



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Biotecnología DECAB
2. Departamento de Ingeniería Química DIQ

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Nuevos Materiales
2. Recursos Orgánicos

1 Proyecto de Investigación

Título:

“Síntesis de materiales poliméricos y nanocompuestos de alto desempeño mediante las técnicas de emulsión, miniemulsión y encapsulamiento”

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El presente proyecto tiene como propósito el establecer la infraestructura de I&D necesaria para desarrollar, caracterizar y evaluar emulsiones poliméricas acuosas que se constituyan la base para desarrollar tanto materiales poliméricos de uso masivo como pintura arquitectónicas y pegamentos de bajo impacto ambiental, como materiales de uso más especializado. Entre los materiales de uso más especializado se puede señalar el desarrollo de materiales híbridos polímero-nanopartículas para la formulación de nanocompuestos con propiedades magnéticas y/o fotocatalíticas, encapsulamiento de partículas orgánicas e inorgánicas variadas, mediante la técnica de miniemulsión, las cuales puedan liberarse de forma controlada y tengan aplicaciones biomédicas potenciales como bactericidas, principios médicos y de control biológico,

Palabras clave:

Materiales poliméricos, nanocompuestos, emulsión, miniemulsión, encapsulamiento



6	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>6.1 Objetivos</p> <p>6.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Desarrollar materiales poliméricos de alto desempeño y versatilidad, los cuales utilicen procesos de manufactura que contribuya a mejorar la orientación del sector productivo hacia la innovación, la sustentabilidad, el bajo impacto ambiental y el uso de los recursos del país.
----------	--



6.1.2 Objetivos Específicos

- Arrancar un sistema de reacción para polimerización en emulsión con dispositivos de alimentación controlada de reactivos, control de temperatura de reacción y sistema de adquisición y registro de datos.
- Desarrollar emulsiones y miniemulsiones poliméricas de base acuosa, del tipo vinílicas, acrílicas y vinil acrílicas de alta conversión y alto desempeño mecánico, de potencial aplicación como bases para adhesivos y pinturas arquitectónicas de bajo impacto ambiental.
- Desarrollar materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos mediante la técnica de encapsulamiento de partículas (orgánicas e inorgánicas) con miniemulsiones.
- Evaluar el potencial de los materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos con potencial como fotocalizadores.
- Evaluar el potencial de los materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos con potencial como materiales para la liberación controlada de sustancias,
- Evaluar del potencial de los materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos con potencial como cubrimientos de desempeño especializado con propiedades magnéticas y alto desempeño mecánico.
- Validar el sistema de reacción ensamblado en función de las propiedades de los productos obtenidos.

6.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.

En el objetivo 10 del Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017 de la Nación Ecuatoriana (1) se plantea la necesidad de la diversificación y sustitución de importaciones y apunta a la necesidad de una estructura productiva orientada hacia el conocimiento y la innovación (2). En concordancia con lo anterior, el área de polímeros es una de las llamadas a ocupar un papel protagónico, lo cual viene dado por su alta movilidad tecnológica y por la existencia en el país de más de 600 empresas que se dedican a la transformación y procesamiento del plástico (3). Cabe destacar que este sector productivo, cumple un rol importante en la generación de productos termoplásticos uso masivo y de gran consumo nacional tales como envases desechables y reusables, bolsas, laminados, y materiales de construcción tales como tubería y conexiones, entre otros. Sin embargo, una revisión de las bases de datos relativas a este sector productivo (4), muestra que la dedicación de la mayoría de estas empresas, se centra en la producción de artículos de bajo valor agregado y de relativo bajo nivel de innovación.

Durante las dos últimas décadas, ha habido un aumento de la actividad hacia la preparación de materiales híbridos de polímeros con ales híbridos de polímeros con fibras y partículas y nanopartículas dando lugar a lo que se conoce como plásticos reforzados y nanocompuestos. Toda esta actividad de I&D tiene como fuerza impulsora la búsqueda de materiales con mejores propiedades: mecánicas, térmicas, retardo a la llama, bactericidas, propiedades eléctricas, barrera para Permeación de gases, entre otras. Entre las nanopartículas más utilizadas se pueden citar silicatos, nanotubos de carbono, óxidos metálicos de titanio, aluminio y hierro, nanopartículas de metales como Au, Ag, nitruros de carbono (5). Entre las fibra naturales se pueden citar la celulosa, sisal, lino, jute, bagazo de caña de azúcar, coco, algodón, ramio, entre otras; mientras que entre las fibras de origen diferente al vegetal destacan las de vidrio, carbón, aramida y Kevlar (6,7).

Al lado de lo antes citado, es de hacer notar la existencia de un importante sector industrial nacional el cual produce polímeros de naturaleza química variada, mediante procesos de polimerización en emulsión acuosa, que también genera productos de uso masivo tales pinturas arquitectónicas, adhesivos, tintas, materiales de construcción, aditivos para la industria del papel,



textiles y otras relacionadas.

A escala mundial, los polímeros obtenidos por procesos en emulsión representan aproximadamente el 10 % de la producción total polímeros y más del 50% de estos polímeros se utilizan directamente en forma de dispersión acuosa (8). En general, la tendencia creciente al uso industrial de la polimerización en fase acuosa, no solo se debe al hecho que se generan polímeros con propiedades únicas, con procesos de relativa baja complejidad, sino por la ventaja ambiental de sustituir solventes orgánicos por agua en muchas de las aplicaciones arriba mencionadas (9).

En general, la sustentabilidad en el mediano y largo plazo los procesos de manufactura polímeros y sus productos, va a estar acotada a tener un bajo impacto ambiental. Esta limitación una fuerza impulsora para promover la innovación y el desarrollo de nuevos productos poliméricos. A pesar de este avance en materia ambiental en el uso de emulsiones base acuosa, no se conocen en el país esfuerzos de I&D la generación de emulsiones poliméricas de mayor componente de innovación dedicadas a cubrimientos de alto desempeño, producción de petróleo o encapsulamiento de nanopartículas de diferente proveniencia para aplicaciones industriales, biológicas o biomédicas.

Ese proyecto va en la dirección de consolidar en la instituciones involucradas el conocimiento y la capacidad de innovación para el desarrollo de productos y aplicaciones novedosas en áreas de materiales poliméricos tales como: a) Emulsiones y miniemulsiones poliméricas de base acuosa, del tipo vinílicas, acrílicas y vinil acrílicas de alta conversión y alto desempeño mecánico, b) Materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos con potencial como fotocalizadores y para la liberación controlada de sustancias orgánicas e inorgánicas, y c) materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos como cubrimientos de desempeño especializado con propiedades magnéticas y alto desempeño mecánico

Por otro lado este proyecto va a permitir: a) el trabajo de equipos interdisciplinarios y especialistas en áreas de nano tecnología, polímeros, petroquímica, biotecnología, b) el fortalecimiento de la cultura institucional de investigación y adquisición de nuevos conocimientos para la formación de nuevos profesionales, c) Ayudará a fomentar las relaciones entre la EPN y otras comunidades académicas relacionadas con la obtención de plásticos biodegradables y con soluciones de biodegradación, que pueden ser ofertadas a diversas comunidades y d) Mejorar el equipamiento dentro de los laboratorios de la institución.

6.3 Productos esperados

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a. Publicaciones científicas (obligatorio); | <input checked="" type="checkbox"/> |
| b. Disertación a la Comunidad Politécnica; | <input type="checkbox"/> |
| c. Proyecto de Titulación; | <input checked="" type="checkbox"/> |
| d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); | <input type="checkbox"/> |
| e. Aplicación tecnológica construida o implementada; | <input type="checkbox"/> |
| f. Patente presentada; | <input type="checkbox"/> |
| g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. | <input type="checkbox"/> |

6.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- Establecimiento de un sistema de reacción para polimerización en emulsión y miniemulsión con dispositivos de alimentación controlada de reactantes, control de temperatura de reacción y sistema de adquisición y registro de datos,
- Desarrollo de emulsiones y miniemulsiones poliméricas de base acuosa, del tipo vinílicas, acrílicas y vinil acrílicas de alta conversión y alto desempeño mecánico
- Desarrollo materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos mediante la técnica de encapsulamiento de partículas (orgánicas e inorgánicas) con miniemulsiones
- Desarrollo de materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos con potencial como fotocalizadores.
- Desarrollo de materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos poliméricos con potencial como materiales para la liberación controlada de sustancias,



- f. Desarrollo de materiales híbridos polímero-nanopartículas y nanocompuestos con potencial como cubrimientos de desempeño especializado con propiedades magnéticas y alto desempeño mecánico

7 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

7.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

Fase I: Establecimiento, arranque y validación de un sistema de reacción para polimerización y desarrollo de emulsiones del tipo vinil, vinil acrílica.

7.1.1 Actualización de revisión bibliográfica

7.1.2 Montaje del sistema de polimerización en emulsión

7.1.3. Pruebas de equipos con equipos accesorios tales como bombas de dosificación y termostato

7.1.4. Validación del sistema de polimerización con un formulación estándar del tipo todo acrílica

7.1.5. Diseño experimental tipo 2³ a fin de establecer la sensibilidad del equipo a tres variables de la formulación

7.1.6. Diseño e instalación de un sistema de adquisición de datos experimentales

7.1.7. Desarrollo de formulación del tipo vinil acrílica de alto desempeño para el potencial desarrollo de pinturas arquitectónicas de alta resistencia a la abrasión y alta conversión

7.1.8. Desarrollo de formulación vinílica con potencial como pegamento acuoso de alto desempeño mecánico

7.1.9. Caracterización de las emulsiones obtenidas por técnicas tales como: tamaño de partícula, viscosidad Brookfield, propiedades mecánicas y ópticas

Fase II: Establecimiento, arranque y validación de un sistema de reacción para polimerización en miniemulsión y desarrollo de la técnica de miniemulsión para el encapsulamiento de partículas orgánicas e inorgánicas.

7.2.1. Montaje del sistema de polimerización en miniemulsión

7.2.2. Pruebas de equipos con equipos accesorios tales sistema de ultrasonido para lograr el tamaño de gota en el rango manométrico

7.2.3. Validación del sistema de polimerización en miniemulsión con un formulación estándar hidrofóbica del tipo todo acrílica

7.2.4. Validación del sistema de polimerización en miniemulsión con un formulación estándar hidrofílica del tipo vinílica

7.2.5. Selección y caracterización de nanopartículas a ser encapsuladas (ferritas, nitruros de carbono y boro y partículas de origen biológico)

7.2.5 Encapsulamiento de partículas inorgánicas seleccionadas mediante la técnica de emulsión y miniemulsión

7.2.6 Encapsulamiento de partículas orgánicas o biológicas seleccionadas mediante la técnica de emulsión y miniemulsión

7.2.6. Caracterización de los nanocompuestos obtenidos por técnica tales como: tamaño de partícula, microscopía electrónica

7.2.7. Evaluación del desempeño de las partículas orgánicas o biológicas en cuanto a su capacidad para la liberación controlada de sustancias

7.2.8. Evaluación del desempeños de las partículas inorgánicas encapsuladas en cuanto a su desempeño mecánico, magnético y/o fotoquímico

7.2.9. Modelaje de sistemas obtenido mediante el software “Material Studio”

Referencias bibliográficas:

1. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo “Transformación de Matriz productiva”
http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf
2. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo “Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017”
<http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-10.-impulsar-la-transformacion-de-la-matriz-productiva>
3. Diario el Comercio, Sección de Negocios, 11 de Junio de 2011.
<http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/negocios/600-empresas-de-industria-del.html>



4. Asociación Ecuatoriana del Plástico (Asepla) <http://www.plastico.com>
5. R. Scaffaro y L. Botta “Nanofilled Thermoplastic_ Thermoplastic Polymer Blends”, Chapter 5, en “Nanostructured Blends” S.Thomas, R. Shanks y C. Sarathchandran (Editores). Editorial Elsevier. UK, 2014].
6. [J. Biagiotti , D. Puglia y J. M. Kenny “A Review on Natural Fibre-Based Composites-Part I”, Journal of Natural Fibers, 1:2, 37-68, DOI: 10.1300/J395v01n02_04.
http://dx.doi.org/10.1300/J395v01n02_04
7. D. Puglia , J. Biagiotti & J. M. Kenny (2005) A Review on Natural Fibre-Based Composites—Part II, Journal of Natural Fibers, 1:3, 23-65, DOI: 10.1300/J395v01n03_03
http://dx.doi.org/10.1300/J395v01n03_03
8. M. J. Barandiaran, J. C. de la Cal, J. M. Asua. “Emulsion Polymerization”. Polymer Reaction Engineering, Capítulo 6. J.M. Asua Editor., Blackwell, 2007
9. J.M. Asua. “Challenges for industrialization of miniemulsión polymerization”. Progress in Polymer Science. 2014

7.2 Cronograma de trabajo anual: *(Descripción)*

- *Para la elaboración del cronograma de ejecución del proyecto se sugiere considerar el tiempo para la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.*

Primero y segundo año

Actividad	Porcentaje de avance por mes					
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-18	19-24
Revisión bibliográfica	x					
Montaje del sistema de polimerización en emulsión	x					
Pruebas de equipos con equipos accesorios		x				
por técnicas tales como: tamaño de partícula, viscosidad Brookfield		x				
Diseño experimental tipo 2 ³ a fin de establecer la sensibilidad del equipo a tres variables de la formulación		x				
Diseño e instalación de un sistema de adquisición de datos experimentales		x				
Validación del sistema de polimerización con un formulación estándar del tipo todo acrílica			x			
Desarrollo de formulación del tipo vinil acrílica de alto desempeño			x			
Desarrollo de formulación vinílica con potencial como pegamento de alto desempeño mecánico			x			
Caracterización de las emulsiones obtenidas				x		
Pruebas de equipos con equipos accesorios				x		
Validación del sistema de				x		



polimerización en miniemulsión con un formulación todo acrílica							
Validación del sistema de polimerización en miniemulsión con un formulación del tipo vinílica				x			
Selección y caracterización de nanopartículas a ser encapsuladas (orgánicas e inorgánicas)					X		
Encapsulamiento de partículas inorgánicas seleccionadas					X		
Encapsulamiento de partículas orgánicas o biológicas seleccionadas					X		
Caracterización de miniemulsiones y nanocompuestos obtenidos					X		
Evaluación del desempeño de las partículas orgánicas o biológicas para la liberación controlada de sustancias							x
Evaluación del desempeños mecánico, magnético y/o fotoquímico de las partículas inorgánicas encapsuladas							x
Modelaje de sistemas obtenido mediante el software "Material Studio							x
Presentación de resultados							x
Informe final							x
TOTAL							

8	Fechas de inicio y fin <i>Inicio: Noviembre 2015</i> <i>Fin: Octubre 2017</i>
----------	--

9	<p>Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.</p> <p>9.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores. <i>El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th><i>Proyecto</i></th> <th><i>Director</i></th> <th><i>Colaboradores</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>PII y PIS</i></td> <td><i>16 HSS</i></td> <td><i>8 HSS</i></td> </tr> <tr> <td><i>PIJ y PIMI</i></td> <td><i>20 HSS</i></td> <td><i>10 HSS</i></td> </tr> </tbody> </table> <p>9.2 Infraestructura y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Reactor instrumentado. Reactor de vidrio para síntesis de resinas.</i> - <i>DSC marcas: Shimadzu y Netzch. Calorímetro diferencial de barrido. Rango: -80° C a 600° C.</i> - <i>TGA. Termobalanza marca Shimadzu. Rango de temperaturas: 25° C a 1000° C.</i> - <i>FTIR. Espectrofotómetro infrarrojo marca Perkin Elmer, para caracterización de productos.</i> - <i>Laboratorio de análisis químico. Laboratorio general para análisis químico.</i> 	<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>	<i>PII y PIS</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>	<i>PIJ y PIMI</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>
<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>								
<i>PII y PIS</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>								
<i>PIJ y PIMI</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>								



9.3 Breve justificación del equipo requerido

- *Reactor instrumentado. Es un equipo fungible, por lo tanto se requiere un respaldo.*
- *Viscosímetro Brookfield RVT. El proyecto requiere la caracterización de la viscosidad de los productos.*
- *Mantas de calentamiento. Es necesario calentar los reactores para la síntesis de la resina.*
- *Material de vidrio: refrigerantes, acoples de vidrio, balones de destilación, dobles nuez, pinzas para balones, vasos de precipitación, pipetas, etc. Son accesorios empleados en la síntesis de la resina.*
- *Rotavapor. Purificación y recuperación de monómeros empleados como materias primas.*
- *Reactivos: Monómeros vinílicos, tensoactivos. Materia prima.*
- *Termocupla. Monitoreo de la temperatura.*
- *Termómetros calibrados. Monitoreo de la temperatura.*
- *Desecadores. Pretratamiento de muestras.*
- *Campana de extracción. Medida de seguridad para el personal que realiza la síntesis de las resinas.*

9.4 Fondos Adicionales

- *Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)*

10

Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)

- *Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA.*
- *Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país.*
- *En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos*

Primer Año

Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato Ayudantes de Investigación	3540	
Subtotal	3540	4.43
2. Maquinaria y Equipos Viscosímetro Brookfield Mantas de calentamiento Termómetros calibrados Aplicador de films Campana de extracción	17000 1200 300 2200 9400	
Subtotal	30100	37.63
3. Reactivos y materiales de laboratorio Material de vidrio: refrigerantes, acoples de vidrio, balones de destilación, dobles nuez, pinzas para balones, vasos de precipitación, pipetas, etc Reactivos: Monómeros vinílicos, tensoactivos.	1500 1100	
Subtotal	2600	3.25
4. Literatura especializada Libros Revistas	400 500	
Subtotal	900	1.13
5. Viajes técnicos y de muestreo	800	
Subtotal	800	1.00
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	-	
Subtotal	0	0.00



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

TOTAL PRIMER AÑO		37940	47.44
Segundo Año			
Lista de ítems		Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato Ayudantes de Investigación		3540	
Subtotal		3540	4.43
2. Maquinaria y Equipos Reactor instrumentado		20000	
Rotavapor		10200	
Termocupla		500	
Subtotal		30700	38.38
3. Reactivos y materiales de laboratorio Material de vidrio: refrigerantes, acoples de vidrio, balones de destilación, dobles nuez, pinzas para balones, vasos de precipitación, pipetas, etc		1500	
Desecadores		600	
Reactivos: Monómeros vinílicos, tensoactivos.		1200	
Subtotal		3300	4.13
4. Literatura especializada Libros		300	
Revistas		400	
Subtotal		700	0.88
5. Viajes técnicos y de muestreo		800	
Subtotal		800	1.00
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones		3000	
Subtotal		3000	3.75
TOTAL SEGUNDO AÑO		42040	52.56
TOTAL PRESUPUESTO		79980,00 + IVA	100

11	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Ciudad, ... de ... del 2015	
	Nombre: CC:	Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento/Instituto al que pertenece el Director del Proyecto , en Sesión del mediante Resolución No. y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.	
_____ JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO Nombre: CC:	_____ Lugar y fecha