



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO: CIENCIAS NUCLEARES

LINEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA

1 Proyecto de Investigación

Título:

Estudio de la remoción de dos herbicidas clorados: atrazina y alaclor de efluentes acuosos mediante Fenton modificado con EDTA y con luz UV, y ozonificación continua catalítica homogénea con sales de Fe (II) y Mn (II).

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Los plaguicidas han sido detectados en aguas superficiales, subterráneas e incluso en agua potable. Su presencia puede representar un serio problema ambiental y daños severos a la salud del ser humano. En Ecuador no se ha investigado todavía la presencia de estos compuestos ni su tratamiento en aguas residuales, pero se conoce que los tratamientos convencionales son ineficientes para su completa degradación. Por esta razón, el presente proyecto plantea el estudio de tratamiento de efluentes que contienen alaclor y atrazina que son herbicidas empleados frecuentemente, mediante procesos de oxidación avanzada. Se estudiará el uso de foto Fenton modificado con EDTA y la ozonificación continua catalítica homogénea. Se preparará una solución de 25 ppm de atrazina y 60 ppm de alaclor, la cual se tratará con los métodos propuestos y se determinará si se logra disminuir la concentración a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (2003 d, p. 8) en agua potable 2 ppm de alaclor y 0,2 ppm de atrazina. En el caso del Fenton modificado, se estudiará la incidencia del uso del agente quelante EDTA y la luz UV sobre el tratamiento Fenton. En el caso de la ozonificación continua, se analizará el efecto de los catalizadores Fe (II) y Mn (II) sobre la remoción de los contaminantes.

Palabras clave (4-6): Procesos de Oxidación Avanzada, Fenton, EDTA, Ozonificación continua homogénea catalítica.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto		
Apellidos: Villacis Oñate	Teléfono casa: 022598232	
Nombres: William Estuardo		
Cédula de Identidad: 1714336565	Teléfono celular: 0999214604	
Cargo actual en la EPN: Profesor titular auxiliar (nivel 1, grado 1) a tiempo completo del Departamento de Ciencias Nucleares, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la EPN. Oficial de Protección Radiológica de la EPN		
Dirección particular: Rumiñahui, De las Dalías Oe 3-20 y De los Cafetos / Quito	Teléfono oficina: 022976300 Ext. EPN: 2103 Correo electrónico: william.villacis@epn.edu.ec	
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad/País
Ingeniero Químico	1997-2004	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador
Magister en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	2010-2013	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador

3 Datos personales y académicos del Profesor colaborador		
Apellidos: Sinche Serra	Teléfono casa: 022408415	
Nombres: Marco Vinicio		
Lugar y fecha de nacimiento: Quito, 2 de Junio, 1984.	Teléfono celular: 0995778114	
Cargo actual en la EPN: Docente del Departamento de Ciencias Nucleares		
Fecha ingreso a la EPN: 16 de agosto de 2010	Teléfono oficina: 2976300 Ext. EPN: 4204 Correo electrónico: marco.sinche@epn.edu.ec	
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad
Ingeniero Agroindustrial	15 - 06 - 2009	Escuela Politécnica Nacional / Ecuador
Máster en Agronomía	22 - 08 - 2013	University of Florida / Estados Unidos de América

4 Datos personales del personal administrativo de investigación (opcional)		
Apellidos:	Teléfono casa:	
Nombres:		
Lugar y fecha de nacimiento:	Teléfono celular:	
Cargo actual en la EPN:	Teléfono oficina:	
Dirección particular:	Ext. EPN:	
	Correo electrónico:	
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad



5 **Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación**

5.1 Objetivos

5.1.1 Objetivo General

Estudiar la descomposición de los herbicidas alaclor y atrazina por Fenton tradicional, Fenton modificado con EDTA y luz UV, ozonificación continua, y ozonificación continua catalítica homogénea con Fe (II) y Mn (II).

5.1.2 Objetivos Específicos

- a. Construir un reactor con un sistema de agitación, refrigeración continua para el control de temperatura, con una lámpara UV y un sistema de tratamiento continuo con ozono, mediante un difusor longitudinal.
- b. Determinar la influencia de la relación molar entre el peróxido de hidrógeno y los iones de hierro en la remoción de los compuestos herbicidas en estudio.
- c. Determinar la influencia de la relación molar de acomplejamiento de un agente quelante (EDTA) en el sistema Fenton en la remoción de los compuestos herbicidas en estudio.
- d. Analizar la incidencia de luz UV y un agente quelante en la remoción de los herbicidas en estudio mediante un tratamiento Fenton modificado.
- e. Analizar la influencia de la velocidad de la bomba, longitud del reactor y pH del efluente en el sistema de ozonificación continuo.
- f. Analizar la influencia del catalizador, sulfato de hierro y sulfato de manganeso monohidratado, en el proceso de ozonificación continuo.

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

El alaclor es usado comercialmente desde 1969 y se utiliza para inhibir el crecimiento de malezas en los cultivos florícolas y agrícolas (Lauga, Girardin, Karama, Menach, Budzinski y Duran, 2013, p. 111; Agrocalidad, 2015).

La atrazina es un herbicida de gran uso comercial, especialmente en el control de malezas de los cultivos de maíz, sorgo, caña de azúcar y piña (Donaldson, Kiely y Grube, 2002, p. 34; Agrocalidad, 2015).

De acuerdo con el programa de Salud y Sanidad del Agua de la (OMS) Organización Mundial de la Salud (2003 a) un metabolito del alaclor ha mostrado ser mutagénico y dos estudios realizados en ratas han indicado que es cancerígeno, motivo por el cual causa tumores malignos estomacales y en el sistema respiratorio. Estudios realizados en ratas por la OMS de la atrazina han demostrado que ocasiona pérdida de peso, disminución del apetito y efectos adversos en el embarazo (OMS, 2003 b, p. 8). En el anexo III del lineamiento para la calidad de agua permitida para la ingesta al ser humano de la OMS, el alaclor es tolerado en una concentración menor a 12 mg/L ($7,41 \times 10^{-6}$ M) y la atrazina en concentraciones menores a 0,2 mg/L ($9,27 \times 10^{-7}$ M) (OMS, 2003 c, p. 8).

De acuerdo con la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad, 2015, p. 25) y la Organización Mundial de la Salud (2003 a, p. 7) se clasifica al alaclor dentro de la categoría tóxica del grupo III con un LD₅₀ Oral 930 – 1 350 mg/kg peso cuerpo, y los principales países de donde se importa el herbicida son Estados Unidos, Israel e India. Por otra parte, la atrazina también está dentro de la categoría tóxica III con un LD₅₀ Oral 1 870- 3 090 mg/kg peso cuerpo, LD₅₀ Dérmico 2 000 mg/kg peso cuerpo y los principales países proveedores son China y Estados Unidos.



La atrazina es soluble en agua, razón por la cual es factible que llegue a los ecosistemas acuáticos lo que genera contaminación de los efluentes acuosos (Donaldson, et al., 2002, p. 34). El alaclor se ha detectado en cuerpos de agua subterráneos lo que ha llevado a la contaminación de frutas y vegetales, por lo cual el tratamiento de dichos efluentes es de gran importancia (Lauga et al., 2013, pp. 108–110).

El peligro que ocasiona el desecho inadecuado de estos herbicidas origina el interés de investigar diferentes métodos para tratar los efluentes provenientes de las industrias agrícolas, florícolas. Debido a que los herbicidas clorados son sustancias de difícil degradación, se plantea el uso de métodos de oxidación avanzada. La ozonificación para el tratamiento de aguas residuales, que contienen contaminantes resistentes a la degradación ha obtenido buenos resultados debido al elevado potencial redox del ozono. El ozono actúa en los procesos de oxidación de manera directa con el sustrato de forma selectiva y lenta e indirectamente mediante la formación de radicales muy reactivos que generan reacciones rápidas pero poco selectivas. Los sustratos que reaccionan directamente con el ozono son: hidrocarburos insaturados e hidrocarburos aromáticos activados con grupo electrón-donadores OH, NH₂ y mediante vía indirecta el ozono reacciona con: hidrocarburos saturados, derivados halogenados, ácidos alifáticos, aldehídos cetonas, alcoholes e hidrocarburos aromáticos desactivados. Además varios factores favorecen al tratamiento mediante ozono como la adición de sales que contengan Fe²⁺ (Rodríguez, 2003, pp. 19-21). Los pesticidas a tratar son compuestos orgánicos aromáticos que contienen hidrocarburos saturados e insaturados, derivados halogenados y varias estructuras enumeradas anteriormente, por lo tanto, la ozonificación resultaría una buena alternativa para la degradación de estos sustratos (Colin, 2004, p. 337).

El peróxido de hidrógeno es uno de los oxidantes químicos más fuertes, cuyo poder oxidativo puede ser incrementado mediante la combinación con luz UV o sales metálicas. En particular, la mezcla de iones peróxido con iones ferroso es usada ampliamente como uno de los oxidantes más efectivos de sustancias orgánicas. Esta combinación es conocida como agente Fenton. En condiciones ácidas (pH entre 2 y 3) la reacción genera radicales hidroxilo, que son altamente inestables pero con un alto poder de oxidación. Los radicales hidroxilo pueden reaccionar con anillos aromáticos donde existen compuestos halógenos adheridos para generar fenoles homólogos, además dichos radicales reaccionan con oxígeno molecular y generan una secuencia de reacciones no selectivas que tienen como resultado la destrucción de sustancias contaminantes y la transformación de las sustancias en CO₂ y compuestos inorgánicos (Merli, Petrucci, Da Pozzo y Perneti, 2003, p. 762). Para realizar un tratamiento Fenton exitoso, es indispensable un control de pH debido a su angosto rango de trabajo. Una solución a dicho problema es el uso de agentes quelantes que permiten la formación de complejos con iones ferroso. El ácido etilendiaminetetracético (EDTA) es un aminoácido policarboxilado que permite la formación de enlaces fuertes con metales como el hierro, de esta forma se puede tener un sistema Fenton modificado a pH neutro. Por lo tanto, el tratamiento Fenton modificado es una alternativa a la degradación de herbicidas con compuestos halógenos y aromáticos como la atrazina y el alaclor (Luca, Dantas y Esplugas, 2014, p. 233). Debido a lo previamente explicado, el proceso Fenton tradicional y el proceso de ozonificación con sus modificaciones, son reacciones de radicales, por lo cual se encuentran relacionados con el área de investigación de Química de Radicales del Departamento de Ciencias Nucleares, dentro de la línea de investigación Procesos de Oxidación Avanzada (POA's).

5.3 Productos esperados

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

5.4 Detalle de los resultados esperados

- a. Influencia de la relación molar entre el peróxido de hidrógeno y los iones de hierro en la remoción de los compuestos herbicidas en estudio.
- b. Influencia de la relación molar de acomplejamiento de un agente quelante (EDTA) en el sistema Fenton en la remoción de los compuestos herbicidas en estudio.
- c. Efecto de luz UV y un agente quelante en la remoción de los herbicidas en estudio mediante un tratamiento Fenton modificado.



	<p>d. Influencia de la velocidad de la bomba, longitud del reactor y pH del efluente en el sistema de ozonificación continuo.</p> <p>e. Influencia del catalizador, sulfato de hierro y sulfato de manganeso monohidratado, en el proceso de ozonificación continuo.</p>
6	Descripción, metodología y cronograma de trabajo
	<p>6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto</p> <ol style="list-style-type: none">1. Se determinarán las condiciones de análisis para la detección de atrazina y alaclor por medio de la técnica de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), para lo cual se determinará la longitud de onda de máxima absorbancia de los herbicidas, mediante un espectrofotómetro UV-Vis HITACHI 1900. Posteriormente, se experimentará con relaciones de acetonitrilo grado HPLC agua tipo HPLC de 40:60, 50:50 y 60:40 y bajo temperaturas de 25, 30 y 35 °C para determinar las mejores condiciones de análisis (Lizama, Álvarez, Hernández y Silva, 2014, p. 4). Se construirá, mediante estándares de los pesticidas, una curva de calibración que abarque el rango de 2 a 60 ppm de atrazina y alaclor.2. Se construirá un reactor donde se colocará cajas Petri de 100 mL. El reactor tendrá un ingreso y salida de agua que funcionará como un refrigerante alrededor de las cajas Petri. El reactor será colocado sobre agitadores magnéticos, para así tener un sistema de agitación dentro de las cajas Petri donde se realizarán las reacciones Fenton y Fenton modificado.3. Se realizarán pruebas en el sistema "batch" descrito previamente, con relaciones molares de $H_2O_2:Fe^{2+}$ de 9,6, 24,1 47,8 y 95,5, con una concentración de iones ferroso de 0,001M. Se realizarán mediciones iniciales y después de una hora de reacción para determinar la remoción y la concentración final de los pesticidas. De la mejor relación se realizará un estudio cinético y se determinará el orden de la reacción.4. Se tratarán soluciones de los herbicidas en estudio y una mezcla de los mismos por un proceso Fenton modificado con agente quelante EDTA con la mejor relación molar de peróxido de hidrógeno y iones ferroso. Para esto se prepararán soluciones concentradas con el complejo EDTA: Fe^{2+} de 0,01 M con dos relaciones de acomplejamiento 1:1, y 2:1. Con dichas soluciones se harán pruebas de degradación de los pesticidas y se determinarán sus respectivas cinéticas de degradación.5. Se seleccionarán la mejor relación de acomplejamiento con EDTA y se procederá a realizar pruebas con la adición de luz UV mediante una lámpara UV de 10 W en el mismo sistema. Se determinará una constante de velocidad de pseudo-primer orden para analizar el efecto de la adición de luz UV.6. En cuanto a la ozonificación, se construirá un sistema de ozonificación continuo de 5/16" de diámetro y 150 cm de longitud dividido mediante válvulas de goteo, para la recolección de muestras, en tres tramos de 50 cm. El sistema tendrá un difusor longitudinal a lo largo de todo el reactor. El efluente ingresará mediante una bomba peristáltica de marca Fisher (1-400 rpm). Y el ozono se obtendrá mediante el generador de ozono marca PHILA QUA modelo BTM 802M a un caudal de 0,4 L/min y 0,4 bar.7. Se determinará la velocidad de la bomba que genere mejores condiciones de degradación de los herbicidas, para lo cual, se utilizará el método yodométrico para determinar la cantidad de ozono aprovechada por el sistema continuo. El método consiste en hacer circular una solución de yoduro de potasio al 2% por el reactor y titular 100 mL la solución obtenida con tiosulfato de sodio 0,1 N previo la adición de 10 mL de ácido sulfúrico 2N y usando almidón soluble al 0,5% como indicador (APHA®, AWWA® y WEF®, 2009, p. 2-43). Se experimentará con velocidades de 50, 150 y 250 rpm.8. Una vez determinada la mejor velocidad, se preparará el efluente sintético fijando la concentración de los sustratos a 60 ppm de alaclor y 25 ppm de atrazina, concentraciones que han sido estudiadas previamente mediante métodos de oxidación avanzada (Lizama et al., 2014, p. 3). Y se determinará el pH que genere las mejores condiciones de degradación: 5,7 y 8,5 (Legube, Guyon y Doré, 1987).



9. Una vez seleccionado el flujo y pH del efluente óptimo, se procederá a analizar la influencia de los catalizadores, sulfato de hierro II y sulfato de manganeso monohidratado. Al no haber estudios previos realizados sobre la influencia de estas sales en la degradación de herbicidas se tomará un rango de 0,1 a 5,0 mg/L valores de concentración de catalizador de un estudio realizado en la degradación de compuestos heterocíclicos (Rivas, Rodríguez, Beltrán, García y Álvarez, 2001, p. 70).

Referencias Bibliográficas

1. Agrocalidad (2015), *Productos Plaguicidas*, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Ecuador, Recuperado de: http://agrocalidad.gob.ec/plaguicidas/plaguicidas_producto.php?page=3. (Noviembre, 2015)
2. APHA®, AWWA® y WEF®. (2009). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Recuperado de: <http://goo.gl/Eawunz>. (Noviembre, 2015)
3. Colin, B. (2004). *Environmental Chemistry*. University of Western Ontario. Segunda edición. New York. EEUU: Freeman and Company
4. Donaldson, D., Kiely, T. y Grube, A. (2002). *Pesticides Industry Sales and Usage, 1998 and 1999 Market Estimates*. US EPA, Washington, DC. EPA-733-R-02-001, Recuperado de: http://www.epa.gov/pesticides/pestsales/01pestsales/market_estimates2001.pdf (Julio, 2015)
5. Lauga, B., Girardin, N., Karama, S., M'enach, K., Budzinski, H. y Duran, R. (2013), *Removal of alachlor in anoxic soil slurries and related alteration of the active communities*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 20(2) Recuperado de: <http://www.ijehse.com/content/10/1/21> (Octubre, 2015)
6. Legube, B., Guyon, S. y Doré, M. (1987), *Ozonation of Aqueous Solutions of Nitrogen Heterocyclic Compounds : Benzotriazoles, Atrazine and Amitrole, Ozone*, Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association, 9:3, 233-246, DOI: 10.1080/01919518708552338
7. Lizama, C., Álvarez, A., Hernández, J. y Silva, S. (2014). *Elimination of bio-refractory chlorinated herbicides like atrazine, alachlor, and chlorbromuron from aqueous effluents by Fenton, electro-Fenton, and peroxi-coagulation method.*, Desalination and Water Treatment, DOI: 10.1080/19443994.2014.939858
8. Luca, A., Dantas, R. y Esplugas, S. (2014). *Assessment of iron chelates efficiency for photo-Fenton at neutral pH*. ScienceDirect, 61, 232-242.
9. Merli, C., Petrucci, E., Da Pozzo, A. y Perneti, M. (2003). *Fenton-Type treatment: state of the Art*, Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali, delle Materie Prime e Metallurgia, Università di Roma "La Sapienza", (pp. 761-770). Roma, Italia, Analli di Química
10. Organización Mundial de la Salud, (2003 a). *Alachlor in Drinking-water* Background document for development of WHO guidelines for Drinking-water Quality, Water Sanitation Health, Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/alachlor.pdf. (Noviembre, 2015)
11. Organización Mundial de la Salud, (2003 b). *Atrazine in Drinking-water* Background document for development of WHO guidelines for Drinking-water Quality, Water Sanitation Health, Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/antrazine.pdf?ua=1 (Noviembre, 2015)
12. Organización Mundial de la Salud, (2003 c). *Guidelines for drinking water quality – Anexo 3 y 4*, Water Sanitation Health, Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/9789241548151_annex.pdf?ua=1 (Septiembre, 2015)
13. Organización Mundial de la Salud, (2003 d). *Clasificación Toxicológica de los plaguicidas, Anexo B*, Water Sanitation Health, Recuperado de: <http://publicaciones.ops.org.ar/publicaciones/publicaciones%20virtuales/proyectoPlaguicidas/pdfs/anexoB.pdf>
14. Rivas, J., Rodríguez, E., Beltrán, J., García, F., y Álvarez, P. (2001). *Homogeneous catalyzed ozonation of simazine*. Effect of Mn (II) and Fe (II). Journal of Environmental Science and Health, Part B.
15. Rodríguez, F. (2003) *Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización*. Madrid. España: Ediciones Díaz de Santos.



6.2 Cronograma de trabajo anual:

Actividad	Porcentaje de avance por mes						TOTAL
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Adquisición de materiales y equipos	50%	50%					100%
Desarrollo de la metodología de análisis por HPLC para los 2 compuestos de estudio	50%	50%					100%
Construcción de las curvas de calibración de los 2 compuestos de estudio		100%					100%
Montaje del reactor Fenton		100%					100%
Montaje del sistema de ozonificación		100%					100%
Análisis de la influencia del catalizador EDTA en el proceso Fenton			100%				100%
Análisis de la influencia del pH y velocidad de la bomba en la ozonificación			100%				100%
Análisis de la influencia de la luz UV en el proceso Fenton modificado				100%			100%
Análisis de la influencia del catalizador de Fe (II) y Mn (II) en el proceso ozonificación continua.				100%			100%
Elaboración de informes finales					50%	50%	100%
TOTAL							

7 Fechas de inicio y fin

Febrero 2016 a febrero 2017

8 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

8.1 Infraestructura y equipos

Laboratorio de Química Orgánica e Investigaciones Aplicadas cuenta con los siguientes equipos: Un equipo HPLC marca AGILLENT con detector UV, espectrofotómetro marca HITACHI modelo 1900, bomba peristáltica marca Fisher (400 rpm), planchas de agitación y calentamiento marca OVAN, generador de ozono marca PHILA QUA modelo BTM 802M , pHmetros, material de vidrio, muflas, etc.

8.2 Breve justificación del equipo requerido

La bomba de vacío permitirá filtrar la fase móvil empleada en el equipo HPLC

8.3 Fondos Adicionales

Se citan a continuación los reactivos y materiales que serán previstos por el Departamento de Ciencias Nucleares

- Bomba de presión vacío marca milipore desplazamiento de aire 1,5 cfm, máximo vacío 24.0 Hg. Nivel de ruido menor de 60 dBA, presión máxima 20 psi, motro de 1/15 HP, dimensiones HxWxL 7"x7"x8", 115 V, 60 Hz



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

- Estándar de Alaclor Marca LGC-Dr. Ehrenstorfer. En polvo. Pureza 98%
- Estandar de Atrazine. Marca LGC-Dr. Ehrenstorfer. En polvo. Pureza 98%
- Columna Waters tipo Symmetry C18 5um de tamaño de partícula y 4.6 mm de diámetro interno por 150 mm de longitud
- Acetonitrilo para HPLC 12 L
- Membranas Milipore 0,45 un poro, 13mm diámetro (200)
- Membranas Milipore 0,45 un poro, 47mm diámetro (300)
- Viales ámbar de cuello roscado Waters con tapa y septa PTFE/Silicon pegada preperforada certificados de 12x32 mm
- Mortero de porcelana 100mm con pistilo (5)
- Piceta Plástica de 500mL (5)
- Matraz Volumétrico Aforado 50mL (10)
- Sigma Aldrich polyvinylpymolidone av. Mol wt 40,00 (100g)
- Matraz Volumétrico Aforado 1000mL alemán (5)
- Vaso de precipitación de 50mL vidrio (10)
- Balón de destilación boro 500mL (5)
- Balón fondo plano cuello alto (5)
- Sigma Aldrich Stains all-95% (5g)
- Sodio Bromuro p.a (100g)
- Yoduro de potasio usp
- Almidón soluble (20 x 50g)
- Sodio tiosulfato p.a (10 x 100 g)
- Peróxido de Hidrógeno 50% (8L)
- Sulfato de Hierro (5kg)
- Ácido etilendiaminotetraacético EDTA Chino (1kg)

9 **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 de Ejecución (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	0,00	
Subtotal	0,00	
2. Maquinaria y Equipos		
Subtotal	0,00	
3. Reactivos y materiales de laboratorio:		
Subtotal	0,00	
4. Literatura especializada		
Subtotal	0,00	
5. Viajes técnicos y de muestreo		
Subtotal	0,00	
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y Publicaciones		
Subtotal	0,00	
TOTAL PRESUPUESTO	0,00 + IVA	100



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

10	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 8 de septiembre del 2016 Nombre: William Estuardo Villacís Oñate CC: 1714336565	 Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Ciencias Nucleares, **al que pertenece el Director del Proyecto**, en Sesión ordinaria del 8 de septiembre de 2016 mediante Resolución No. 34-16 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: Ing. Catalina Vasco, PhD.

CC: 171174871-3

Quito, 9 de septiembre de 2016
Lugar y fecha