

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIDII-040113
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
<b>Programa:</b>	Mejora de las propiedades de Materiales
<b>Título del Proyecto:</b>	MEJORA DE PROPIEDADES SUPERFICIALES EN FIBRAS NATURALES
<b>Grupo de Investigación:</b>	Grupo de Investigación en Materiales
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencia y Tecnología
<b>Línea de Investigación:</b>	Nuevo materiales e innovación en los
<b>Tipo de Investigación:</b>	Desarrollo
<b>Campo :</b>	Educación Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	LUIS MARCELO LOPEZ LOPEZ
<b>Proyectos Vinculados :</b>	Caracterización y mejora de propiedades de la Cardulovica Palmata (Paja Toquilla)
<b>Duración del Proyecto :</b>	12 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	Ecuador
<b>Fecha de ingreso :</b>	01/10/2013 09:22

## 2. ANTECEDENTES

Las fibras naturales son una opción sostenible que permite avanzar hacia una economía ¿verde¿, basada en la eficiencia energética, con procesos industriales más sostenibles y ecológicos, reduciendo al mínimo los desechos. Las fibras de origen natural son un recurso renovable por excelencia, su proceso de cosecha y producción necesita una menor cantidad de energía que la utilizada en la fabricación de fibras sintéticas y además genera mucha menos cantidad de dióxido de carbono reduciendo la contaminación del medio ambiente. Durante su proceso generan subproductos y residuos que pueden ser reutilizados para producir otros materiales compuestos para destinos muy variados. Y lo más importante: al final de su vida útil las fibras naturales son 100% biodegradables.

En los últimos años se ha incrementado el uso de las fibras naturales en el País, produciéndose de manera masiva por el hombre para el desarrollo de un determinado sector industrial o artesanal, aprovechando principalmente el bajo costo, la factibilidad en su producción, mayor uniformidad y resistencia para usos muy específicos.

Existen fibras a las cuales con diversos tratamientos se pueden mejorar las propiedades físicas, químicas y mecánicas, para ello se necesita conocer al material con una caracterización específica para determinar cuáles de ellas pueden mejorar sin perjudicar la otra. La investigación previa caracterizó la fibra de Cardulovica Palmata, determinando su composición química y resistencia mecánica, se pretende modificar la superficie de la fibra a través de plasma frío a baja presión volviéndola hidrofóbica con la deposición de un polímero tratando de alterar en lo mínimo sus propiedades iniciales.

Si se logra recubrir la superficie de la fibra se volvería impermeable, por lo tanto los tejidos elaborados por los artesanos adquirirían un valor agregado de gran relevancia para ser más competitivos en el mercado internacional además de prolongar la vida útil del producto.

## 3. JUSTIFICACIÓN

Los tratamientos superficiales con plasma permiten modificar superficies de maneras casi ilimitadas[1] [2].

¿ Los materiales pueden ser de cualquier tamaño, desde componentes nanométricos hasta láminas interminables en producción continua.

¿ Es posible tratar una amplia variedad de materiales, como vidrio, metales, metaloides, hule y polímeros, con tecnología de plasma para superficies.

¿ El plasma puede modificar superficies de diferentes maneras, ya sea como preparación para etapas subsiguientes de un tratamiento superficial, o bien, de manera que la modificación con plasma de la superficie consista en suministrar la capa final.

Mediante la adición de un monómero al gas en la cámara de plasma pueden depositarse capas ultrafinas de polímeros sobre la superficie tratada con plasma de prácticamente cualquier material técnico [3]. El recubrimiento de superficies con plasma es capaz de generar capas invisibles que vuelven humedecible la superficie de un material hidrofóbico añadir una barrera contra la difusión a un material poroso o cambiar las propiedades de la superficie tratada con plasma de muchas otras maneras. Es relevante desarrollar un proceso de recubrimiento polimérico en fibras naturales utilizando una tecnología nueva como el plasma en materiales donde no se ha experimentado y tienen hoy en día un gran potencial de uso.

El plasma permite crear un nuevo proceso de transformación superficial para mejorar una propiedad determinada, la hidrofobidad. Si la investigación presenta resultados positivos se generaría una amplia gama de aplicaciones relacionado con nuevos materiales donde la fibra natural puede mejorar radicalmente en la adherencia a una matriz polimérica.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Impermeabilizar la fibra de Cardulovica Palmata.

### 4.2 Objetivos Especificos

- 1 Desarrollar un proceso idóneo para tratar químicamente a la fibra de manera que pueda permitir la adherencia al polímero.
- 2 Establecer los parámetros para limpiar la superficie de la fibra.
- 3 Plantear un proceso para colocar una nano capa de polímero utilizando plasma frío a baja presión.

## 5. ESTADO DEL ARTE

El principio físico

El plasma se basa en un principio físico simple, mediante alimentación de energía se cambia el estado de la

materia: de sólido a líquido y de líquido a gaseoso. Si al gas se aporta más energía, éste se ioniza y se convierte en plasma, el cuarto estado de la materia [4] [5]. La energía del plasma, al entrar en contacto con la superficie de cualquier material se libera y se transmite sobre esta superficie, quedando así preparada para posteriores tratamientos. De esta manera se crean superficies con óptimas propiedades para decorar-imprimir, adherir o espumar [6] [7].

El plasma de baja presión es generado en una cámara de vacío que contiene pequeñas cantidades del gas precursor deseado [8]. Las partes o elementos tridimensionales a ser tratados que tienen agujeros se pueden tratar fácilmente si se introducen en la cámara de plasma, la cual permite dar un tratamiento completo a los artículos. Es posible llevar a cabo dos o más etapas sucesivamente, como limpieza superficial y recubrimiento superficial, o limpieza, grabado y activación [9].

Las aplicaciones de superficies tratadas con plasma pueden incluir procesos que van desde limpieza de tarjetas con circuitos impresos (PCB, por sus siglas en inglés) antes del chapado hasta la esterilización de dispositivos médicos y el proceso de hacer que ciertos componentes de automóviles se vuelvan adhesivos para que puedan pegarse. Los tratamientos de superficie con plasma también pueden modificar superficies de diferentes maneras [10], ya sea como preparación para etapas subsiguientes del tratamiento con plasma o para aplicar directamente la capa final [11]. Hay sistemas de plasma disponibles para alterar la energía de superficie mediante la hidrofiliación o hidrofobización de la superficie. Un sistema de plasma también se puede configurar para que funcione como grabador o limpiador de plasma. A nivel mundial las aplicaciones del tratamiento con plasma de baja presión incluyen, entre otras, las siguientes:

- ¿ Industria automotriz
- ¿ Industria de elastómeros
- ¿ Electrónica
- ¿ Tecnología de microsistemas
- ¿ Industria de plásticos
- ¿ Industria de semiconductores
- ¿ Tratamiento de textiles

Los sistemas de baja presión se operan siempre por lotes, lo cual es ideal para pruebas, investigación y desarrollo de productos. Sin embargo, su facilidad de manejo, alto grado de automatización [12], y extenso surtido de accesorios hacen que estos sistemas de plasma sean aplicables para producciones en serie altamente eficientes como:

- ¿ Producción en serie a pequeña escala
- ¿ limpieza y activación de las partes antes de soldar, pegar o imprimir [13].
- ¿ Análisis
- ¿ tratamiento con plasma para muestras de microscopio electrónico de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) [14].

¿ Tecnología médica

¿ un tratamiento de limpieza con plasma puede esterilizar o modificar las propiedades de superficie (hidrofilia, hidrofobia, y ángulo de contacto) [6].

La tecnología de procesamiento por plasma comenzó a desarrollarse internacionalmente a partir de la década de 1960 sobre la base de los métodos convencionales de PVD por evaporación en vacío y de CVD térmico, para el caso de recubrimientos, y del método de difusión gaseosa para el caso de modificación superficial. No obstante, su auge y crecimiento notables han ocurrido a partir de la década del 80, fundamentalmente como resultado del desarrollo de la física de plasmas asociado a las investigaciones en fusión nuclear [8]. El ejemplo más notable de la aplicación de esta tecnología es el de su utilización en procesos de fabricación de circuitos integrados para microelectrónica, lo que permitió la revolución tecnológica que tuvo lugar en ese campo en los últimos años [15]. Al momento, puede decirse que ésta es todavía una tecnología en pleno desarrollo, de la que pueden esperarse nuevas aplicaciones y métodos más elaborados de tratamiento de materiales.

En Sudamérica las primeras actividades de servicios comerciales de procesamiento por plasma datan de mediados de 1987 gracias al JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). En esa fecha se instaló la empresa ¿Titanio San Luis¿ un emprendimiento de los cinco mayores fabricantes de herramientas de corte en Argentina con el objeto de producir recubrimientos de TiN para sus propios productos y para servicios a terceros, utilizando un equipo comercial de plasma PVD [8]. Desde entonces la aplicación de esta tecnología ha crecido exorbitantemente de tal manera que se diseñan equipos para promover actividades de investigación y desarrollo en posesos donde el plasma tenga aplicación. En Ecuador la tecnología plasma ha quedado relegada a una simple lectura de información en lo que se refiere a sus diversas aplicaciones en tratamientos superficiales. La industria de la metalmecánica ha implementado equipos de corte, igualmente en el sector de la medicina donde se utiliza para esterilización de materiales de uso médico sin conocer el potencial en campos como:

- ¿ Recubrimientos posteriores
- ¿ Recubrimientos ópticos
- ¿ Electrónica y Optoelectrónica
- ¿ Medicina
- ¿ Medio ambiente
- ¿ Artefactos decorativos
- ¿ Textiles

En este contexto, es relevante ampliar las aplicaciones de la tecnología plasma en caracterización de materiales como en el tratamiento superficial de materiales característicos de nuestra región con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de los materiales biodegradables y reducir los costos de producción,

manteniendo al mismo tiempo su biodegradabilidad, se propone colocar una nano capa de polímero utilizando plasma a baja presión para volver hidrofóbica a una fibra natural, y la misma aplicación se puede aplicar en el diseño de materiales compuestos por una matriz biodegradable y fibras naturales, que cumplan las regulaciones medioambientales y den respuesta a la preocupación social creciente que considera necesario sustituir los composites poliméricos convencionales constituidos por matrices sintéticas (compuestos epóxis, fenólicos y poliestirénicos). Existe información sobre polimerización de fibras textiles aplicando plasma donde indican resultados favorables para adherencia con otros compuestos utilizados en la industria textil [16] [17] [18]. Los materiales compuestos presentan estudios para mejorar la adherencia entre fibras y matrices poliméricas [19].

## 6. METODOLOGÍA

La caracterización de fibras naturales (Carludovica Palmata tratada con azufre y natural) y de sus tratamientos con plasma respectivos, así como de la monitorización del proceso de degradación, estabilidad térmica, cristalinidad, entalpia, se basa fundamentalmente en técnicas de Análisis Térmico. Según la I.C.T.A. (Confederación Internacional para el Análisis Térmico) se define éste como el conjunto de técnicas experimentales encargadas de medir una propiedad física o química de un material en función de la temperatura, bajo un programa controlado de temperatura. El resultado de la aplicación de estos métodos es una curva, que describe el comportamiento del material estudiado en términos de la propiedad física escogida. Evaluando los cambios que tienen lugar en esta propiedad, es posible obtener información acerca de los procesos macroscópicos que ocurren en la muestra sometida a análisis.

La caracterización de los materiales base (fibra natural y tratada) y de las muestras tratadas con plasma (fibra natural y tratada) se realizara mediante:

- o Termo gravimetría (TGA),
- o Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC),
- o Ensayos Mecánicos de Tensión,
- o Análisis de Espectroscopia de Infrarrojos (FTIR) y de Microscopia Electrónica de Barrido (SEM),
- o Ultrasonido, para medir el espesor.

La composición química de las fibras naturales se estudiara siguiendo:

- o El protocolo presentado pos las normas ASTM, para preparar las muestras, y así determinar el porcentaje de humedad inicial y final de cada fibra natural.
- o El método Klason propuesto por Monties y colaboradores [4] para cuantificar el porcentaje en lignina que presenta cada fibra natural.
- o La normativa Tappi 211om-85 [5] para determinar el porcentaje de cenizas de cada fibra natural.

La descarga de gas y la calibración del equipo al no existir norma de procedimiento se presentara el siguiente:

¿ Para la limpieza de la fibra:

- Tipo de gas
- Calibración del equipo
- Tiempo de aplicación del plasma
- Medición del ángulo de contacto

¿ Para la deposición del polímero:

- Tipo de gas
- Calibración del equipo
- Tiempo de aplicación del plasma

¿ Para análisis de resultados:

- Análisis FTIR
- Microscopia electrónica de barrido
- Pruebas de humedad

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Belkind y S. Gershman, «Plasma Cleaning of Surfaces», Jinghong Vacuum Thin Film, 2008.
- [2] S. Conroy y R. Nickerson, «Plasma Cleaning of Medical Devices», Critical Cleaning in precision manufacturing, 2000.
- [3] R. Nickerson, «Plasma surface modification for cleaning and adhesion», en POLYMERS LAMINATIONS AND COATINGS CONFERENCE, 1998, pp. 1101¿1108.
- [4] T. Arcos y I. Tanarro, Plasma: el cuatro estado de la materia - Teresa de los Arcos, Teresa de los Arcos e Isabel Tanarro - Google Libros. España: CSIC, 2011.
- [5] «Microsoft Word - Plasma.doc - Plasma-Introduccion.pdf» . .

- [6] R. N. Booth y P. E. Ongley, «Plasma Treatment in Hybrid and Conventional Electronic Assemblies», Mcb, vol. 2, pp. 17 - 22.
- [7] K. Miyamoto, Fundamentals of plasma physics and controlled fusion. Iwanami Book Service Center, 1997.
- [8] R. Adolfo, «Procesamiento de materiales por plasma», Argentina Nuclear, n.o 57, pp. 31 - 42, jul-1996.
- [9] D. Jackson, «Precision surface treatments using dense fluids and a plasma», US 20040003828A12004.
- [10] M. D. Salvador., J. J. Candel, V. Bonache, F. Segovia, E. Sánchez, y V. Cantavella, «Comportamiento a desgaste de recubrimientos de WC proyectados por plasma a partir de polvos micro y nanoestructurados», Metalurgia, vol. 44, 2008.
- [11] M. J., O. C., V. H., y O. R., «Autoensamble de capas de polímeros iónicos sobre polietileno funcionalizado por plasma de pirrol», Soc. Mex. Ciencia y Tecnología Superf. Mater., sep. 2008.
- [12] H. Castillo, A. M. Echeverry, A. Cubillos, y A. Zapata, «Desarrollo de un sistema automatizado y de control remoto para un reactor monoevaporador de arco pulsado», Sociedad Colombiana de física, vol. 38, pp. 778 - 781, 2006.
- [13] C. Oehr y M. R. Wertheimer, «Plasma Processes and polymers», 2005.
- [14] T. Fujimoto y A. Iwamae, Plasma polarization spectroscopy. Berlin; New York: Springer, 2008.
- [15] T. Makabe y Z. Petrovic, Plasma electronics: applications in microelectronic device fabrication. New York: Taylor & Francis, 2006.
- [16] R. Orazi, «The effect of plasma treatment on flax fibres», University of Saskatchewan, 2008.
- [17] K. Chi-wai, C. Kwong, y M. Y. Chun-wah, «The possibility of low temperature plasma treated wool fabric for industrial use», Autex Res. J., vol. 4, n.o 1, pp. 37-44, 2004.
- [18] R. Shishoo y E. Textile Institute (Manchester, Plasma technologies for textiles. Cambridge: Woodhead, 2007.
- [19] R. d'Agostino, P. Favia, C. Oehr, y M. R. Wertheimer, «Low-Temperature Plasma Processing of Materials: Past, Present, and Future», Plasma Process. Polym., vol. 2, n.o 1, pp. 7-15, ene. 2005.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados obtenidos en los tratamientos superficiales en la fibra natural Carludovica Palmata (Paja Toquilla) nos pueden generar:

- o Publicaciones en revistas indexadas a escopus.
- o Artículos científicos.
- o Tesis de pregrado.
- o Convenios.
- o Transferencia tecnológica.

## 9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

- o Seminario de difusión de la metodología y resultados obtenido en los ensayos realizados en la fibra natural para mejorar propiedades.
- o Seminario del manejo de plasma, control de parámetros y aplicaciones a la industria.

## 10. IMPACTOS DEL PROYECTO

¿En la Academia:

Tesis de Pregrado y estudiantes vinculados:

- 1 Esterilización con plasma
  - ¿ Angel Efrén Apolo Aguilar
  - ¿ Farley Andrés Jimbo León
- 2 Activación con plasma
  - ¿ Diego Fabian Idrovo Urgiles
- 3 Desoxidación con plasma
  - ¿ En proyecto
- 4 Polimerización con plasma
  - ¿ En proyecto
- 5 Transferencia de tecnología plasma (Induglob)
  - ¿ Alberto Leonardo Granda Saenz

¿Seminarios:

1. Latex 1er nivel
2. Latex 2do nivel
3. Latex 3er nivel
4. Diseño de experimentos

¿Retribución a los estudiantes:

1. Réplica del seminario de Latex para informes y trabajos de investigación a los alumnos de octavo a décimo ciclo de Ingeniería Mecánica y Automotriz
2. Seminario sobre la tecnología plasma Teórico ¿ Práctico
3. Réplica del seminario de diseño de experimentos para alumnos de décimo ciclo de Ingeniería Mecánica y Automotriz

¿Vinculación con la sociedad:

- ¿ Convenio de transferencia de tecnología con INDUGLOB
- ¿ Convenio con la Universidad Estatal de Cuenca para las pruebas de FTIR y cromatografías
- ¿ Convenio con la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín Colombia para ensayos químicos, mecánicos y térmicos
- ¿ Intención de convenio con el Gremio de Artesanos

## 11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL :	Universidad Pontificia Bolivariana
REPRESENTANTE LEGAL :	
DIRECCION :	Medellín - Colombia
PAGINA WEB :	<a href="http://www.upb.edu.co">www.upb.edu.co</a>
E-MAIL :	
TIPO :	Privado