

Fecha de presentación del Informe: Día  Mes  Año **1. Datos generales del Proyecto**

Código del proyecto: 71071			
Título del proyecto: SUPERFICIES CON PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS PARA EL CONTROL INMUNOHEMATOLÓGICO DE LA SANGRE Y HEMODERIVADOS: SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES			
Facultad o Instituto Académico: FACULTAD DE CIENCIAS NATURALEZ Y EXACTAS			
Departamento o Escuela: DEPARTAMENTO DE QUÍMICA			
Grupo (s) de investigación: GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS CON APLICACIONES TECNOLÓGICAS (GI-CAT)			
Entidades: UNIVERSIDAD DEL VALLE			
Palabras claves: ANTIMICROBIANOS, POLIURETANOS, POLICLORURO DE VINILO, HEMOLISIS			
Investigadores <sup>1</sup>	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Dr. MANUEL PALENCIA	10	10 H/SEM
Coinvestigadores	Dr. ALVARO ARRIETA	5	5 H/SEM
	Dra (c). SIXTA PALENCIA	5	5 H/SEM
Otros participantes	TULIO LERMA	20	20 H/SEM
	MARIA ELIZABETH BERRIO	10	20 H/SEM

**2. Resumen ejecutivo:***Resumen en español*

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, las infecciones por microorganismos son la principal causa de muerte del ser humano; en particular, la

<sup>1</sup> Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.



contaminación por bacterias es el principal problema en los diferentes procedimientos relacionados con el uso de la sangre y sus hemoderivados. Más específicamente, la bacteriemia, o contaminación de la sangre por bacterias, puede ser adquirida como resultado de diversas infecciones de los tejidos e incluso como resultado de la contaminación de catéteres y otros instrumentos intravasculares de uso médico. En la actualidad, la reducción del riesgo de infección de la sangre y hemoderivados para fines transfusionales se logra mediante estrategias de control y el uso de fotoinactivadores. Sin embargo, aunque los métodos de fotoinactivación han evidenciado ser eficaces para la eliminación de patógenos, tienen la desventaja de no ser selectivos y aumentar el riesgo toxicológico de genotoxicidad.

Con el fin de minimizar la resistencia de las bacterias a los antibióticos, muchas investigaciones se han enfocado en la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos multiobjetivo y el desarrollo de métodos de eliminación de microorganismos de naturaleza no farmacológica. En este sentido, se ha identificado que moléculas orgánicas con grupos catiónicos poseen capacidad bacteriostática y bactericida resultante de la interacción de los centros de carga positiva con centros negativos de la superficie bacteriana.

Por otro lado, los polímeros son materiales muy versátiles que pueden ser diseñados para incorporar diversas propiedades estructurales y funcionales que permitiendo una amplia gama de aplicaciones. Así, materiales poliméricos como el policloruro de vinilo (PVC) y los poliuretanos (PUs), se emplean ampliamente en aplicaciones biomédicas debido a su bajo costo, biocompatibilidad y excelentes propiedades mecánicas. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue desarrollar superficies catiónicas con propiedades antimicrobianas con potenciales aplicaciones para el control de inmunohematológico de la sangre y hemoderivados. La estrategia seguida fue la incorporación a matrices de PVC y PU grupos catiónicos y aprovechar la actividad antimicrobiana que presentan dichos grupos. En primer lugar, se realizó la modificación secuencial de la matriz polimérica PVC con etilendiamina para la inserción de grupos amino a la matriz polimérica, para que posteriormente actuaran como puntos para la generación de grupos catiónicos amonios cuaternarios mediante la etilación exhaustiva de estos con 1-bromoetano. Por otro lado, para la síntesis de PUs catiónicos, se sintetizó el monómero cloruro de N-carboxymetil-N,N,N-trietilamonio (CICMtEA), el cual posee una doble funcionalidad al poseer en su estructura el grupo amonio cuaternario y un grupo ácido carboxílico por el cual se pueden llevar a cabo reacciones de uretanización. Posteriormente, se desarrollaron los PUs catiónicos empleando diisocianato de difenilmetano (MDI), manitol y el CICMtEA en una reacción libre de solvente.

La caracterización de los materiales fue realizada por FTIT-ATR, RMN, TGA, DSC, análisis elemental y ángulo de contacto. Posteriormente, se realizó el estudio de su actividad antimicrobiana frente a cepas de *E. coli* y *S. aureus*. Finalmente, se evaluó su



actividad hemolítica. Se encontró que PVC con grupos catiónicos amonio cuaternario pudo ser obtenido mediante la modificación secuencial del PVC, empleando la EA como agente de inserción de grupos amino a la cadena del polímero, que posteriormente actúan como sitios activos para la formación de grupos amonio cuaternarios. También que el monómero CICMtEA puede ser obtenido con un porcentaje del 60 % y que PUs catiónicos basados en MDI, manitol y CICMtEA pueden ser obtenidos mediante una reacción tricomponente en ausencia de solvente, de fácil aplicación y amigable con el medio ambiente. Por otro lado, en cuanto a la caracterización térmica de los materiales desarrollados basados tanto en PVC como en PUs mostraron que estos materiales poseen estabilidades térmicas que permiten su uso a temperaturas inferiores a los 140 °C y 160 °C, para el PVC y los PUs con grupos catiónicos, respectivamente. En cuanto a la actividad antimicrobiana los distintos materiales desarrollados con grupos catiónicos presentaron actividades superiores al 30 % contra las cepas evaluadas. Finalmente, el PVC con grupos catiónicos mostro un incremento en la actividad hemolítica frente a su precursor PVC, siendo del 7,2 %. Del mismo modo, los PUs catiónicos desarrollados mostraron actividad hemolítica en función de la cantidad de CICMtEA, siendo los PUs con menor cantidad de este, los que presentaron una actividad inferior al 5 %.

#### *Resumen en inglés*

According to the World Health Organization, infections by microorganisms are the main cause of death of the human being; in particular, contamination by bacteria is the main problem in the different procedures related to the use of blood and its blood products. More specifically, bacteremia, or contamination of the blood by bacteria, can be acquired as a result of various tissue infections and even as a result of the contamination of catheters and other intravascular instruments for medical use. Currently, the reduction of the risk of infection of blood and blood products for transfusion purposes is achieved through control strategies and the use of photoinactivators. However, although the methods of photoinactivation have been shown to be effective for the elimination of pathogens, they have the disadvantage of not being selective and increasing the toxicological risk of genotoxicity.

In order to minimize the resistance of bacteria to antibiotics, many investigations have focused on the search for new multiobjective antimicrobial agents and the development of non-pharmacological microorganism elimination methods. In this sense, it has been identified that organic molecules with cationic groups have bacteriostatic and bactericidal capacity resulting from the interaction of the centers of positive charge with negative centers of the bacterial surface.

On the other hand, polymers are very versatile materials that can be designed to incorporate various structural and functional properties that allow a wide range of applications. Thus, polymeric materials such as polyvinyl chloride (PVC) and

polyurethanes (PUs), are widely used in biomedical applications due to their low cost, biocompatibility and excellent mechanical properties. Therefore, the objective of this research was to develop cationic surfaces with antimicrobial properties with potential applications for immunohematological control of blood and blood products. The strategy followed was the incorporation into PVC and PU matrices of cationic groups and take advantage of the antimicrobial activity presented by these groups. First, the sequential modification of the polymeric PVC matrix with ethylene diamine was carried out for the insertion of amino groups into the polymeric matrix, so that later they would act as points for the generation of quaternary ammonium cationic groups by means of the exhaustive ethylation of these with 1-bromoethane. On the other hand, for the synthesis of cationic PUs, the monomer chloride of N-carboxymethyl-N, N, N-triethylammonium (CICMtEA) was synthesized, which possesses a double functionality since it has in its structure the quaternary ammonium group and a group carboxylic acid by which urethanization reactions can be carried out. Subsequently, cationic PUs were developed using diphenylmethane diisocyanate (MDI), mannitol and CICMtEA in a solvent-free reaction.

The characterization of the materials was carried out by FTIT-ATR, NMR, TGA, DSC, elemental analysis and contact angle. Subsequently, the study of its antimicrobial activity against strains of *E. coli* and *S. aureus* was carried out. Finally, its hemolytic activity was evaluated. It was found that PVC with cationic ammonium quaternary groups could be obtained by sequential modification of PVC, using EA as an agent for inserting amino groups into the polymer chain, which subsequently act as active sites for the formation of quaternary ammonium groups. Also, that the monomer CICMtEA can be obtained with a percentage of 60% and that cationic PUs based on MDI, mannitol and CICMtEA can be obtained by a tricomponent reaction in the absence of solvent, of easy application and friendly to the environment. On the other hand, in terms of the thermal characterization of the materials developed based on both PVC and PUs showed that these materials have thermal stabilities that allow their use at temperatures below 140 °C and 160 °C, for PVC and PUs with cationic groups, respectively. Regarding the antimicrobial activity, the different materials developed with cationic groups presented activities superior to 30% against the strains evaluated. Finally, PVC with cationic groups showed an increase in hemolytic activity compared to its PVC precursor, being 7.2%. Similarly, the developed cationic PUs showed hemolytic activity as a function of the amount of CICMtEA, being the PUs with less amount of this, those that presented an activity lower than 5%.

### 3. Síntesis del Proyecto (máximo 5 páginas):

#### Tema

La transfusión sanguínea es un proceso médico de gran importancia en diversos procedimientos quirúrgicos necesarios para preservar la vida del paciente; sin embargo, al ser la sangre un fluido biológico existe un alto riesgo de que mediante su transfusión

se transmitan infecciones por contaminación de la sangre en alguna de las etapas asociadas con su obtención, almacenamiento y utilización. Así mismo, dicho riesgo se extiende a otros componentes sanguíneos usados en diversos tratamientos médicos como hematocritos, leucocitos y plasma. La susceptibilidad a la contaminación bacteriana de la sangre (bacteriemia) y de sus hemoderivados es alta debido a que su almacenamiento y conservación se realiza en condiciones óptimas de crecimiento microbiano, además, los procedimientos de asepsia durante la extracción y transfusión no son 100% eficaces como resultado de bacterias subcutáneas; además, a pesar de los distintos procedimientos de análisis siempre existe el riesgo de contaminación por fallas en los protocolos de control, y ante la contaminación (incluso por sólo una célula), no existen procedimientos para su detección y eliminación sin pérdida del producto. Por otro lado, los procedimientos de prevención de la bacteriemia pueden resultar de difícil implementación bajo diversas circunstancias en zonas de difícil acceso (zonas aisladas de montaña o selváticas), zonas con carencias en la infraestructura biomédica, o procedimientos bajo circunstancias excepcionales como la atención de heridos durante desastres naturales. Una estrategia habitual para minimizar las infecciones es limitar los tiempos de conservación; sin embargo, esta alternativa limita su disponibilidad en los bancos de sangre. Por otro lado, en algunos países, USA y Francia principalmente, para minimizar los efectos sépticos generados por las infecciones transmitidas por transfusión se utilizan medidas epidemiológicas basadas en el uso de agentes fotosensibilizadores genotóxicos con la desventaja de que estos permanecen en la sangre hasta después de su uso.

### Objetivos: general y específicos

#### **Objetivo general**

Desarrollar superficies con propiedades antimicrobianas con potenciales aplicaciones en el control inmunohematológico de la sangre y hemoderivados, conjuntamente con el análisis de sus propiedades y la naturaleza de las interacciones superficiales que tienen lugar.

#### **Objetivos específicos**

Sintetizar y caracterizar agentes antimicrobianos basados en polímeros nanoestructurados, polielectrolitos catiónicos, de origen fitoquímico y de naturaleza híbrida.

Evaluar las propiedades antimicrobianas y hemolíticas de los agentes sintetizados.

Construir superficies antimicrobianas basadas en PVC y poliuretanos mediante la inmovilizar de los agentes antimicrobianos seleccionados.

Evaluar las propiedades antimicrobianas y hemolíticas de las superficies desarrolladas bajo diferentes condiciones.

### Metodología

En síntesis, los procedimientos metodológicos se direccionaron hacia: (i) nanopartículas con propiedades antimicrobianas empleando diferentes agentes de estabilización, que posteriormente fueron incorporadas a matrices de PVC, (ii) PVC catiónico obtenido a partir de la modificación superficial mediante métodos químicos para la inserción de grupos amonio cuaternarios y (iii) Síntesis de poliuretanos con grupos catiónicos superficiales mediante la síntesis de precursores catiónicos que se insertan durante el método de síntesis.

Los detalles metodológicos se describen en los documentos anexos (ver pdf en el cd).

De manera adicional, se desarrolló un método bioanalítico para el estudio de superficies antimicrobianas. Este aspecto inicialmente no fue considerado como un objetivo del proyecto, pero su desarrollo permite evaluar, dentro del marco del proyecto, la susceptibilidad de los diferentes materiales a ser colonizados por microorganismos y en consecuencia, su capacidad a formar biopelículas en los materiales que se evalúen desde un punto de vista antimicrobiano. Así mismo, se exploró otro tipo de polímeros (almidones modificados).

### Resultados obtenidos

Los resultados se describen en los documentos anexos (ver pdf en el cd). Aquí, sólo se presentan de manera breve los principales resultados relacionados con las actividades experimentales del proyecto.

- PVC con grupos catiónicos amonio cuaternario pudo ser obtenido mediante la modificación secuencial del PVC, empleando la etilendiamina como agente de inserción de grupos amino a la cadena del polímero, que posteriormente actúan como sitios activos para la formación de grupos amonio cuaternarios. Obteniéndose un grado de inserción de cadenas laterales de EA del 16,3 %.
- El monómero CICMtEA puede ser obtenido con un porcentaje del 60 %, por medio de la reacción entre BrACE y tEA, en ausencia de solvente y posterior hidrólisis ácida con HCl, siendo una síntesis de fácil aplicación y eficiente.
- PUs catiónicos basados en MDI, manitol y CICMtEA pueden ser obtenidos mediante una reacción tricomponente en ausencia de solvente, de fácil aplicación y amigable con el medio ambiente. Presentando tamaños de partícula superiores a 5  $\mu\text{m}$  e inferiores a 500  $\mu\text{m}$ .

- La caracterización térmica de los materiales desarrollados basados tanto en PVC como en PUs mostraron que estos materiales poseen estabildades térmicas que permiten su uso a temperaturas inferiores a los 140 °C y 160 °C, para el PVA y los PUs catiónicos, respectivamente. Es decir, que pueden ser empleados en procesos típicos de esterilización.
- El PVA mostro un incremento en la hidrofiliidad de superficie en contraste con el PVC, incrementando el trabajo de adhesión con el agua y permitiendo una mayor interacción con medios acuosos y los posibles solutos presentes en el medio.
- Los distintos materiales desarrollados con grupos catiónicos presentaron actividades antimicrobianas superiores al 30 % contra la *E. coli* y *S. aureus*, específicamente, los PUs catiónicos mostraron una actividad en función de la concentración de CICMtEA en la matriz polimérica.
- El PVA mostro un incremento en la actividad hemolítica frente a su precursor PVC, siendo del 7,2 %, lo cual de acuerdo a la norma ASTM F756-17 es clasificado como material hemolítico, limitando su uso como potencial material para el almacenamiento de sangre.
- Los PUs catiónicos desarrollados mostraron actividad hemolítica en función de la cantidad de CICMtEA, siendo los PUs con relación molar NCO:CICMtEA, 1,0:0,63, los que presentaron una actividad inferior al 5 %, pudiendo ser empleados como promisorios materiales en aplicaciones inmunohetológicas.

### Principales conclusiones y/o recomendaciones

Como principales productos del proyecto se obtuvieron dos materiales poliméricos con grupos catiónicos amonios cuaternarios basados en PVC y PUs, por lo que dentro de las perspectivas esta la evaluación del efecto de la variación en la longitud de la cadena alquílica de los grupos amonio cuaternario de los materiales basados en PVC y PUs con el objetivo de mejorar su actividad antimicrobiana y disminuir la actividad hemolítica, de estos. Así, como también del desarrollo de dispositivos basados en PUs que puedan entrar en contacto con los diferentes componentes de la sangre y disminuir su carga bacteriana.

Se recomienda evaluar condiciones alternativas de modificación del PVC con el objetivo de mejorar los rendimientos de modificación, teniendo en cuenta que al incrementarse el número de grupos catiónicos sobre la matriz genera un incremento de la hidrofiliidad del material y por consiguiente su solubilidad en medios acuosos. También se recomiendo el estudio de nuevos monómeros de doble funcionalidad y grupos amonio cuaternario con grupos sustituyentes de cadena carbonada más larga



#### 4. Impactos actual o potencial:

Haga una descripción y/o relacione los impactos que tenga el proyecto en los diferentes ámbitos:

##### Académico (aportes a la docencia, aportes a la formación de recursos humanos):

El proyecto permitió la formación en investigación de estudiantes a diferentes niveles: pregrado y posgrado (maestría). Un total de 2 en cada nivel. Además, permitió la implementación de técnicas microbiológicas y bioensayos (ensayo de hemólisis), así como la implementación de técnicas propias de ingeniería de materiales no existentes en el grupo previo al comienzo del proyecto.

Desde un punto de vista académico más a futuro, permitió el desarrollo de un método bioanalítico para proyectos futuros y rutas de síntesis de nuevos materiales.

##### Investigativo (divulgación de resultados):

El proyecto permitió mostrar resultados en los siguientes eventos: Simposio Nacional de Química Básica y Aplicada (2 trabajos) y el Congreso Colombiano de Química (1 trabajo).

Además, permitió la generación de 3 artículos que ya han sido sometidos a revistas internacionales (*Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, *European Polymer Journal* and *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*), y otros 2 que se encuentran en preparación.

##### Desarrollos futuros:

Los resultados del proyecto se direccionan hacia 2 estrategias puntuales: (i) modificación de la longitud de cadena de los grupos amonio cuaternario con el fin de minimizar la interacción con el ácido siálico de los glóbulos rojos y minimizar la capacidad hemolítica de los materiales; y (ii) incorporar nanopartículas de plata como alternativa antimicrobiana, y controlar la capacidad hemolítica mediante modificación del agente de estabilización.

Por otro lado, los materiales obtenidos presentan gran proyección en otras aplicaciones que no impliquen contacto con la sangre, pero que busquen la seguridad microbiológica.



## 5. Productos:

Tabla No. 1. Cantidad y tipo de productos pactados en el *Acta de Trabajo y Compromiso* y productos finalmente presentados

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
<b>Productos de nuevos conocimientos</b>								
Artículo aceptado para evaluación:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
		2			1	1		
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
			1			1	1	
Artículo en revista no indexada	1				1			
Libros de autor que publiquen resultados de investigación	0				0			
Capítulos en libros que publican resultados de investigación	0				0			
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados	0				0			
• Prototipos y patentes	0				0			
• Software	0				0			
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial	0				0			
Normas basadas en resultados de investigación	0				0			
<b>Formación de recursos humanos</b>								
<b>Tipo de recurso humano</b>	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis		No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis			
Estudiantes de pregrado	3	0		3	0			



TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Semillero de Investigación	3		3	
Estudiantes de maestría	2		2	
Estudiantes de doctorado	0		0	
Joven investigador	0		0	
<b>Productos de divulgación</b>				
Publicaciones en revistas no indexadas	1		1	
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
	3	2	6	3
<b>Propuesta de investigación</b>				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1		1	

**Tabla No. 2. Detalle de productos**

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	<b>Revista:</b> European Polymer Journal (Año 2019). <b>Artículo bajo revisión</b>
Nombre Particular:	Antibacterial cationic poly(vinyl chloride) as an approach for in situ pathogen inactivation by surface contact with biomedical materials
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 07-01-2019



Participantes:	Manuel Palencia-Luna, Tulio Lerma, Natalia Afanasjeva
Sitio de información:	European Polymer Journal
Formas organizativas:	1. Department of Chemistry, Faculty of Natural and Exact Science, Universidad del Valle, Cali-Colombia 2. Mindtech Research Group (Mindtech-RG), Mindtech s.a.s., Cali-Colombia

...

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	<b>Revista:</b> Industrial and Engineering Chemistry (Año 2019). <b>Artículo sometido a revisión</b>
Nombre Particular:	Cationic polyurethanes based on insertion of N-carboxymethyl- N,N,N-triethylammonium chloride with antibacterial and non-hemolytic properties for the pathogen-inactivation by surface contact
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 26-02-2019
Participantes:	Manuel Palencia-Luna, Tulio Lerma, Álvaro A Arrieta
Sitio de información:	Industrial and Engineering Chemistry
Formas organizativas:	1. Research Group in Science with Technological Applications (GI-CAT), Department of Chemistry, Faculty of Natural and Exact Science, Universidad del Valle, street 13 # 100-00, Campus Melendez, Cali 25360, Colombia. 2. Mindtech Research Group (Mindtech-RG), Mindtech s.a.s, Cali, 25360, Colombia 3. Department of Biology and Chemistry, Universidad de Sucre, Street 28 # 5-267, Sincelejo, 700001, Colombia

...

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	<b>Revista:</b> Journal of Nanoscience and Nanotechnology (Año 2017). <b>Vol: 17 Núm: 8 Págs: 5197-5204</b>
Nombre Particular:	Cationic polyurethanes based on insertion of N-carboxymethyl- N,N,N-triethylammonium chloride with antibacterial and non-hemolytic properties for the pathogen-inactivation by surface contact
Ciudad y fechas:	United States of America, Agosto 2017



Participantes:	Manuel Palencia-Luna, María E. Berrio, Sixta L. Palencia
Sitio de información:	Journal of Nanoscience and Nanotechnology doi:10.1166/jnn.2017.13850
Formas organizativas:	1. Department of Chemistry, Faculty of Natural and Exact Science, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2. School of Material Engineering, Faculty of Engineering, Universidad del Valle, Cali, Colombia 3. Doctorate in Science-Microbiology, Universidad de Concepción, Concepción, Chile 4. Mindtech Research Group (Mindtech-RG), Mindtech S.A.S. Barranquilla, Colombia

...

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	<b>Revista:</b> Current Chemical Biology (Año 2017). <b>Vol:</b> 11 <b>Núm:</b> 1 <b>Págs:</b> 28-35
Nombre Particular:	Hydrogels Based in Cassava Starch with Antibacterial Activity for Controlled Release of Cysteamine-Silver Nanostructured Agents
Ciudad y fechas:	Spain, Enero 2017
Participantes:	Manuel S. Palencia, Tulio A. Lerma, Enrique M. Combatt
Sitio de información:	Current Chemical Biology doi:10.2174/2212796810666161108152319
Formas organizativas:	1. Department of Chemistry, Faculty of Exact and Natural Science, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2. Department of Agricultural Engineering and Rural Development, Faculty of Agricultural Science, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

...

Tipo de producto:	Artículo (no indexada)
Nombre General:	<b>Revista:</b> Journal of Science with Technological Applications (Año 2017). <b>Vol:</b> 3 <b>Págs:</b> 66-76
Nombre Particular:	Thin-film composite by in situ polymerization of 4-chloromethyl styrene functionalized with N-methyl-D-glucamine in pore-type microreactors
Ciudad y fechas:	Chile, Noviembre 2017



Participantes:	Manuel S. Palencia, Tulio A. Lerma, María Elizabeth Berrio
Sitio de información:	Journal of Science with Technological Applications <a href="http://www.jsta.cl/publications/vol_3_nov_2017/art_25_jsta_nov_2017_vol_3_M_Palencia_et_al.pdf">http://www.jsta.cl/publications/vol_3_nov_2017/art_25_jsta_nov_2017_vol_3_M_Palencia_et_al.pdf</a>
Formas organizativas:	1. Department of Chemistry, Faculty of Natural and Exact Science, University of Valle, Cali, Colombia 2. Mindtech Research Group (Mindtech-RG), Mindtech s.a.s., Cali, Colombia

...

Tipo de producto:	Tesis
Nombre General:	Trabajo de investigación de maestría (Año 2018)
Nombre Particular:	Desarrollo de superficies catiónicas con propiedades antimicrobianas para el control inmunohematológico de la sangre y hemoderivados
Ciudad y fechas:	Diciembre 2018
Participantes:	Estudiante: Tulio Lerma Director: Manuel Palencia
Sitio de información:	Biblioteca Mario Carvajal – Universidad del Valle
Formas organizativas:	1. Research Group in Science with Technological Applications (GI-CAT), Department of Chemistry, Faculty of Natural and Exact Science, Universidad del Valle, street 13 # 100-00, Campus Melendez, Cali 25360, Colombia.

...

Tipo de producto:	Tesis
Nombre General:	Trabajo de investigación de maestría (Año 2018)
Nombre Particular:	Desarrollo de un método bioanalítico para el estudio in vitro del proceso de adhesión bacteriana
Ciudad y fechas:	Febrero 2019
Participantes:	Estudiante: Elizabeth Berrio Director: Manuel Palencia



Sitio de información:	Biblioteca Mario Carvajal – Universidad del Valle
Formas organizativas:	1. Research Group in Science with Technological Applications (GI-CAT), Department of Chemistry, Faculty of Natural and Exact Science, Universidad del Valle, street 13 # 100-00, Campus Melendez, Cali 25360, Colombia.

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	I Simposio Nacional de Química Básica y Aplicada
Nombre Particular:	Desarrollo de poliuretanos cationicos con actividad antimicrobiana para el control inmunohemológico de la sangre
Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali, octubre 31- noviembre 2 de 2018
Participantes:	Tulio A. Lerma, Álvaro Arriera, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento
Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Mindtech Research Group (MINDTECH-RG), Mindtech S.A.S, Cali – Colombia 3. Departamento de Biología y Química, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo – Colombia

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	I Simposio Nacional de Química Básica y Aplicada
Nombre Particular:	Desarrollo de un método bioanalítico para el estudio in vitro del proceso de adhesión bacteriana
Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali, octubre 31- noviembre 2 de 2018
Participantes:	M. Elizabeth Berrio, Sixta L. Palencia, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento



Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Laboratorio de Patogenicidad Bacteriana, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
-----------------------	---

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	I Simposio Nacional de Química Básica y Aplicada
Nombre Particular:	Aplicación de la Espectroscopía Derivativa Mejorada Funcionalmente (FEDS) al problema del solapamiento de señales espectrales del infrarrojo medio
Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali, octubre 31- noviembre 2 de 2018
Participantes:	Andrés Otálora Bermúdez, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento
Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia.

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	I Simposio Nacional de Química Básica y Aplicada
Nombre Particular:	Determinación del tamaño y distribución de tamaño de partículas inorgánicas mediante la deconvolución espectral de la banda de resonancia del plasmón superficial
Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali, octubre 31- noviembre 2 de 2018
Participantes:	Yuliana Sánchez, Angélica García, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento



Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Mindtech Research Group (MINDTECH-RG), Mindtech S.A.S, Cali – Colombia
-----------------------	--

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	I Simposio Nacional de Química Básica y Aplicada
Nombre Particular:	Una aproximación al estudio de las interacciones moleculares de sustancias húmicas mediante espectroscopia derivativa realizada funcionalmente (FEDS)
Ciudad y fechas:	Universidad del Valle - Santiago de Cali, octubre 31- noviembre 2 de 2018
Participantes:	Angélica García Quintero, Víctor J. Palencia, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento
Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Mindtech Research Group (MINDTECH-RG), Mindtech S.A.S, Cali – Colombia

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	XVII Congreso Colombiano de Química
Nombre Particular:	Polímeros catiónicos basados en policloruro de vinilo con propiedades antimicrobianas para el control inmunohematológico de la sangre
Ciudad y fechas:	Bucaramanga, octubre 25 - octubre 27 de 2017
Participantes:	Tulio A. Lerma, Álvaro Arriera, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento





Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Mindtech Research Group (MINDTECH-RG), Mindtech S.A.S, Cali – Colombia 3. Departamento de Biología y Química, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo – Colombia
-----------------------	---

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	SLAP 2018 - XVI SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE POLÍMEROS
Nombre Particular:	DEVELOPMENT OF CATIONIC POLYURETHANES WITH ANTIMICROBIAL ACTIVITY FOR THE IMMUNOHEMOLOGICAL CONTROL OF BLOOD
Ciudad y fechas:	Mar de Plata, Noviembre 6 – Noviembre 9 de 2018
Participantes:	Tulio A. Lerma, Álvaro Arriera, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento
Formas organizativas:	1. Grupo de Investigación en Ciencias con Aplicaciones Tecnológicas (GI -CAT), Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Mindtech Research Group (MINDTECH-RG), Mindtech S.A.S, Cali – Colombia 3. Departamento de Biología y Química, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo – Colombia

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	SLAP 2018 - XVI SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE POLÍMEROS
Nombre Particular:	Synthesis and characterization of semiconductors of cassava starch (Manihot esculenta)
Ciudad y fechas:	Mar de Plata, Noviembre 6 – Noviembre 9 de 2018
Participantes:	Alvaro Arrieta, Miguel Montoya, Manuel Palencia

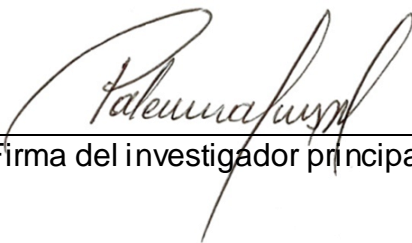


Sitio de información:	Memorias del evento
Formas organizativas:	1. Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Departamento de Biología y Química, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo – Colombia

...

Tipo de producto:	Memorias
Nombre General:	SLAP 2018 - XVI SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE POLÍMEROS
Nombre Particular:	Characterization of electrical charge accumulator systems of conductive polymers of cassava starch ( <i>Manihot esculenta</i> )
Ciudad y fechas:	Mar de Plata, Noviembre 6 – Noviembre 9 de 2018
Participantes:	Alvaro Arrieta, Miguel Montoya, Manuel Palencia
Sitio de información:	Memorias del evento
Formas organizativas:	1. Departamento de Química, Universidad del Valle, CI 13 N° 100-00, Cali – Colombia 2. Departamento de Biología y Química, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo – Colombia

*La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:*

  
Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

*Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11, con espacios de 1 1/2*