo 43-1.

Debido al particular método de manufactura del compuesto y a la estructura única que presenta el compuesto de PLA reforzado con fibra extraída de la bráctea de *Manicaria saccífera*, el material de la presente invención exhibe propiedades mecánicas superiores a otros compuestos reforzados con fibras naturales y ácido poli-láctico como se muestra en la figura 7 para la resistencia a tensión, figura 8 para la resistencia a flexión y figura 9 para la resistencia a impacto.

Al revisar los resultados de las pruebas mecánicas realizadas y las comparaciones presentadas en las figuras, se puede concluir que, el material presentado en esta

invención exhibe propiedades típicas de resistencia a la tensión de 123.36 MPa, resistencia a la flexión de 209.68 MPa y resistencia al impacto de 36.94 kJ/m² que lo hacen mecánicamente superior a compuestos similares. Si bien algunos compuestos naturales presentan algunas propiedades mecánicas altas, el compuesto de *Manicaria saccifera* y PLA elaborado por el método de la presente invención presenta valores superiores inesperados en las tres propiedades (resistencias a tensión, flexión e impacto) simultáneamente.

Adicionalmente, en la figura 10 se muestra la comparación de las curvas esfuerzo-deformación a tensión y flexión del material compuesto de PLA reforzado con fibras naturales de *Manicaria sacifera* usando el método de fabricación de la presente invención con el mismo compuesto de PLA y *Manicaria sacifera* manufacturado sin tratamiento y usando métodos tradicionales de manufactura. Asimismo, en la figura 10 se muestra la curva para la matriz polimérica de PLA sin reforzar. Los resultados de estas pruebas mecánicas demuestran que el compuesto de la presente invención obtenido mediante el método específico descrito anteriormente proporciona propiedades excepcionales e inesperadas al material en comparación con el mismo compuesto manufacturado con métodos tradicionales. Se puede observar que el método de manufactura específico de esta invención mejora considerablemente las resistencias mecánicas del compuesto biodegradable tanto a tensión como a flexión; mostrándose mejoras del 85% en su resistencia a tensión y del 59% en su resistencia a flexión.

Por otra parte, la figura 11 muestra la comparación de las resistencias mecánicas específicas a tensión y flexión del compuesto natural biodegradable de la presente invención con compuestos de fibra de vidrio estructurales tradicionales. El análisis de esta gráfica comparativa permite observar como el compuesto natural de la presente invención presenta propiedades específicas competitivas con compuestos estructurales de fibra de vidrio con resinas poliéster y viniléster usados tradicionalmente en diversas aplicaciones de diferentes sectores industriales. En la gráfica se puede observar que las propiedades mecánicas específicas del compuesto al que se refiere la presente invención presenta valores similares o superiores a los compuestos de fibra de vidrio, solo siendo superado por un compuesto reforzado con tejido roving de alto desempeño. Esta comparación permite observar las propiedades mecánicas excepcionales alcanzadas por el compuesto de PLA reforzado con fibra de *Manicaria saccifera*, que manteniendo un carácter completamente biodegradable y sostenible alcanza valores de resistencia mecánica específica al nivel de compuestos sintéticos tradicionales.

Ejemplo 2:

De acuerdo a la invención, se manufacturaron muestras del material compuesto biodegradable con una relación de fibra a matriz del 70% en peso. Posteriormente, se caracterizaron sus propiedades acústicas mostrando propiedades excepcionales e inesperadas en comparación con otros compuestos naturales similares. Se observó un coeficiente de absorción acústica para el compuesto biodegradable superior a materiales usados típicamente para aislamiento acústico como el poliestireno expandido en frecuencias bajas (125 Hz y 250 Hz).

Caracterización acústica

Muestras del material se caracterizaron acústicamente de acuerdo la norma técnica ASTM 1050 mediante un tubo de impedancias para determinar el coeficiente de absorción acústica del material a diferentes frecuencias. Se le realizaron mediciones del coeficiente de absorción acústica en frecuencias de 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz.

El compuesto de PLA reforzado con fibra de *Manicaria saccifera* mostró propiedades acústicas muy competitivas en relación con otros materiales. Exhibiendo un coeficiente de absorción acústica de 0.45 en promedio para el rango de frecuencias medido; con un máximo de 0.49 para la frecuencia de 250 Hz.

En la figura 12 se muestra una gráfica comparativa de los coeficientes de absorción acústica a diferentes frecuencias (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz.) del compuesto natural biodegradable de la presente invención y el poliestireno expandido, material no biodegradable ni reciclable usado típicamente para aplicaciones de aislamiento acústico. Se puede observar un comportamiento inesperado y superior en la capacidad de absorción acústica del material de la presente invención en frecuencias bajas de 125 Hz y 250 Hz en comparación al poliestireno expandido. Se midieron coeficientes de absorción acústica superiores en 27% y 25% para estas frecuencias respectivamente. Este comportamiento particular, en el que el coeficiente de absorción acústica es excepcional en frecuencias bajas es inverso al comportamiento típicamente observado en materiales de aislamiento acústico usuales como el poliestireno expandido, en los que se observa un mejor desempeño a frecuencias altas. En consecuencia, el material compuesto biodegradable de la presente invención, se muestra como un material con diversas aplicaciones de aislamiento acústico.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un material compuesto, el método caracterizado por que comprende los pasos de:

a) preparar de la fibra natural de la palma de *Manicaria saccifera* mediante las siguientes subetapas:

a1) cortar y despuntar las brácteas de *Manicaria saccifera* por medio de una tijera o cizalla;

a2) cortar longitudinalmente las brácteas recolectadas de *Manicaria saccifera* para abrirlas en su máximo ancho en forma de tela;

a3) preparar un baño de solución de hidróxido de sodio en concentración del 2% al 15%, y sumergir la fibra natural obtenida en el paso a2) durante un tiempo entre 10 y 180 minutos; en donde la fibra se encuentra completamente sumergida en el baño de solución y se realiza agitación continua del sistema; y en donde la relación entre cantidad de fibra y la cantidad de solución es entre 0.02 y 0.2 gramos de fibra por mililitro de solución;

a4) retirar la fibra tratada en el paso a3) y lavar con abundante agua para retirar el hidróxido de sodio;

a5) preparar un baño de solución de ácido acético en concentración del 0.5% al 5% en peso y sumergir la fibra natural obtenida en el paso a4) durante un tiempo entre 0.2 y 5 minutos; en donde la fibra se encuentra completamente sumergida en el baño de solución y se realiza agitación continua del sistema; y en donde la relación entre cantidad de fibra y cantidad de solución debe ser entre 0.02 y 0.2 gramos de fibra por mililitro de solución;

a6) retirar la fibra tratada en el paso a5) y lavar con abundante agua para retirar el ácido acético;

a7) secar el material obtenido del paso a6) en un horno a temperatura entre 90°C y 110°C durante 10 y 180 minutos;

a8) preformar el material mediante compresión a una presión entre 0.1 y 0.5 MPa y temperatura entre 60°C y 110°C;

b) Paralelamente al paso a), preparar una resina de ácido poli-láctico (PLA) mediante las siguientes subetapas:

b1) secar pellets de PLA en un horno a una temperatura entre 90°C y 110°C hasta alcanzar una humedad relativa inferior al 0.1%;

b2) laminar por extrusión el PLA a una temperatura entre 180°C y 200°C hasta obtener láminas con un espesor entre 0.2 y 1.5 mm;

b3) tratar térmicamente las láminas de PLA obtenidas en el paso b2) en un horno a temperatura entre 90°C y 140°C durante un tiempo entre 30 y 120 minutos;

b4) preformar las láminas de PLA mediante compresión a una presión entre 0.1 y 0.5 MPa y temperatura entre 60°C y 110°C;

c) moldear por compresión en caliente la pieza final del compuesto natural biodegradable de PLA reforzado con fibra de *Manicaria saccifera* mediante las siguientes supetapas:

c1) precalentar un molde según la forma del material final que se desee obtener hasta alcanzar una temperatura entre 150°C y 210°C;

c2) apilar de manera alternada las láminas de PLA con capas de fibra de *Manicaria saccifera*, en donde la relación de fibra a resina es entre 10% y 95% en peso;

c3) cerrar el molde y realizar compresión en caliente a una temperatura constante entre 150°C y 210°C, en donde durante el moldeo se realiza simultáneamente un proceso de venteo que desaloja el aire atrapado entre las diferentes capas del laminado;

c4) comprimir el material a una presión entre 0.5 y 3 MPa durante un tiempo entre 2 y 60 minutos;

c5) enfriar el molde a una presión constante hasta alcanzar una temperatura inferior a 45°C

c6) retirar presión, desmoldar el material y dar acabado final a la pieza según la forma deseada e la pieza final.

2. El método para fabricar un material compuesto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el proceso de venteo comprende los siguientes pasos:

i) realizar ciclos de compresión a presión entre 0.1 y 1.0 MPa durante tiempos entre 3 y 15 segundos; y

ii) liberar la presión del sistema;

en donde los procesos i) y ii) se realizan repetidamente por tiempo total de venteo entre 1 y 5 minutos.

3. El método para fabricar un material compuesto de conformidad con la reivindicación 1, en donde el molde del paso c1 es antiadherente.

4. El método para fabricar un material compuesto de conformidad con la reivindicación 1, el método que adicionalmente comprende después del paso a6, someter la fibra de *Manicaria saccifera* a un proceso de teñido para cambiar su color.

5. El método para fabricar un material compuesto de conformidad con la reivindicación 1, el método que adicionalmente comprende durante el paso b2 agregar

19/19

colorantes, aditivos, estabilizantes UV, agentes antiestáticos o retardantes de flama al ácido poli-láctico.

6. Un material compuesto natural biodegradable caracterizado porque comprende:
 - una resina polimérica termoplástica que consiste en una matriz polimérica de ácido poli-láctico (PLA); y
 - láminas de fibra natural de la bráctea de la palma de *Manicaria saccifera*, pretratadas en un baño de solución de hidróxido de sodio en concentración del 2% al 15% y en un baño de solución de ácido acético en concentración del 0.5% al 5% en peso.
7. El material compuesto natural biodegradable de conformidad con la reivindicación 6, que comprende adicionalmente colorantes para la fibra de *Manicaria saccifera* o la matriz de ácido poli-láctico en una proporción entre 0.1% y 15%.
8. El material compuesto natural biodegradable de conformidad con la reivindicación 6, que comprende componentes adicionales como estabilizantes UV, agentes antiestáticos, retardantes de flama, que mejoran las propiedades del material compuesto.

RESUMEN

La presente invención se refiere a un material compuesto que está formado de un termoplástico reforzado con una fibra natural, y su método de fabricación. Más específicamente, se refiere a un material compuesto reforzado con fibra natural extraída de la bráctea de la palma *Manicaria saccifera* y usando como matriz polimérica un termoplástico de ácido poli-láctico, y su método de fabricación mediante el tratamiento químico de la fibra y moldeo por compresión en caliente.

X
21

FIGURAS

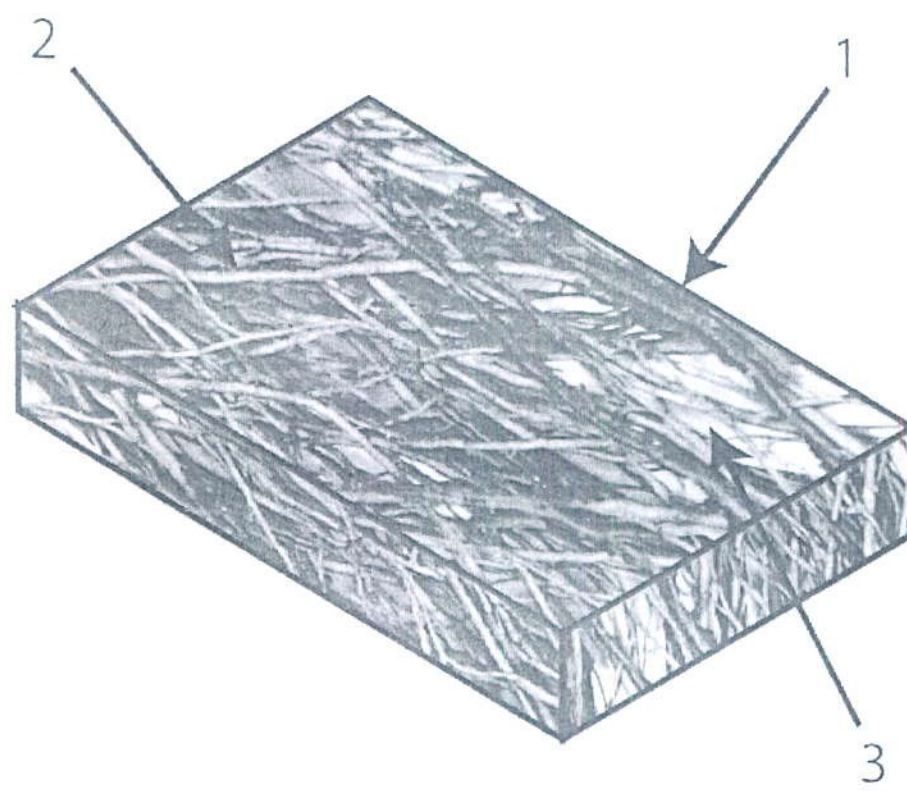


FIGURA 1

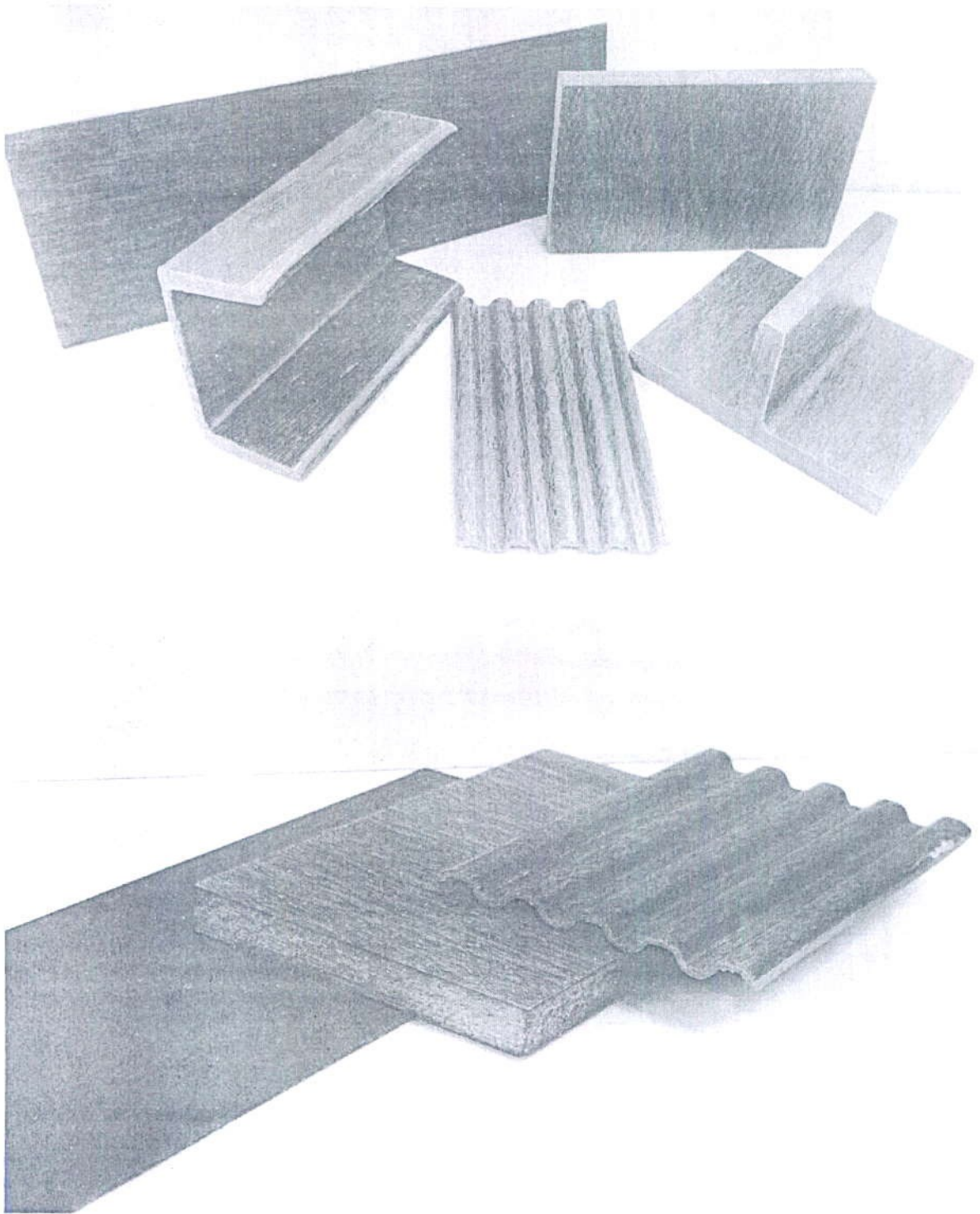


FIGURA 2

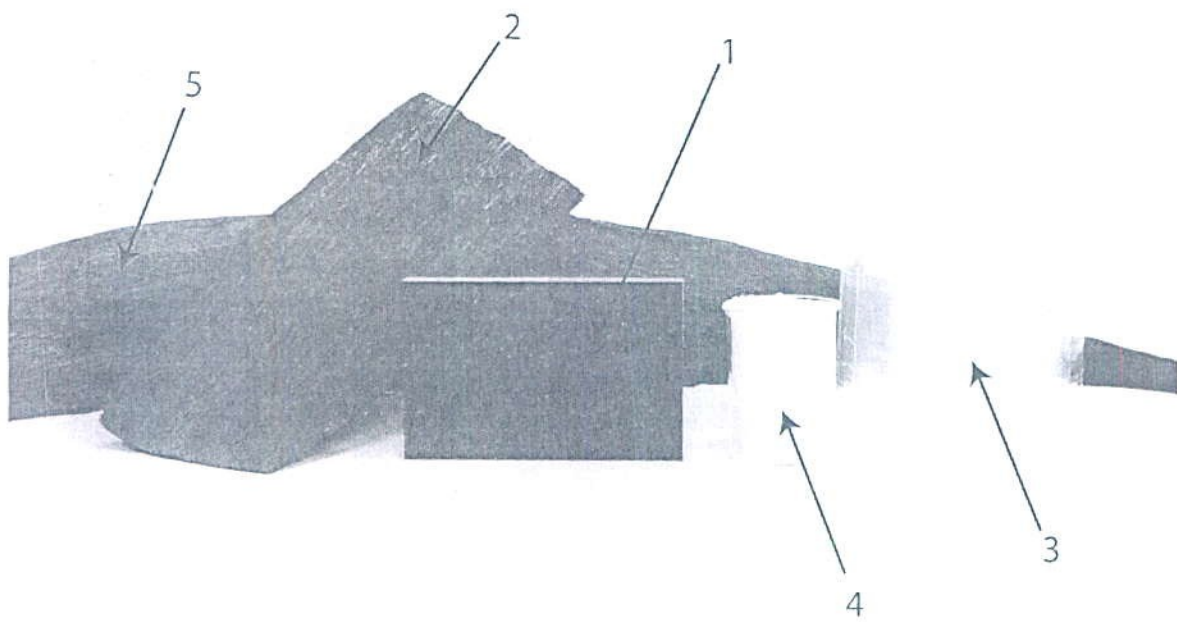


FIGURA 3

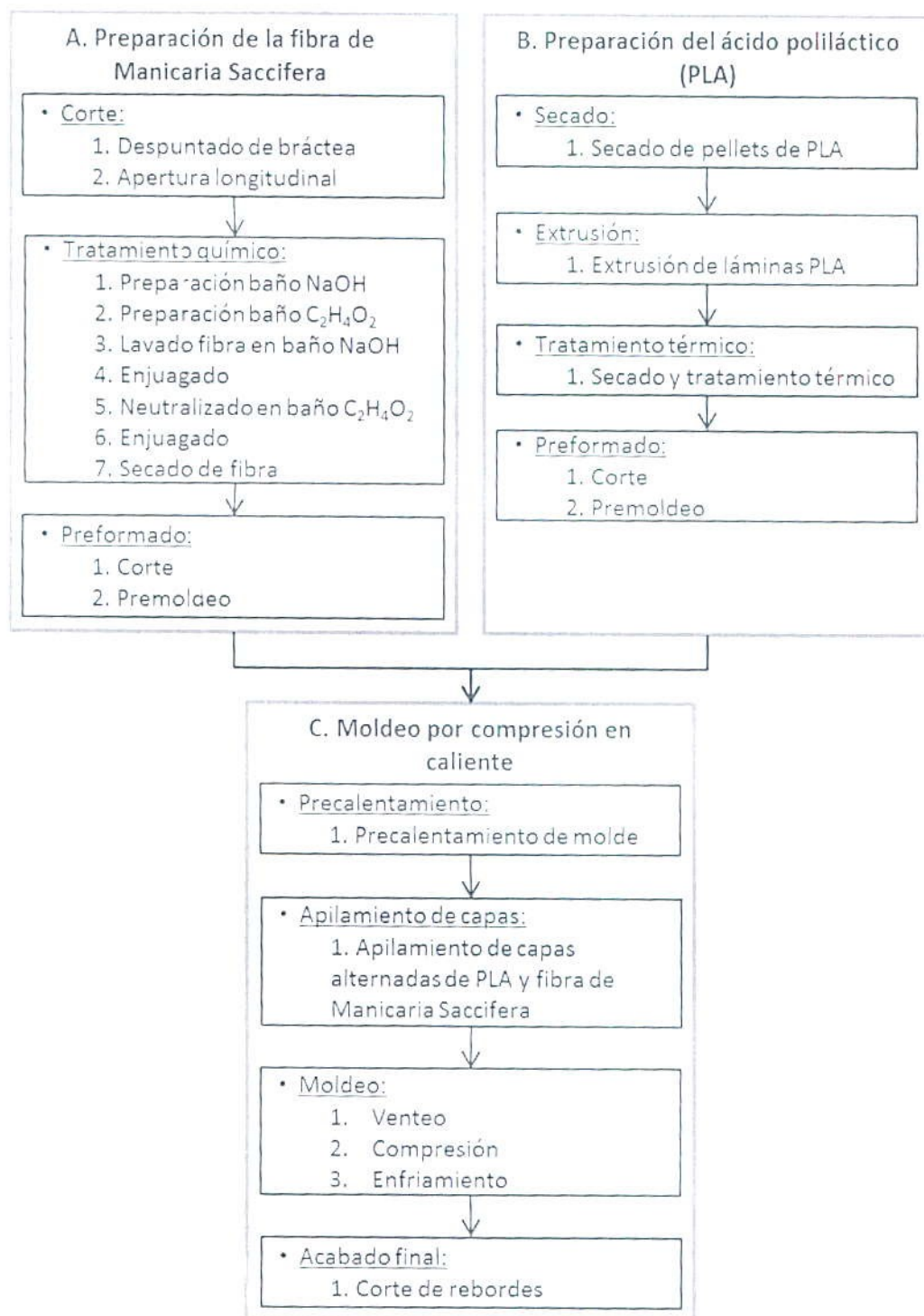
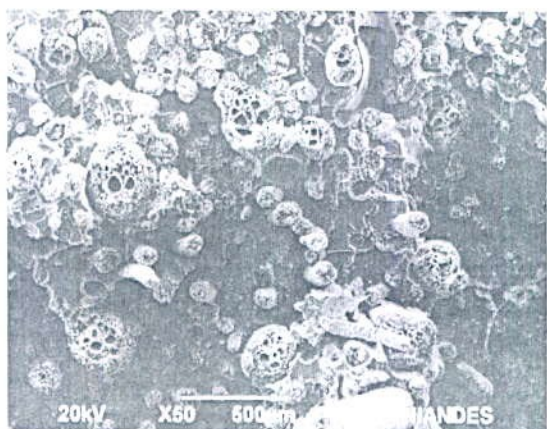
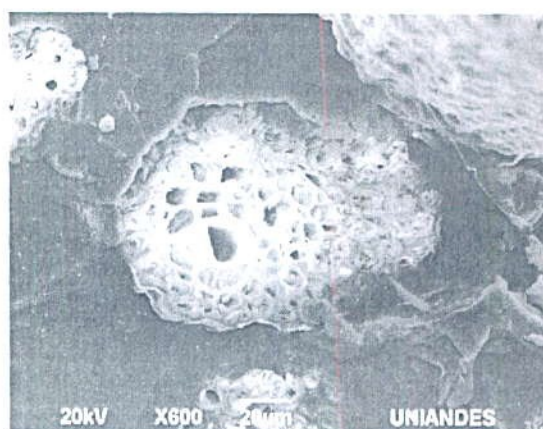


FIGURA 4

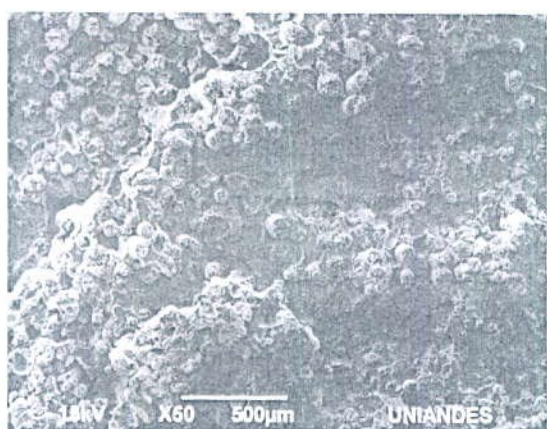
26
~~26~~



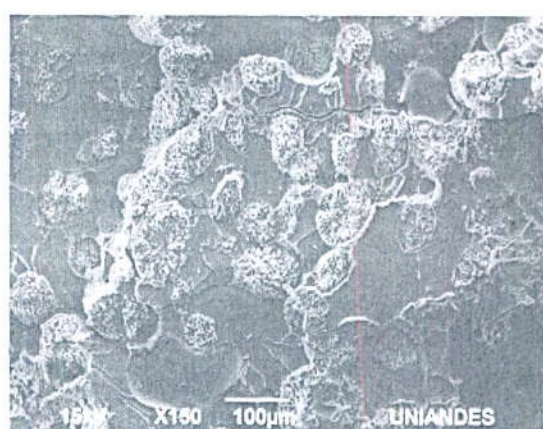
a



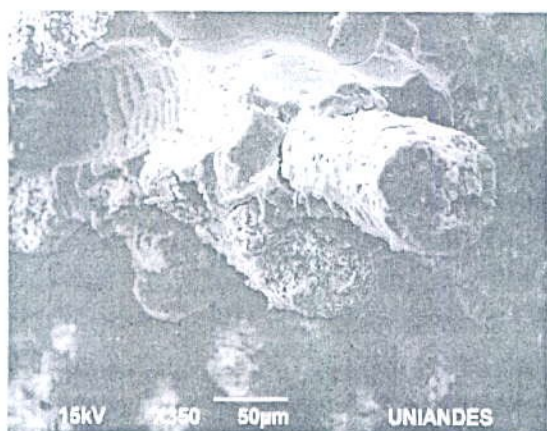
b



c



d



e



f

FIGURA 6

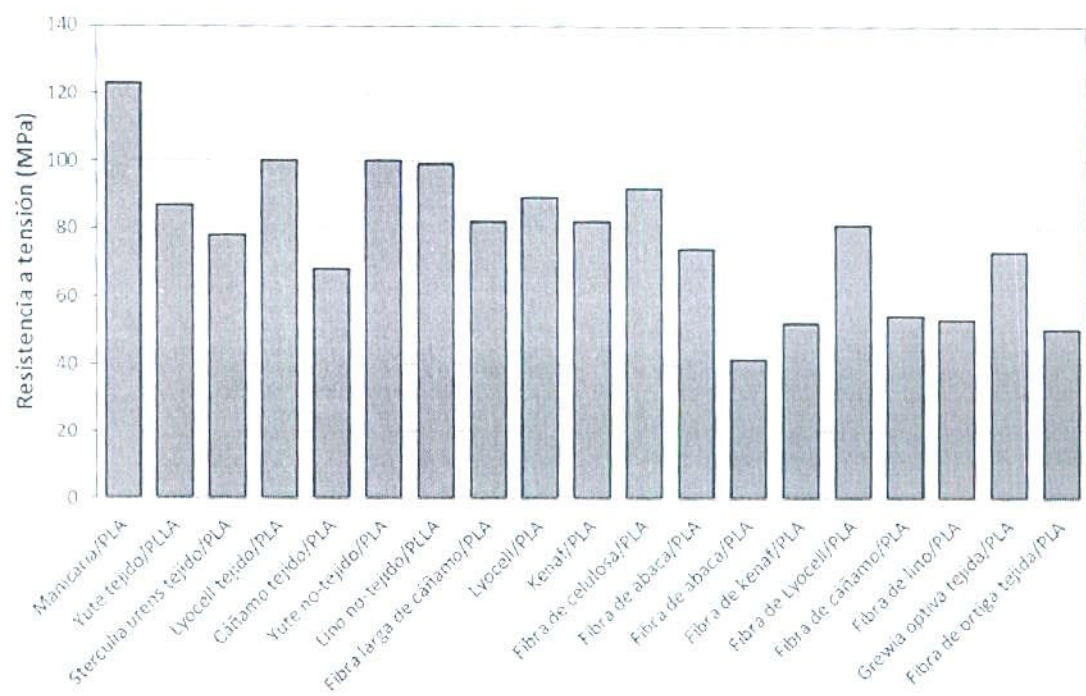


FIGURA 7

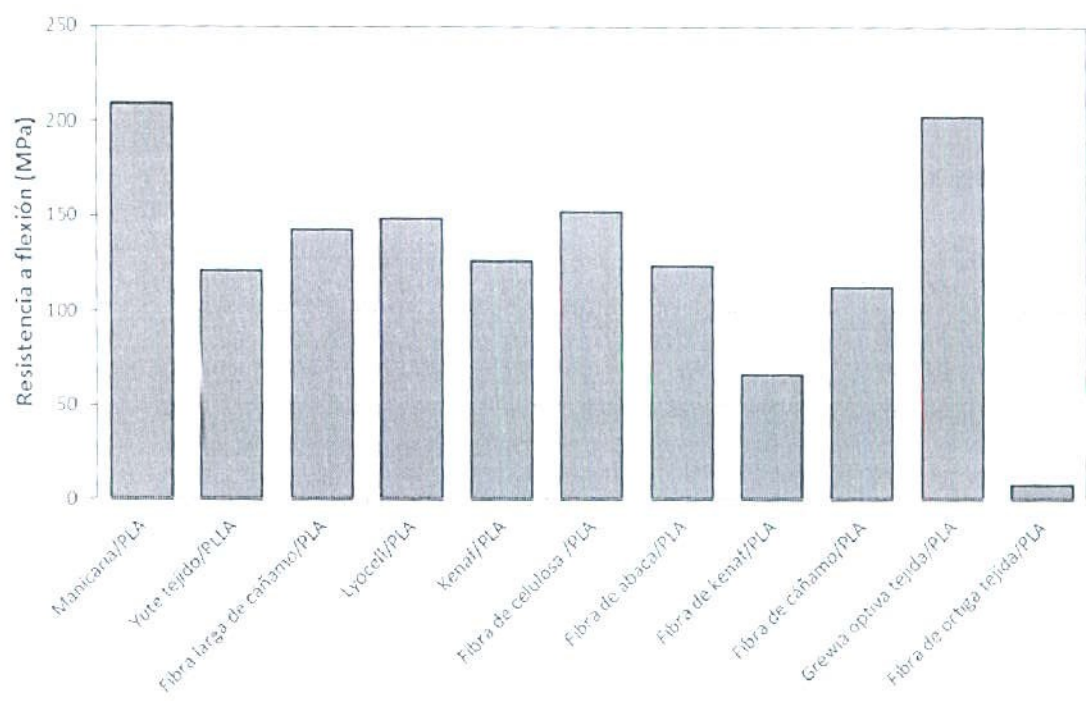


FIGURA 8

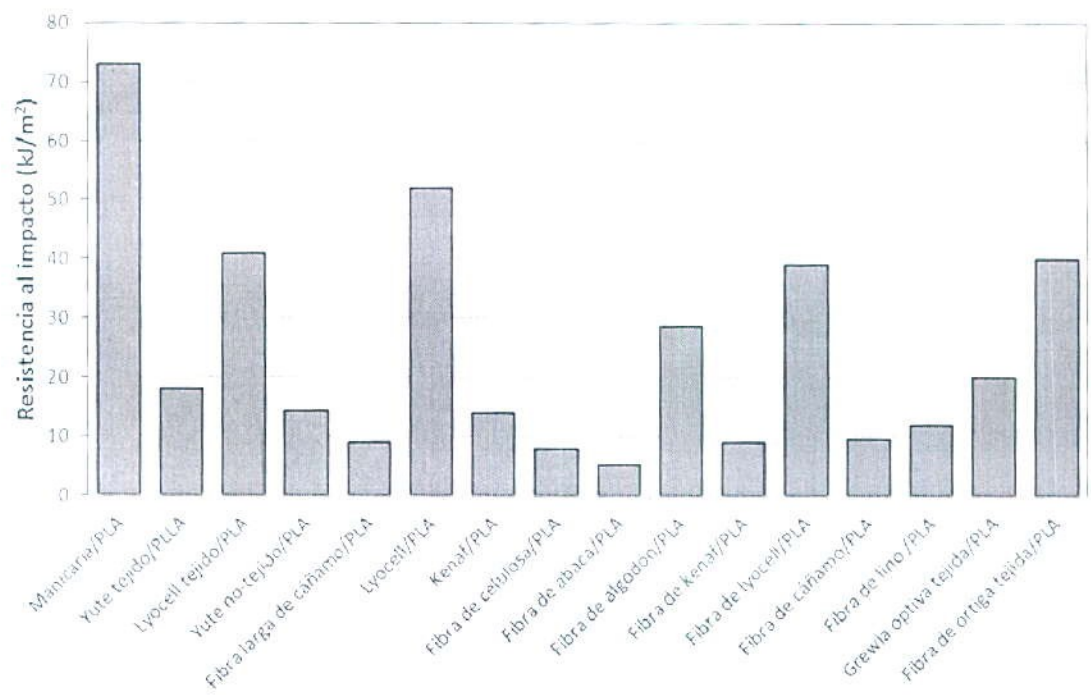


FIGURA 9

30

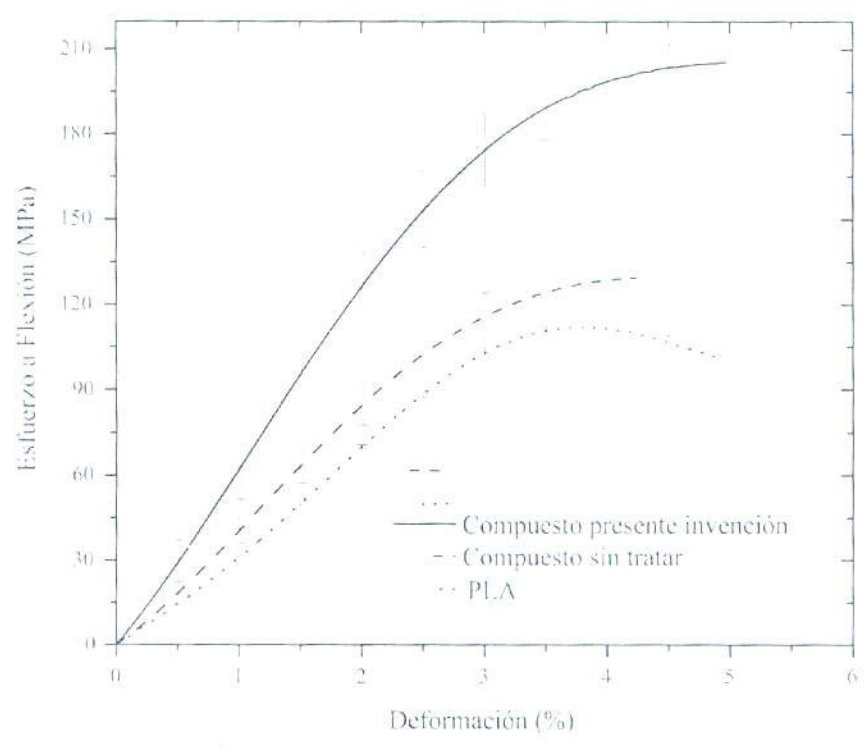
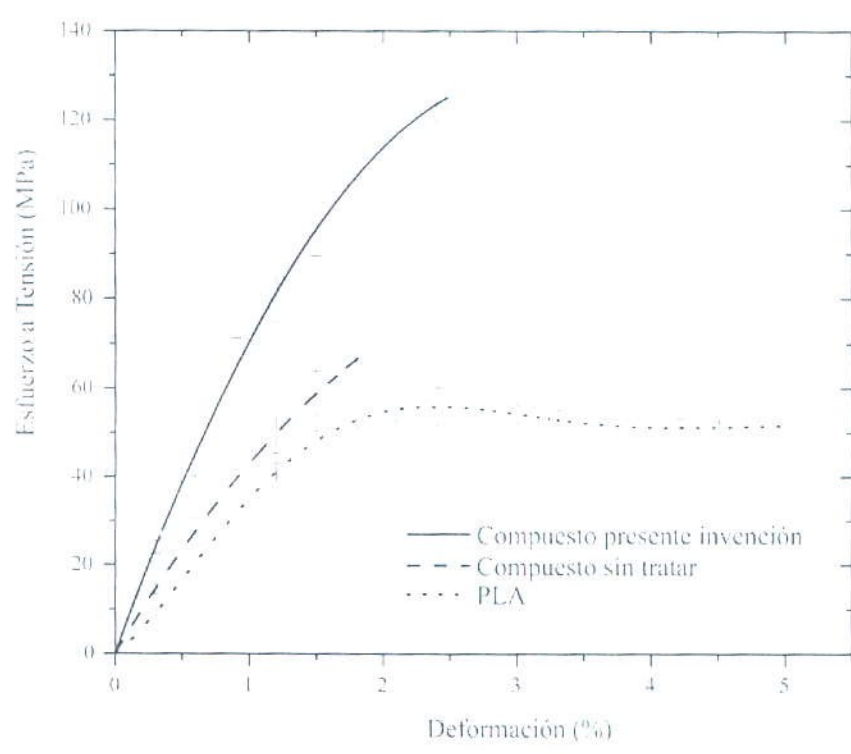


FIGURA 10

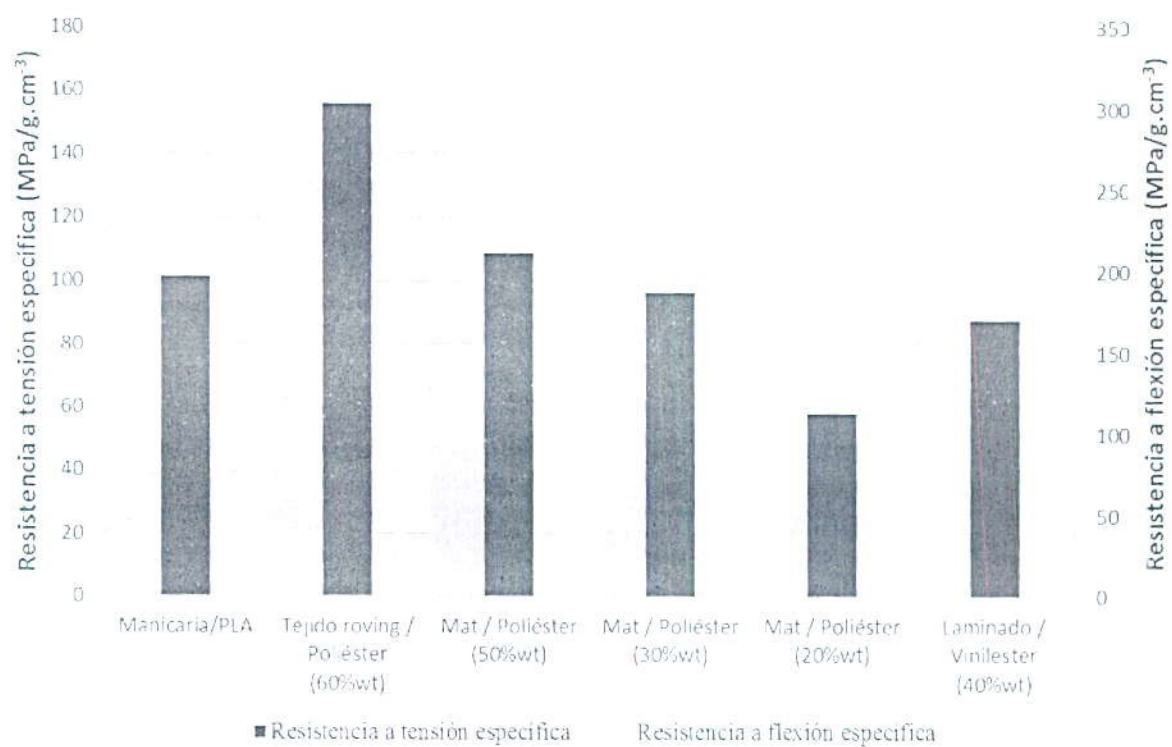


FIGURA 11

32
32

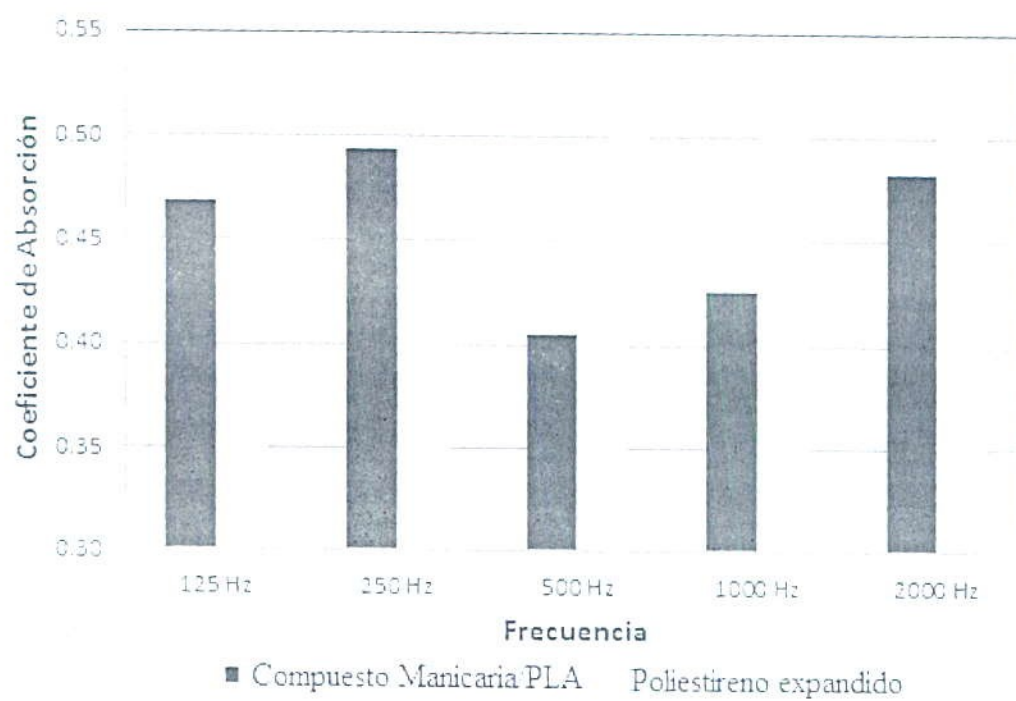


FIGURA 12

7
95

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

SEÑORES
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
E. S. D.

REF: SOLICITUD DE PATENTE EN COLOMBIA

TÍTULO: "MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE DE FIBRA NATURAL DE MANICARIA SACCIFERA Y ÁCIDO POLI-LÁCTICO, Y SU MÉTODO DE FABRICACIÓN".

SOLICITANTES: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN, CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO

SILVIA RESTREPO RESTREPO, identificada con Cédula de Ciudadanía No. 39.784.728 de Bogotá, actuando en calidad de Representante Legal Suplente y Vicerrectora de Investigaciones de la UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, identificada con NIT 860.007.386-1, institución privada de educación superior, sin ánimo de lucro, con personería jurídica reconocida por el Ministerio de Justicia según la Resolución No. 28 de 23 de Febrero de 1949, tal como consta en certificado de existencia y representación expedido por el Ministerio de Educación Nacional que anexo, NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN identificada con Cédula de Ciudadanía No. 53.139.964 y CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO, identificado con Cédula de Ciudadanía No. 71.362.339, obrando conjuntamente como titulares de la invención de la referencia, conferimos poder amplio y suficiente a la doctora CAROLINA DAZA MONTALVO, con Cédula de Ciudadanía No. 66.783.790 de Palmira Valle y tp. 141563, para que en nuestro nombre, solicite, tramite y en general realice todas las gestiones necesarias para la obtención del registro de la patente de la invención "MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE DE FIBRA NATURAL DE MANICARIA SACCIFERA Y ÁCIDO POLI-LÁCTICO, Y SU MÉTODO DE FABRICACIÓN".

La apoderada queda facultada para recurrir, recibir, transigir, conciliar, notificarse, desistir, renunciar al derecho y sustituir el presente poder.

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES


SILVIA RESTREPO RESTREPO
CC 39.784.728



INVENTORES


NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN
CC 53.139.964


CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO
CC 71.362.339

ACEPTO:


CAROLINA DAZA MONTALVO
C.C. 66.783.790 de Palmira Valle
TP-141563 CSJ

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

CESIÓN

Las personas abajo firmantes, en su carácter de inventores (En adelante LOS CEDENTES), con los domicilios señalados a continuación:

EDGAR ALEJANDRO MARAÑÓN LEÓN identificado con CC 79.524.880
Domicilio: CII 22B # 64-26 INT 4 APTO 514

NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN identificada con CC 53.139.964
Domicilio: CII 22B # 56-63 INT 3 APTO 701

CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO identificado con CC 71.362.339
Domicilio: CII 24A # 56-35 INT 2 APTO 106

Por el presente documento declaran que ceden en un 80% todos y cada uno de los derechos que les corresponden o puedan corresponderles sobre la siguiente invención denominada "MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE DE FIBRA NATURAL DE MANICARIA SACCIFERA Y ÁCIDO POLI-LÁCTICO, Y SU MÉTODO DE FABRICACIÓN."

a: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
NIT 860.007.386-1

El 20% restante sobre todos y cada uno de los derechos que les corresponden o puedan corresponderles sobre la invención queda, por mutuo acuerdo, en cabeza de los siguientes inventores:

10% para NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN identificada con CC 53.139.964

10% para CAMILO HERNANDEZ ACEVEDO identificado con CC 71.362.339

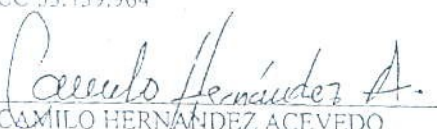
En prueba de la mutua aceptación de esta cesión, ambas partes CEDENTES y CESIONARIO, firman el presente documento.

Dado y firmado en Bogotá D.C., a los veintitrés (23) días de noviembre de dos mil quince (2015)

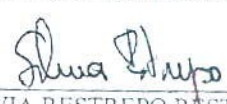
LOS CEDENTES


EDGAR ALEJANDRO MARAÑÓN LEÓN
CC 79.524.880


NIYIRETH ALICIA PORRAS HOLGUÍN
CC 53.139.964


CAMILO HERNÁNDEZ ACEVEDO
CC 71.362.339

CESIONARIO- UNIVERSIDAD DE LOS ANDES


SILVIA RESTREPO RESTREPO
CC 39.784.728
Rep. Legal Suplente, Vicerrectora de Investigaciones





Artículo 6 de la Resolución N° 59304 de 2014

El CATI de:
Universidad de los Andes

certifica a:
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

NIT. 860007386

por haber recibido el acompañamiento para la solicitud de
Patente de Invención

Este Certificado se expide el: 18 DE NOVIEMBRE DE 2015

Certificado N°. ZCKCPXIJ

Cristina Botero Cadavid
CATI - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y
REPRESENTACION LEGAL**

EL SUBDIRECTOR DE INSPECCION Y VIGILANCIA DEL
VICEMINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN
CUMPLIMIENTO DE LAS FUNCIONES ATRIBUIDAS POR EL
DECRETO 5012 DE 2009 Y LA RESOLUCIÓN 01665 DE 2015

CERTIFICA:

RL-05004-2015

El(la) UNIVERSIDAD DE LOS ANDES (Código: 1813), con domicilio en BOGOTÁ D.C., es una institución de educación superior PRIVADA, de utilidad común, sin ánimo de lucro y su carácter académico es el de Universidad, con personería jurídica reconocida mediante RESOLUCION número 28 de 1949-02-23, expedido(a) por MINISTERIO DE JUSTICIA,

Mediante Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964, expedido por el Gobierno Nacional, la institución obtuvo reconocimiento como Universidad,

Mediante Resolución 2566 del 30 de junio de 2005, expedida por el Ministerio de Educación Nacional, le fue otorgada Acreditación Institucional,

Mediante Resolución Ministerial 5560 del 25 de agosto de 2009, le fue ratificada una reforma estatutaria.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - BOGOTÁ D.C. (Código 1813)

Nombre y Apellido	Documento de Identidad	Cargo	Acto Interno	Periodo	Fecha Inscripción
CARL HENRIK LANGEBAEK RUEDA	CC 79154384 Bogotá D.C.	REP. LEGAL SUPLENTE	ACTA 90 2014-07-02 COMITE DIRECTIVO	Desde: 2014-08-01 Hasta: 2016-07-31	2014-07-31
JAVIER SERRANO RODRIGUEZ	CC 5562081 Bucaramanga	REP. LEGAL SUPLENTE	ACTA 84 2014-02-12 COMITE DIRECTIVO	Desde: 2014-03-14 Hasta: 2016-03-13	2014-04-03
MAURICIO SANZ DE SANTAMARIA SAMPER	CC 79148642 Usaquén	REP. LEGAL SUPLENTE	ACTA 93 2014-08-13 COMITE DIRECTIVO	Desde: 2014-08-01 Hasta: 2016-07-31	2014-08-27
PABLO DEL CARMEN NAVAS SANZ DE SANTAMARIA	CC 19118840 Bogotá D.C.	RECTOR	ACTA 08 2011-09-01 CONSEJO SUPERIOR	Desde: 2011-11-01 Hasta: 2015-10-31	2011-11-01
PABLO DEL CARMEN NAVAS SANZ DE SANTAMARIA	CC 19118840 Bogotá D.C.	REP. LEGAL	ACTA 08 2011-06-15 CONSEJO SUPERIOR	Desde: 2011-11-01 Hasta: 2015-10-31	2011-11-01
SILVIA RESTREPO RESTREPO	CC 39784728 Bogotá D.C.	REP. LEGAL SUPLENTE	ACTA 90 2014-07-02 COMITE DIRECTIVO	Desde: 2014-08-01 Hasta: 2016-07-31	2014-07-31

La información consignada en este certificado corresponde a la reportada por la institución.

37



Esta institución de educación superior está sujeta a la inspección y vigilancia por el Ministerio de Educación Nacional.

De conformidad con lo establecido por la Ley 962 de 2005, los actos de registro aquí certificados quedan en firme cinco (5) días hábiles después de la fecha de inscripción, siempre que no sean objeto de recursos.

El presente documento electrónico tiene validez conforme a lo dispuesto en la Ley 527 de 1999, el Decreto 1747 de 2000 y las demás normas que los complementen, modifiquen o reemplacen. Para verificar la autenticidad del presente certificado o ver el documento electrónico, ingrese a <https://vumen.mineduacion.gov.co/VUMEN/>. Consultar Certificado y digite el número de certificado.

Se expide la presente certificación en Bogotá D.C. a los 11 días del mes de Noviembre de 2015, por solicitud de UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, según radicado RL-2015-036489.

Atentamente,

WILLIAM MAJRICIO OCHOA CARREÑO
Subdirector de Inspección y Vigilancia

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 15 - 131926

Bogotá D.C., Diciembre 04 de 2015 - 16:46:31

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
RECIBO DE CA	SIC ** RECIBO **	999999999	96697	02/09/2015	202.000.00
RECIBO DE CA	SIC ** RECIBO **	999999999	126699	23/11/2015	32.000.00
RECIBO DE CA	SIC ** RECIBO **	999999999	126700	23/11/2015	32.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	2692 (D/O MICROEMPRESA + CURSO) TRAMITES DE SOL. DE PATENTE	265.000.00	265.000.00
			\$265.000.00

SON: **DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 15-290268- -00000-0000

Fecna: 2015-12-04 16:51:04 Dep: 2020 DIR NUEVASOR
1ra 2 PATENTES Eve 1 REGDEPOSITO
Act 411 PRESENTACION Folios 39

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

Diciembre 4 de 2015 - 16:46:33



No. 15-290268- -00000-0000

Fecha: 2015-12-04 16:51:04 Dep. 2020 DIR NULVASCR
Tra 2 PATENTES Eve 1 REGDELPOSITO
Act 411 PRESENTACION Folios 39

6/00

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO

☐
☐
☐
☐
☐

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 ☐