

SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

PROYECTO PROMETEO

FORMATO DE PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Nombres del Investigador (a) / Asesor (a)	Lenys Mercedes	Apellidos del Investigador (a) / Asesor (a)	Fernández Martínez	
Área de investigación	Innovación, tecnología, desarrollo sostenible, producción y logística			
Título de PhD.	Doctor en Química Aplicada	Universidad que otorgo el doctorado	Universidad de Los Andes. Mérida- Venezuela	
Institución de acogida (PRINCIPAL) – Ciudad de localización	Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas (CIQUIT) Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, UTMACH Machala, El Oro, Ecuador	Nombre de la contraparte en la institución de acogida	Dr. Favián Maza	
Institución de Educación Superior de acogida (COMPLEMENTARIA) – Ciudad de localización		Nombre de la contraparte en la institución de acogida		
Nombre de la investigación con la que el Investigador (a) / Asesor (a) contribuye	Generación electroquímica de especies volátiles, como técnica de introducción de muestra en espectroscopia de absorción atómica para la detección de metales pesados: aplicación en sedimento marino del perfil costero de la ciudad de Machala.			
Objetivo general de la investigación	<i>Desarrollo de un sistema de generación electroquímica de especies volátiles acoplado a la espectrometría de absorción atómica, para la generación y detección de metales pesados: Pb, As y Sb.</i>			
Fecha de inicio de actividades	1 periodo 05/08/2013 2 periodo 15/12/2013 3 periodo 17/07/2014 4 periodo 01/07/2015	Fecha final de actividades	1 periodo 05/10/2013 2 periodo 30/01/2014 3 periodo 15/12/2014 4 periodo 15/09/2015	
Total meses de vinculación	11 Meses			
Número de vinculación	Primera	(X)	Postulación	
	Segunda	()		
			Individual	(X)
			Institucional	()

Perfil de Investigador (a) / Asesor (a)

Profesora Titular del Departamento de Química de la Universidad Simón Bolívar-Venezuela, en el área de Química Analítica y Electroanálisis. Investigación: modificación de superficies electródicas útiles en el desarrollo de biosensores electroquímicos, preparación de electrodos químicamente modificados para la determinación de

halógenos orgánicos contaminantes, caracterización electroquímica de aleaciones útiles en la fabricación de tutores de fijación externa y la generación electroquímica de especies volátiles como método de introducción de muestras en espectroscopia de absorción atómica (se investiga en la búsqueda y diseño de nuevos materiales electródicos y aplicación de la técnica en muestras reales). Ha generado alrededor de 50 publicaciones indexadas y no indexadas, y más de 45 asistencias a congresos a nivel nacional e internacional. Ha sido responsable principal de 10 proyectos de investigación y dirigidos 15 tesis de pregrado y postgrado. Coordinadora de la carrera Licenciatura en Química y del Postgrado en Química (Maestría y Doctorado) de la Universidad Simón Bolívar.

- De forma concisa y en no más de dos mil (2.000) palabras, por favor especifique los siguientes elementos de su propuesta de investigación:

1. Pregunta de investigación, así como su delimitación espacial, temporal.

La elevada producción, dispersión y acumulación de compuestos tóxicos en el medio ambiente ha propiciado el deterioro y la contaminación del mismo, lo cual representa un peligro potencial para la supervivencia de los seres vivos. Esta situación ha generado la aparición de ciertos desórdenes ocasionados por la toxicidad de algunos metales pesados, generando graves daños en el estado fisiológico de los organismos afectados, ya que incluso a niveles de trazas, metales como el plomo (Pb), arsénico (As) y antimonio (Sb), generan alteraciones que involucran cambios metabólicos, neurológicos, y genéticos. De allí, la necesidad de realizar controles de concentración de estos metales y desarrollar metodologías para su determinación en muestras biológicas y ambientales. Históricamente, las diferentes técnicas espectroscópicas, han jugado un papel destacado en la determinación de metales trazas, alcanzándose en una gran variedad de muestras bajos límites de detección, amplios rangos lineales y la determinación multielemental rápida. Sin embargo, la exactitud y la reproducibilidad de los resultados obtenidos mediante estas técnicas se ven afectadas por la matriz en la que se encuentre el analito, ya que normalmente la concentración de las especies de interés es muy baja o la matriz de la muestra es muy compleja. Por ello, usualmente es necesario implementar metodologías de preconcentración y/o de introducción de muestras en el instrumento, que impliquen la separación del analito de la matriz. En este sentido, la generación de vapor (VG) es una técnica que constituye un procedimiento ideal para la introducción de muestras en fase gaseosa y su posterior determinación por espectroscopia atómica (VG-AAS), presentando ventajas significativas respecto a la convencional introducción de muestras en fase líquida. Entre las técnicas de introducción de muestras en fase gaseosa, los sistemas electroquímicos para la generación de especies volátiles tienen ventaja sobre la introducción directa de muestras: a) mayor eficiencia en el transporte; b) separación del analito de matrices complicadas; c) preconcentración del analito; d) posibilidad de usar sistemas automáticos de inyección de flujo o flujo continuo; e) alta eficiencia en la introducción de muestras; f) límites de detección y desviaciones estándar bajos; g) economía i) potencialidad para el estudio de especiación. Por otro lado, el incremento acentuado en el desarrollo industrial y el rápido crecimiento de las regiones aledañas a los mares están presionando de forma crítica los recursos marinos costeros, con la contaminación marina y la sobreexplotación de los recursos. En

Ecuador existen diversos ecosistemas que se ven afectados por la presión de las actividades humanas, generándose una gran problemática ambiental de contaminación con metales pesados, especialmente en los ecosistemas marinos costeros. Estos ecosistemas tienen una gran trascendencia por ser generadores de biomasa de especies de gran valor nutricional. Los sedimentos acuáticos de estos ecosistemas tienden a contaminarse por la deposición de estos productos químicos; contaminación que tiene como destino final la biomasa. Particularmente la Comuna de Bajo Alto, perteneciente a la parroquia Tendales, del cantón El Guabo, en la provincia sureña de El Oro, ubicada al norte de la ciudad de Machala (Figura 1) a 25 minutos aproximadamente en vehículo; habitan unas 450 familias que en su mayoría viven de la pesca. El problema consiste en que este sitio con un gran potencial turístico, presenta las influencias hidrográficas de los Ríos Jubones, Guayas y Pagua, los tres son de gran importancia por su caudal, extensión de cuenca y las actividades agrícolas y mineras que se desarrollan alrededor de ellos. Debido a estas actividades antropogénicas podría haber presencia de metales pesados en los sedimentos de la zona de estudio, lo que podría causar daños ambientales tanto al ecosistema manglar como a los moradores de la comuna y fauna que habitan en este lugar. La presente investigación pretende diagnosticar mediante métodos electroanalíticos y espectroscópicos, la presencia o ausencia de los metales Pb, As, y Sb en el sedimento marino de la comuna de Bajo Alto, para así establecer, de ser el caso, estrategias o medidas de mitigación. Se espera realizar esta investigación en el lapso de 12 de meses, así como hacer una transferencia de conocimientos a los investigadores, profesores y estudiantes del Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas (CIQUIT) Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, UTMACH, que conformaran el equipo de trabajo, para que el proyecto sea sostenible en el tiempo.

Incluir



Figura 1

2. En esta parte señale claramente cuál será la contribución de la investigación en el área del conocimiento respectiva.

La generación de hidruros (HG) es un método de introducción de muestras, para la determinación de elementos formadores de hidruros volátiles, tales como: As, Bi, Ge, Pb, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Te, que consiste en la transformación del analito previamente oxidado en su respectivo hidruro. Existen dos direcciones para la transformación a hidruros. La primera implica la reacción química entre el analito en estado oxidado y un agente reductor, conocida como generación química de hidruros (**CHG**). La segunda conocida como generación electroquímica de hidruros (**ECHG**), implica la reducción del analito mediante un flujo de electrones seguido de la reacción con átomos de hidrógeno presentes en el medio de reacción, sobre la superficie del cátodo de una celda electroquímica. La ECHG presenta ventajas relevantes respecto a la tradicional CHG, debido a que los electrones promotores de la reducción del analito y los átomos de hidrógeno necesarios para la formación del hidruro se originan en el cátodo de una celda electroquímica. De esta manera, los problemas inherentes a la CHG, asociados al uso de agentes reductores, se eliminan ampliamente. La contribución de nuestra investigación al área del conocimiento, estaría enmarcada en la aplicación de la técnica en muestras de sedimento marino de la comuna de Baio Alto del perfil costero de la ciudad de Machala, para la detección de Pb, As y Sb. Así mismo, implementar el uso de celdas de flujo para la generación electroquímica de hidruros, con cátodos tridimensionales particulados, los cuales se caracterizan por su versatilidad y sencillez. Esta técnica puede aumentar la sensibilidad de métodos tradicionales como la Espectroscopia de Absorción Atómica, y resulta bastante económica. En este sentido, estaríamos aportando a la Innovación en técnicas de monitoreo de metales pesados en ecosistemas de nuestro país, ya que se disminuye las interferencias que aparecen en la generación química de hidruros, que se utiliza en la actualidad. La importancia de la detección de estos metales es su elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación por los seres vivos. Estos metales son difíciles de eliminar del medio, puesto que los propios organismos los incorporan a sus tejidos y de éstos a sus posibles consumidores, que son los que acaban manifestando las consecuencias de la contaminación. La contaminación por metales pesados no se detecta a corto plazo, ya que es un proceso acumulativo proveniente de las pequeñas cantidades suministradas constantemente por el ente portador. De allí la importancia en desarrollar técnicas analíticas cada vez más sensibles y de bajo límite de detección, capaces de detectar niveles trazas de estos metales tóxicos. Particularmente en la técnica que se aplicará en nuestra investigación la búsqueda de nuevos materiales electródicos que ofrezcan ventajas a los tradicionales (carbón, plomo y mercurio) y la elucidación del mecanismo electroquímico que conlleva a la transformación de estos elementos a dichas especies volátiles; constituye un objetivo de importancia a fin de lograr optimizar la técnica y generar contribución relevante al área del electroanálisis.

- **La metodología a utilizarse en la investigación. En esta parte se debe demostrar la viabilidad de la investigación.**

Fase 1. Conformación del equipo de trabajo

- Instrucción en el tema de investigación.
- Temas de tesis a dirigir.
- Revisión bibliográfica.
- Definición de equipos, materiales y reactivos a utilizar.
- Asesoría técnica.
- Adquisición de equipos: Potenciostato/Galvanostato, Digestor de Micro-ondas, electrodos de trabajo, electrodos de referencia, contaelectrodos, equipo de ultrasonido, celdas votamétricas etc.

Fase 2. Diseño de celda y acoplamiento al espectrofotómetro

- Diseño, mejoras y construcción de la celda para la aplicación de la EchG. La celda electroquímica propuesta es un generador por carga o tipo "in batch" de un compartimiento, el cual se muestra esquemáticamente en la figura 2 y se describe a continuación: (a) compartimiento tubular (5.5 cm^3) hecho en vidrio donde se lleva a cabo la reacción electroquímica, (b) un puerto para la introducción del contraelectrodo, el cual consiste en un alambre de platino en forma de espiral (1.0 cm^2), (c) un puerto para la introducción de los electrodos de trabajo a evaluar, (e) canal de introducción de muestra, (d) canal de entrada del gas de arrastre, que facilita el desalojo del producto volátil de la reacción y lo transporta hacia un separador gas líquido (f), el cual será acoplado al sistema de atomización y posteriores análisis por AA.



Figura 2. Esquema de la celda electroquímica propuesta

Los electrodos serán conectados a una fuente de potencia, operada en modo de corriente constante, que será utilizada como generador de corriente (electrolisis galvanostática) para producir la especie volátil. La celda electroquímica se acoplará a un espectrofotómetro de absorción atómica (EAA) Shimadzu semiautomático, del cual dispone el Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas (CIQUIT) Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, UTMACH.

Fase 3. Obtención de resultados preliminares

- Generación de la especie volátil en la celda electroquímica
- Optimización de las condiciones de atomización de la especie
- Verificación de la generación electroquímica de la especie volátil
- Cuantificación del analito de interés
- Determinación de las figuras de mérito de la metodología

Fase 4. Pruebas en muestras reales

- Aplicación de la metodología optimizada en la fase 3 en muestras de sedimento marino

- Elaboración de artículo científico para su publicación en revista especializada

Fase 5. Experimentación electroquímica

- Diseño y/o mejoras a de la celda electroquímica empleada
- Pruebas de nuevos materiales útiles como cátodos para la generación electroquímica de la especie volátil
- Estudio del mecanismo electroquímico involucrado en la generación electroquímica de la especie volátil

Fase 6. Pruebas en muestras reales

- Aplicación de la metodología optimizada en la fase 5 en muestras de sedimento marino
- Elaboración de artículo científico para su publicación en revista especializada

3. Productos esperados



En esta sección favor llenar el siguiente cuadro. Favor no modificar los componentes y obligatoriamente se debe cumplir con los componentes 1, 4 y 7. Si algún componente no aplica, favor colocar N/A

COMPONENTES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RESULTADOS POR OBJETIVO
1 INVESTIGACIÓN	1. Diseño de un sistema para generación electroquímica de especies volátiles, fácilmente acoplable a instrumentos de espectrometría atómica. 2. Evaluación y optimización de parámetros operacionales (corrientes de electrólisis, materiales catódicos, área de los materiales catódicos, flujo de gas de arrastre, características de las soluciones electrolíticas) para la generación electroquímica de la especie volátil en estudio. 3. Determinación de las figuras de mérito de la metodología EchG-AAS, implementada para la determinación de los analitos. 4. Aplicación de las metodologías desarrolladas en la determinación	1. Particularmente se espera que el sistema sea acoplado de manera óptima al espectrofotómetro EAA Shimadzu semiautomático, con el cual cuenta el Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas (CIQUIT) Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, UTMACH. 2. Lograr una operatividad del sistema de acoplamiento, contribuya a mejorar la sensibilidad y detección de los analitos en estudio. 3. Los resultados obtenidos nos permitirán ubicar el método utilizado en el estado del arte del sistema en estudio. 4. Diagnóstico del contenido de Pb, As y Sb en sedimentos marinos

COMPONENTES	OBJETIVOS ESPECIFICOS	RESULTADOS POR OBJETIVO
	<p>de Pb, As y Sb en sedimentos marinos.</p> <p>5. Determinación de los parámetros operacionales (tipo y concentración de electrolito soporte, ventana de potencial, velocidad de barrido) para la deposición a subpotencial de los analitos sobre los diferentes electrodos de trabajo a utilizar.</p> <p>6. El estudio de la UPD de Pb sobre diferentes materiales electródicos, en el contexto de la aplicabilidad de los sistemas evaluados en la cuantificación de los analitos respectivos.</p> <p>7. Aplicación de la metodología desarrollada en muestras de sedimentos marinos de la comuna de Bajo Alto del perfil costero de la ciudad de Machala,.</p>	<p>de la comuna de Bajo Alto del perfil costero de la ciudad de Machala,</p> <p>5. Los resultados obtenidos permitirán seleccionar el material catódico más adecuado para el análisis respectivo.</p> <p>6. Los resultados obtenidos permitirán seleccionar el material catódico más adecuado para el análisis respectivo.</p> <p>7. Validación de resultados</p>
2 CAPACITACION CIENTÍFICA EN EL ÁREA PERTINENTE A SU ESPECIALIDAD (teórico y formativo)	<p>1. Capacitación de los investigadores, profesores y estudiantes en la aplicación de los conocimientos avanzados de la metodología de investigación.</p> <p>2. Instrucción a los investigadores en los conocimientos avanzados y sus aplicaciones de la Química Electroanalítica.</p> <p>3. Introducir a los investigadores en el manejo de los conceptos y herramientas avanzadas de las técnicas Electroquímicas en la Química Analítica .</p>	<p>1 Seminario de metodología de la investigación. Manejo y selección de la bibliografía.</p> <p>2 Curso Especializado Electroanálisis avanzado.</p> <p>3 Curso avanzado sobre " Técnicas Electroquímicas en Química Analítica".</p>
3 ASESORÍA EN LA ELABORACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS	N/A	N/A

COMPONENTES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RESULTADOS POR OBJETIVO
4 DOCENCIA	<p>1 Lograr que el estudiante adquiriera los conocimientos de diversos aspectos asociados con la "Química Electroanalítica" y sus bondades.</p> <p>2. Lograr que el estudiante adquiriera, los conocimientos de diversos aspectos asociados con la "Química Electroanalítica" en la actualidad.</p> <p>3 .Formar Talento a través de la asesoría y tutorías de tesis de pre y postgrado.</p>	<p>1 Asignatura centrada en las siguientes dos grandes áreas: Bases fundamentales de la Química Electroanalítica y la aplicación de la técnicas electroanalíticas.</p> <p>2. Asignatura sobre el estado del arte y las principales aplicaciones del área de Electroanálisis.</p> <p>4.2. Difusión del conocimiento a través de la formación de talento humano, el cual abarca: Doctorado, Maestría, Especialización y Pregrado.</p>
5 ASESORÍA Y DISEÑO DE PROGRAMAS DE POSTGRADO	N/A	N/A
6 GESTIÓN DE RECURSOS NACIONALES E INTERNACIONALES (administrativos, humanos, económicos, etc.)	N/A	N/A
7 RELACIONAMIENTO ESTRATÉGICO INTERINSTITUCIONAL A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	<p>1. Fortalecer los estudios de pregrado y postgrado del Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, a través de convenios específicos y marcos, suscritos con universidades Ecuatorianas, Venezolanas y otras universidades latinoamericanas,</p> <p>2 Crear una red de investigación, nacional e internacional.</p>	<p>1. Firma de convenios de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA con la Universidad Simón Bolívar (Venezuela), Universidad de los Andes (Venezuela) y la Universidad de La Plata (Argentina). Así como acuerdos de cooperación para el desarrollo de talleres, reuniones o grupos de trabajo con universidades locales - como la Universidad Politécnica Salesiana, La Universidad Técnica Particular de Loja, Universidad nacional de Loja, Escuela Politécnica Nacional. Escuela Politécnica del Litoral.</p> <p>2. Red latinoamericana de investigación que integre grupos de investigación interdisciplinarios en el área de Química, a nivel nacional e internacional, a fin de fortalecer el intercambio científico y tecnológico.</p>

COMPONENTES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RESULTADOS POR OBJETIVO
		<p>Interrelacionar investigadores que puedan mantener la colaboración en proyectos de investigación, dirección de proyectos de tesis y la co-dirección de tesis doctoral. Así como recibir estudiantes procedentes de programas de doctorado interesados en progresar científicamente en los ámbitos de investigación afines a las principales líneas de interés. Hacer estancias de investigación, año sabático y cualquier otra actividad relacionada con los grupos de investigación involucrados.</p>

Firma y sello de la contraparte de la institución de acogida	 
Nombre de la contraparte de la institución de acogida	Dr. Favián Maza
Fecha de la propuesta	12 de junio de 2013