



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CONSEJO ACADÉMICO



FORMATO DE PRESENTACIÓN - 2015
"PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN INTERNA". PROY. No. PII -

Área del proyecto: TECNOLOGÍA NUCLEAR Ciencias Básicas Ciencias Aplicadas X
FACULTAD: INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA
DEPARTAMENTO: CIENCIAS NUCLEARES
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: APLICACIONES DE ACELERADORES DE PARTÍCULAS

1 Proyecto de Investigación Interna

Título: Obtención de un hidrogel de quitosano mediante la irradiación con un haz de electrones acelerados, para determinar la aplicación de este hidrogel en la adsorción de cromo en aguas.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El presente proyecto tiene como objetivo obtener un hidrogel de quitosano mediante la irradiación con un haz de electrones acelerados, para determinar la aplicación de este hidrogel en la adsorción de cromo en aguas. Para esto, primero se extraerá la quitina proveniente de la cáscara del camarón y posteriormente, se obtendrá el quitosano. Se sumergirán las cáscaras del camarón en HCl 2N por 72 h, este precipitado será lavado. Después, el precipitado lavado, será colocado en una solución de NaOH al 50 % durante 2 h, se añadirá una solución de NaBH₄ de 0,83 g/L, como agente reductor y luego se lavará el precipitado hasta obtener un pH de 7. Este quitosano será caracterizado mediante la determinación de su peso molecular y su grado de desacetilación. Se preparará una solución acuosa de alcohol polivinílico (PVA) al 10 % y se disolverá el quitosano a 1, 2, 3 y 4 % en ácido acético. Se mezclarán 10 mL de la solución de PVA con 10 mL de las soluciones de quitosano y se irradiará a diferentes dosis entre 5 y 50 kGy en el acelerador lineal de electrones. El hidrogel obtenido será caracterizado mediante la determinación del porcentaje de hinchamiento, las propiedades térmicas y el espectro infrarrojo IR. Con estas características se escogerá el mejor hidrogel. Se prepararán 2 L de una solución de sal de cromo (III) a una concentración de 240 ppm, esta solución será dividida en cuatro, una parte quedará como testigo y las otras 3 serán tratadas con el mejor hidrogel. Cada una de las 3 soluciones tratadas, tendrá un pH de 3, 5 y 7, para determinar la adsorción del cromo (III) en el mejor hidrogel. Se establecerán las isotermas de adsorción de acuerdo con la cantidad de cromo (III) adsorbida como función del pH. Al final se analizará el costo de la elaboración del hidrogel obtenido.

Palabras clave (3-5): Hidrogel, quitosano, haz de electrones acelerados, adsorción de cromo en aguas.

2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto

Apellidos: Luna Aguilera	Dirección particular: Carcelén, Calle E2 N87-163 y Av. Jaime Roldós Aguilera.
Nombres: Gloria Maribel	
Lugar y fecha de nacimiento: 15 de septiembre de 1982	Teléfono casa: 2556437
Cargo actual en la EPN: Profesor agregado 1 a tiempo completo	Teléfono celular: 0999130765
Fecha ingreso a la EPN: 16 de agosto de 2010	Teléfono oficina: 2507144
Horas de dedicación al proyecto: 100 horas por semestre	Ext. EPN: 2273
	Correo electrónico: maribel.luna@epn.edu.ec

Formación de pregrado y postgrado

Títulos	Fecha	Institución / Universidad/ País
Ingeniería Química	2009	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador
Magíster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones	2010	Universidad Autónoma de Madrid/España

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

- 2 -

3 Datos personales y académicos del Docente colaborador		
Apellidos: ALDAS CARRASCO		Dirección particular: Santiago OE3-119 y América. Dto. 206
Nombres: Miguel Fernando		
Lugar y fecha de nacimiento: Quito, 16 de mayo de 1984		Teléfono casa: 2567088
Cargo actual en la EPN: Profesor Agregado 2 a TC		Teléfono celular: 0999736444
Fecha nombramiento definitivo: 1 de septiembre 2011		Teléfono oficina: 2558389
Horas de dedicación al proyecto: 70 horas por semestre		Ext. EPN: 2272
Correo electrónico: miguel.aldas@epn.edu.ec		
Formación de pregrado y postgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad/ País
Máster en Materiales	09/2009	Universit� Claude Bernard - Lyon 1/Francia
Ingeniero Químico	04/2008	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador

4	Objetivos, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación
	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivo General - Obtener un hidrogel de quitosano mediante la irradiación con un haz de electrones acelerados, para determinar la aplicación de este hidrogel en la adsorción de cromo en aguas. - Objetivos Específicos - Obtener quitosano a partir de la quitina proveniente de la cáscara de camarón. - Caracterizar el quitosano obtenido sobre la base del peso molecular y su grado de desacetilación. - Determinar la dosis óptima de irradiación en el acelerador lineal de electrones para la formación del hidrogel. - Seleccionar el mejor hidrogel obtenido, de acuerdo con el porcentaje de hinchamiento, la estabilidad térmica y el espectro IR. - Determinar la curva de adsorción del hidrogel de quitosano, mediante su capacidad de adsorción de cromo. - Analizar los costos de la elaboración del hidrogel preparado. - Hipótesis - Se puede adsorber cromo de aguas residuales en el hidrogel de quitosano desarrollado mediante irradiación con haz de electrones acelerados. - Resultados esperados - Quitosano - Características del quitosano obtenido - Dosis óptima para obtener el mejor hidrogel de quitosano - Hidrogel de quitosano - Características del mejor hidrogel de quitosano - Curva de adsorción del mejor hidrogel de quitosano - Costos de elaboración del mejor hidrogel de quitosano - Productos esperados - Proyecto de titulación - Publicación en revista indexada
	<ul style="list-style-type: none"> - Potenciales Usuarios - Futuros empresarios dedicados a la obtención de hidrogeles - Empresarios dedicados al tratamiento de aguas - Futuros usuarios del acelerador lineal de electrones ELU 6U de la Escuela Politécnica Nacional

5	<p>Relevancia de esta propuesta de investigación con los objetivos científicos del departamento y su Línea de Investigación</p> <p>¡Recordar!....Se consideran “Proyectos de Investigación Interno”: investigaciones preliminares que buscan iniciar los trabajos en un tema específico y que podrán servir de base para la formulación de futuros proyectos de investigación con fuentes de financiamiento externas a la EPN. Los proyectos deberán ser originales, no presentados ni publicados anteriormente y estar enmarcados en las Líneas de Investigación de los departamentos de la EPN.)</p> <p>El proyecto planteado se relaciona con la línea de investigación “Aplicaciones de aceleradores de partículas” debido a que la elaboración de hidrogeles mediante la irradiación con un haz de electrones acelerados, solo ha tenido un estudio previo en el país y se lo realizó en el acelerador lineal de electrones ELU 6U, del DCN (Pavón, 2014, pp. 40-42). Existen investigaciones sobre la fabricación de hidrogeles con irradiación gamma, pero estos se han realizado en el exterior. Deberían aumentar el número de investigaciones sobre las aplicaciones de los aceleradores de partículas para perfeccionarlas y que el Ecuador se ubique a la vanguardia en este ámbito (Valenzuela, 2006, p. 2).</p> <p>El camarón ecuatoriano está calificado como uno de los productos estrella de exportación en el país, se lo considera también como un producto gourmet a nivel mundial y a nivel nacional. En agosto de 2014, Ecuador exportó 51 878,55 libras de camarón, lo que ha llevado a que se introduzcan en el mercado nuevas industrias encargadas de la manufactura y exportación de este producto (Cámara Nacional de Acuacultura, 2014).</p> <p>Aproximadamente, el 60 % del peso total del camarón proviene de su cola, y de esta cantidad el 30 % corresponde a la cáscara de la cola. La industria del camarón aprovecha únicamente la carne y genera una gran cantidad de desechos sólidos. Por esta razón, una opción es dar uso a estos desechos sólidos. Una de las aplicaciones para los residuos de los mariscos es la obtención de quitina y quitosano, pero en la industria nacional no se obtiene estos compuestos (Viñan, 2005, p. 27).</p> <p>La quitina y el quitosano son productos muy demandados a nivel mundial por sus aplicaciones en diferentes industrias y áreas productivas como las de tratamiento de aguas, cosmética y médica. La quitina es el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza después de la celulosa y el quitosano es un derivado de la quitina, que se puede obtener de los caparzones de los crustáceos, animales invertebrados e insectos. Ninguno de estos productos se comercializan en Ecuador, por esta razón se investigará sobre la producción y aplicación de la quitina y el quitosano en la industria (Melo y Cuamatzi, 2007, p. 68; Beyer y Walter, 1987, p. 487).</p> <p>Los hidrogeles o biomateriales en su mayoría son utilizados en la medicina. Por ejemplo se utilizan como materiales que liberan fármacos en el organismo humano de manera controlada, también se utilizan en la agricultura y para la eliminación de iones metálicos en aguas residuales industriales. El método más utilizado para la obtención de hidrogeles consiste en la reacción de copolimerización por injerto por vía radical. Para este fin, se utiliza un iniciador de la reacción y un agente entrecruzante, el primero es el encargado de promover la reacción de copolimerización y el segundo provee la estructura reticulada al gel. Gracias a estos dos compuestos, los hidrogeles poseen las características de absorber agua, sin perder su estructura. (Arias, Aller, Fernández, Arias y Lorente, 2004, pp. 551, 554; Duarte, Verbel y Jaramillo, 2009, pp. 290-291).</p> <p>Las radiaciones ionizantes se han convertido en una herramienta muy útil en numerosos campos, entre estos la medicina, la generación de energía, la industria de alimentos, la agricultura y la industria de materiales. Una de las aplicaciones estudiada en los últimos años sobre las radiaciones, es la elaboración de hidrogeles, dado que las radiaciones sustituyen el uso de químicos en la formación de los mismos. En esta, la energía ionizante es suficiente para iniciar la reacción y la reticulación del hidrogel. Por este motivo se propone el presente proyecto para investigar los efectos del haz de electrones acelerados en el proceso de formación de hidrogeles de quitosano (González y Rabin, 2011, pp. 14, 19, 38).</p> <p>La industria de cuero en el Ecuador, se desarrolla en su mayoría en las provincias de Azuay y Tungurahua. Este sector es una de las prioridades del gobierno, para impulsar el cambio de la matriz productiva del país. En los últimos años se ha capacitado al recurso humano, se ha invertido en infraestructura y se han generado puestos de trabajo (Ministerio de Industrias y Productividad, 2014).</p>
----------	---

A pesar del desarrollo de este sector, la problemática asociada es la contaminación de los ríos, producida por las sustancias químicas vertidas en los mismos por parte de la industria artesanal de cuero. Más del 80 % de las curtiembres presentes en la provincia, utilizan en sus procesos de curtido y pelambre sales de cromo. Estas sales de cromo (III) en medio ácido estabilizan el colágeno para convertir las pieles en cuero, la cantidad de cromo (III) del agua residual de la industria de curtiembre es 70 mg/L (Ministerio del Ambiente, 2013; Tayupanda, 2010, p. 26).

Los estudios sobre la eliminación de iones metálicos de las aguas mediante el uso de quitosano están en incremento, por tanto en este proyecto se busca promover el uso del quitosano no solo como compuesto puro sino como hidrogel para determinar su aplicación en este campo.

Por lo mencionado anteriormente, este proyecto pretende buscar soluciones a los problemas ambientales causados tanto por la contaminación de aguas con efluentes cromados provenientes de las industrias de curtido de pieles, así como también a la acumulación de los desechos sólidos de camarón que se producen en el proceso de empacado para la exportación de este producto.

- Referencias Bibliográficas

- Arias, J., Aller, M., Fernández, E., Arias, J. I. y Lorente, L. (2004). *Propedéutica Quirúrgica. Preoperatorio, operatorio, postoperatorio*. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=4k3NZuoAKyG&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false> (Octubre, 2014).
- Beyer, H. y Walter, W. (1987). *Manual de química orgánica*. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=Pm7INZzKlaoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false> (Octubre, 2014).
- Cámara Nacional de Acuicultura, (2014). *Exportaciones por Mercado y País Comparativo acumulado a Agosto 2014*, Recuperado de <http://www.cna-ecuador.com/comercio-exterior/estadisticas/camaron>, (Octubre, 2014).
- Duarte, E., Verbel, J. y Jaramillo, B. (2009). Remoción de cromo de aguas residuales de curtiembres usando quitosano obtenido de desechos de camarón. *Scientia et Technica*. 2(42). 290-295. Recuperado de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/2679/1401> (Septiembre, 2014).
- González, G. y Rabin, C. (2011). *Para entender las radiaciones: energía nuclear, Medicina, Industria*. Montevideo, Uruguay: DIRAC.
- Melo, V. y Cuamatzi, O. (2007). *Bioquímica de los procesos metabólicos*. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=KHec9weY8Y0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false> (Septiembre, 2014).
- Ministerio de Industrias y Productividad, (2014), *BP. 126- El MIPRO promueve la innovación del calzado en el austro ecuatoriano*, Recuperado de <http://www.industrias.gob.ec/bp-126-el-mipro-promueve-la-innovacion-del-calzado-en-el-austro-ecuadoriano/>, (Octubre, 2014).
- Ministerio del Ambiente, (2013), *Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador*, Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART11.pdf>, (Octubre, 2014).
- Pavón, C. (2014). *Preparación de hidrogeles para el tratamiento de efluentes coloreados, con base en polisacáridos y alcohol polivinílico (PVA) por medio de irradiación beta con un acelerador lineal de electrones* (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico no publicado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Tayupanda, S. (2010). *Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual del proceso de pelambre para su reutilización, curtiembres "PUMA"*. (Tesis de grado previo la obtención del título de Ingeniero Químico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Valenzuela, C. (2006). *Obtención de quitosano de pota (Dosidicus gigas) empleando altas dosis de radiación gamma*. (Tesis para optar el título Profesional Químico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Viñan, O. (2005). *Aprovechamiento de residuos de camarón y cangrejo, para obtener quitina, quitosana y proteína con fines farmacéuticos* (Tesis para optar el título de Profesional Químico). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

6 Descripción del proyecto, metodología, cronograma de trabajo y justificación del equipo requerido

- Descripción del proyecto (Máximo una carilla)

1. Obtención de quitosano a partir de la quitina proveniente de la cáscara de camarón, sobre la base de la desacetilación termo alcalina.
2. Caracterización del quitosano obtenido sobre la base del peso molecular y su grado de desacetilación.
3. Preparación de 4 soluciones de quitosano en ácido acético y 1 solución de alcohol polivinílico (PVA) para los procesos de irradiación.
4. Irradiación de las mezclas preparadas a diferentes dosis entre 5 y 50 kGy para formar los hidrogeles
5. Determinación de la dosis óptima de irradiación en el acelerador lineal de electrones ELU 6U.
6. Selección del mejor hidrogel obtenido mediante el porcentaje de hinchamiento, espectroscopía infrarroja (IR) y análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC).
7. Determinación de la capacidad de adsorción de cromo en el hidrogel.
8. Análisis de los costos de la elaboración del hidrogel.

- Metodología y diseño de la investigación (Máximo una carilla)

Obtención de quitosano a partir de la quitina proveniente de la cáscara de camarón

Se recolectarán 30 kg de cáscara de camarón y se mantendrán en refrigeración para evitar su descomposición. Se retirarán de manera manual las patas, colas y los residuos de carne que se encuentren. Este material será lavado con abundante agua hasta eliminar todas las impurezas presentes. Luego se procederá a secar el material en una estufa a 90 °C por 5 h, hasta llegar a un peso constante (Lalaleo, 2010, p. 37).

El producto triturado será sumergido en una solución de HCl 2N a temperatura ambiente por 72 h. Luego de terminado este proceso el precipitado se lavará con abundante agua hasta que el producto tenga un pH de 7. El precipitado será colocado en una solución de NaOH al 50 %, a 100 °C, durante 2 h. Se añadirá borohidruro de Sodio (NaBH₄) de 0,83 g/L, como agente reductor. Al igual que en el anterior paso, el precipitado será lavado con abundante agua hasta obtener un pH cercano a 7. Luego el producto será secado en una estufa a 50 °C, por 6 h (Alvarado et al., 2007, pp. 605-611; Lalaleo, 2010, pp. 37-38).

Caracterización del quitosano obtenido sobre la base del peso molecular y su grado de desacetilación

Para la caracterización del quitosano obtenido, se determinará el peso molecular y el grado de desacetilación. El primer parámetro será evaluado mediante la técnica de viscosimetría, dado que el peso molecular de los polímeros está relacionado con la viscosidad intrínseca y está se la puede calcular con la ecuación de Mark-Houwink-Sakurada (Valenzuela, 2006, p. 33).

El segundo parámetro, que es el grado de desacetilación, será cuantificado mediante un análisis de Espectroscopia infrarroja, está será observado en la banda que corresponde al grupo carbonilo como una disminución de los acetilos. Los dos análisis se realizarán en el Centro de Investigación Aplicada a Polímeros (CIAP) de la Escuela Politécnica Nacional (Valenzuela, 2006, p. 35).

Determinación de la dosis óptima de irradiación en el acelerador lineal de electrones para la formación del hidrogel

El quitosano obtenido se disolverá al 1, 2, 3 y 4 % en ácido acético y se preparará una solución acuosa de PVA al 10 %. Se mezclarán 10 mL de la solución de PVA con 10 mL de las soluciones de quitosano y se irradiará con el haz de electrones acelerados. Para esto se realizará un diseño experimental completamente al azar para determinar la dosis de radiación y composición de quitosano óptimas, que permita la obtención del hidrogel con mejores características de hinchamiento y propiedades térmicas. Se probarán 3 valores de dosis de irradiación con el haz de electrones acelerados mayores a 5 kGy y se probarán 4 soluciones de diferentes concentraciones de quitosano (Bernabé y Contreras, 2005, pp. 333-335; Valenzuela, 2006, p. 74).

Selección del mejor hidrogel obtenido, de acuerdo con el porcentaje de hinchamiento, la estabilidad térmica y el espectro IR

Se calculará el porcentaje de hinchamiento y se efectuará un ensayo térmico de calorimetría diferencial de barrido (DSC) para establecer sus propiedades térmicas. Este análisis se llevará a cabo de acuerdo con la norma ASTM D3418-12, en atmosfera de nitrógeno con un flujo de gas de 20 mL/min y un incremento de temperatura de 10 °C/min. También se realizarán análisis de Espectroscopía Infrarroja del hidrogel. Todos los análisis se realizarán en el Centro de Investigación Aplicada a Polímeros CIAP y no tendrán costo. El mejor hidrogel será seleccionado sobre la base de estos análisis.

Determinación de la curva de adsorción del hidrogel de quitosano, mediante su capacidad de adsorción de cromo

Dada la complejidad de compuestos en las aguas de las curtiembres, no se utilizará agua de la industria para los análisis, se utilizarán soluciones con concentraciones de cromo igual a las que utilizan en las curtiembres en el proceso de curtido. Se prepararán 2 L de una solución de sal de cromo (III) a una concentración de 240 ppm, esta solución será dividida en 4 partes de 500 mL cada una. Una solución quedará como muestra testigo y las otras 3 soluciones serán tratadas con el mejor hidrogel de quitosano obtenido. Cada una de las tres soluciones tendrá un pH diferente de 3, 5 y 7.

Se determinarán las isotermas de adsorción de acuerdo con la cantidad de cromo (III) adsorbida como función del pH. Las muestras serán cuantificadas en el equipo de absorción atómica del Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX) y se usarán los modelos de Langmuir y Freundlinch (Duarte, Verbel y Jaramillo, 2009, pp. 291,292).

Análisis de los costos de la elaboración del hidrogel preparado

Para determinar el costo de elaboración del hidrogel de quitosano con alcohol polivinílico mediante el uso de un haz de electrones acelerados se considerará: el costo de la aplicación del haz de electrones acelerados, el costo de los reactivos utilizados para la extracción de la quitina de la cáscara del camarón, el costo de los reactivos utilizados en la obtención del quitosano a partir de la quitina y el costo de los análisis para la caracterización de los productos.

- Referencias Bibliográficas

- Alvarado, J., Almeida, A., Arancibia, M., de Carvalho, R., Sobral, P., Habitante, A., Monterrey-Quintero, E. y Sereno, A. (2007). Método directo para la obtención de quitosano de desperdicios de camarón para la elaboración de películas biodegradables. *Afinidad: Revista de química teórica y aplicada*. 64 (531). 605-611. Recuperado de http://www.academia.edu/887180/M%C3%A9todo_directo_para_la_obtenci%C3%B3n_de_quitosano_de_desperdicios_de_camar%C3%B3n_para_la_elaboraci%C3%B3n_de_pel%C3%ADculas_biodegradables (Septiembre, 2014).
- ASTM D 3418-12, *Standard Test Method for Transition Temperatures and Enthalpies of Fusion and Crystallization of Polymers by Differential Scanning Calorimetry*. ASTM international, Recuperado de <http://enterprise.astm.org/bvirtual.epn.edu.ec/SUBSCRIPTION/NewValidateSubscription.cgi?D3418-HTML>, (Octubre, 2014).
- Bernabé, W. y Contreras, J. (2005). Caracterización de Hidrogeles de Quitosano-Alcohol Polivinílico obtenidos por radiación gamma. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. 6(4), 333-344. Recuperado de <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/DIC%2005/carhuapoma.pdf> (Septiembre, 2014).
- Duarte, E., Verbel, J. y Jaramillo, B. (2009). Remoción de cromo de aguas residuales de curtiembres usando quitosano obtenido de desechos de camarón. *Scientia et Technica*. 2(42). 290-295. Recuperado de <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/2679/1401> (Septiembre, 2014).
- Lalaleo, L. (2010). *Desarrollo de un método para la obtención de Quitosano a partir de caparazones de camarón (Penaeus vannamei), utilizando un agente reductor químico* (Trabajo de investigación (graduación). Modalidad: Trabajo estructurado de manera independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Bioquímico). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Valenzuela, C. (2006). *Obtención de quitosano de pota (Dosidicus gigas) empleando altas dosis de radiación gamma*. (Tesis para optar el título Profesional Químico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

- 7 -

- Cronograma de trabajo												
	MESES											
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión Bibliográfica												
Adquisición de equipos y reactivos												
Obtención de quitosano a partir de la quitina proveniente de la cáscara de camarón												
Caracterización del quitosano obtenido sobre la base del peso molecular y su grado de desacetilación												
Determinación de la dosis óptima de irradiación en el acelerador lineal de electrones para la formación del hidrogel												
Selección del mejor hidrogel obtenido de quitosano, de acuerdo con el porcentaje de hinchamiento, la estabilidad térmica y el espectro IR												
Determinación de la curva de adsorción del hidrogel de quitosano, mediante su capacidad de adsorción de cromo												
Análisis de los costos de la elaboración del hidrogel												
Presentación del Informe final del proyecto												
- Justificación del equipo requerido												
7	Fecha de inicio											
	(Indique cuando iniciaría este proyecto de investigación)											
	15/02/2015											
8	Tiempo dedicación docentes, infraestructura, equipamientos y fondos adicionales											
	<p>1. Tiempos de dedicación semestral del Director de proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.</p> <p>Director: 100 horas por semestre. Colaborador: 70 horas por semestre.</p>											
	<p>2. Infraestructura y equipos disponibles para la ejecución del proyecto</p> <p>Horno Mufla Lindberg, del DCN. Acelerador lineal de electrones ELU 6U, del DCN. Equipo DSC TA Instruments, del CIAP. Viscosímetro, del DECAB. Equipo Infrarrojo Perkin Elmer, del CIAP.</p>											

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

- 8 -

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto	
	Se recomienda que los costos de los equipos, reactivos y materiales de laboratorio, estén sustentados en proformas actuales	
	Lista de ítems (por favor especifique)	Cantidad solicitada (US \$)
	1. Reactivos y materiales: - 1 kg de Alcohol polivinílico - 500 g Boro hidruro de Sodio - 2 kg Cloruro crómico - 20 Análisis de Absorción Atómica	272,59 1 045,22 20,00 448,00
	Subtotal	1 785,81
TOTAL		1 785,81
10	Firma del aplicante	Lugar y Fecha
	 Nombre: Ing. Maribel Luna CC: 110401174-5	Quito, 4 de febrero de 2015
DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO		
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Ciencias Nucleares, en Sesión extraordinaria del 27 de enero de 2015 mediante Resolución No. 07-15 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 Nombre: Dra. Florinella Muñoz CC: 170458202-0		Quito, 04 de febrero de 2015



NOVACHEM DEL ECUADOR

QUITO: AV. REAL AUDIENCIA N66-97 Y DE LOS EUCALIPTOS
RUC: 1201527379001
E-mails: ventasnovachem@hotmail.com
germaniacardenas@novachem.com.ec

TELEFONOS: 3463695 - 3463699 - 3464006
FAX: 3463695 - 3463699 - 3464006
CELULAR: 0992 660 349

NOTA DE COTIZACION N°

15-01-021

VEND. 500

OBSERVACIONES: El tiempo de entrega especificado corre a partir de recibida la Orden de Compra, salvo venta previa

RAZON SOCIAL: Escuela Politécnica Nacional
RUC DEL CLIENTE: 1760005620001.
DIRECCIÓN: Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía Quito - Pichincha
TELÉFONO: Telf.: 2507144 ext. 2476
ATENCIÓN: LIC. PAOLA ZARATE

Fecha	Validez de la Oferta	Condiciones de pago
2015-01-12	15 DÍAS	30 Días

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANT.	TIEMPO DE ENTREGA	PRECIO UNIT. (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	ICN15193791	ALCOHOL POLIVINILICO, 1 KG	1	120 DIAS	272,59	272,59
<p>ICN15193791 MP Biomedicals No.:0215193791 MP Biomedicals Polyvinyl alcohol White powder 9002-89-5 Elvanol, PVA (C₂H₄O)_x F.W.:100000 CAS N°[9002-89-5] Density: 1.25 to 1.50g/L Flash Point: 79.4°C Melting Point: 200°C</p>						
2	*** AC18930-5000	SODIO BOROHRURO ACS 500 GR	2	Inmediato	522,61	1045,22

*** ULTIMOS EN STOCK



Ing. Germanía Cárdenas

SUBTOTAL USD	1317,81
IVA 12%	158,14
TOTAL USD	1475,95