



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación

## Informe de Actividades del Proyecto de Investigación en 2014

Clave

1330-3614-2326

Título

Estimación del rendimiento, calidad microbiológica y contenido de minerales del rábano regado con agua residual doméstica tratada.

Responsable

Dra. Silvia Yudith Martínez Amador

Programa y línea de investigación

Biotecnología Agrícola/Biotecnología Ambiental

Colaboradores

Dr. Valentín Robledo Torres.  
Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar.  
Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal.  
Dr. Adalberto Benavides Mendoza.

Tesista(s) y nivel

**M.C. Iveth Dalila Antonio Carmona**  
Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida  
**Guadalupe Ponce Martínez**  
**Tomasa Quiterio Gutiérrez**  
**José Ángel Gutiérrez Ramírez**  
**Brenda Martínez Navarro**  
Ingeniero en Agrobiología (licenciatura)

Objetivos

**OBJETIVO GENERAL:** Estimar el rendimiento comercial, la calidad microbiológica y evaluar la calidad nutrimental, en relación al contenido de minerales, del rábano regado con agua residual doméstica tratada bajo condiciones de invernadero.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Etapa 1:

1. Evaluar la remoción de coliformes, helmintos, sólidos totales suspendidos y otros parámetros en reactores con biopelícula desarrollada sobre distintos polímeros (poliuretano, polimetacrilato de metilo).
2. Optimizar el desempeño del reactor con biopelícula variando el Tiempo de Retención Hidráulica tratando de cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.
3. Incluir sistema terciario de tratamiento para disminuir la cantidad de coliformes y huevos de helmintos presentes en el agua residual tratada (fitorremediación).

Etapa 2:

4. Estimar el rendimiento comercial del rábano regado con agua residual doméstica tratada.
5. Determinar la calidad microbiológica del cultivo regado con agua residual doméstica tratada.
6. Evaluar la calidad nutricional del cultivo en relación al contenido de minerales

Resultados y Discusión (si es informe final o avances en su caso)

**AVANCES**

ETAPA 1

*OBJETIVO 1:*

El trabajo experimental se desarrolló en el Laboratorio de Biología perteneciente al Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila México a los 25°21'13'' latitud norte, 101°02'01'' longitud oeste y a una altura de 1758 metros sobre el nivel del mar.

Al obtener resultados positivos (en cuanto a remoción de contaminantes) con la espuma de poliuretano recubierta de polímero, se nos proporcionaron 2 materiales más para trabajar y, de esta manera, poder escalar a un reactor de 6 litros de capacidad. Los tratamientos fueron:

- PU: espuma poliuretano
- PU + PPy: espuma poliuretano + polipirrol
- PU + PPy + PANI: espuma poliuretano + polipirrol + polianilina
- PU + PANI: espuma poliuretano + polianilina

Se emplearon reactores batch de 500 ml de capacidad,

- + 900 mg de soporte (espuma)
- + 100 ml lodo anaerobio
- + 200 ml agua residual doméstica

Se dejaron en reposo 15 días para formación de biopelícula. Al término de ese tiempo, se eliminó todo el líquido (con lodo), y se volvió a agregar 200 ml de agua residual doméstica y se monitoreó por 15 días, a 35°C.

Se realizaron cortes de las esponjas para confirmar la adhesión de microorganismos al soporte; así mismo, se realizaron cortes de las esponjas para observarlas en el microscopio electrónico de barrido, sin biopelícula, para poder caracterizar el material, pues es un uso novedoso y que no tiene impacto negativo en el medio ambiente. También, como parte de la caracterización del material, se analizó en Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier, FTIR. Esta técnica proporciona un espectro de reflexión de las bandas de los grupos funcionales de las sustancias inorgánicas y orgánicas, por lo cual es posible realizar una identificación de los materiales. El equipo dotado de una sonda con fibra óptica permite el análisis directo de la superficie del objeto de estudio

En la literatura no se encontró este tipo de soporte en el tratamiento de agua residual doméstica, por lo que es algo novedoso y con lo que se están obteniendo buenos resultados. Esto podría favorecernos para formar una mayor cantidad de biopelícula para tratar el agua residual doméstica, la única duda es, obtener la cantidad necesaria de espuma recubierta para usar en el reactor de 6 lts.

Como no se habían obtenido resultados muy favorables en cuanto a remoción de coliformes fecales, se trabajó el diseño del soporte del reactor:

- se acomodó la esponja de Poliuretano en forma de “chocorrol”
- la espuma cortada en cuadritos de 1 cm<sup>3</sup>,

Bajo estos diseños, se evaluaron los sistemas a tiempos de retención hidráulica (TRH) de 12, 24 y 36 horas, teniendo los siguientes resultados:

- Reactor con espuma de poliuretano en forma enrollada: se obtuvieron buenos resultados en cuanto a remoción de demanda química de oxígeno (DQO), mas no para remoción de coliformes y huevos de helmintos.
- Reactor con espuma en cuadritos de 1cm<sup>3</sup>: buenos resultados de remoción de DQO, pero baja eficiencia de remoción de coliformes y huevos de helmintos (mejor remoción que con el reactor con espuma de poliuretano enrollada).

Tomando en cuenta los resultados obtenidos con los distintos polímeros y el diseño del reactor, se realizó un experimento para determinar la cantidad de soporte a emplear para empacar 1 reactor de 5.8 lts de capacidad. Se observó que se obtenían mejores resultados cuando se empleaba 1 g de soporte por 200 ml de fase líquida. Se empacaron 2 reactores con composito PU/(PPy-co-PANI) en cubos de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup> (1 g/200 ml de fase líquida): uno se empleará como sistema anaerobio y el otro como reactor aerobio, para trabajar en conjunto como un sistema secuencial.

El reactor anaerobio se llenó con lodo anaerobio y se le recirculó agua residual del Bosque Urbano Ejercito Mexicano (Saltillo, Coah.), y el reactor aerobio se llenó con lodo activado y agua residual del mismo lugar. Esto se dejó por 7 días para la fijación y formación de biomasa; finalizado este tiempo, se dejó solamente la espuma con biomasa dentro de cada reactor y se trató agua residual, como un sistema secuencial.

Con este sistema novedoso, se han obtenido remociones de DQO hasta de un 94% y se cumple con la NOM en cuanto a remoción de coliformes (ya en el sistema terciario: humedal).

Al realizar pruebas de adhesión de biopelícula en el soporte, se observó un 18% más de ésta en el composito PU/(PPy-co-PANI), que en la espuma de poliuretano sin recubrir. Esto puede ser un factor importante para remover tanto los contaminantes como las coliformes.

Se realizó una estancia en el Departamento de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Químicas, de la Universidad Autónoma de Coahuila, asesorada por el Dr. José Antonio Rodríguez de la Garza para estandarizar algunas técnicas a emplear en el trabajo de tesis de Doctorado, para cumplir con los requerimientos de “Servicios al Público con contacto directo” de la “Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público”, del 13 de octubre al 28 de noviembre del 2014, cumpliendo con los objetivos siguientes:

Periodo	Objetivo	Actividades	Resultados
13 - 24 de Octubre	Asesoría para la determinación de coliformes fecales y huevos de helminto.	Llevar a cabo la técnica para la determinación y cuantificación de huevos de helmintos	Reforzar la técnica indicada en el ANEXO I de la NOM-003-SEMARNAT-1997, y obtener resultados confiables, obtener conocimientos y dominar la técnica.
27 de Octubre al		Llevar a cabo las	Reforzar las técnicas de las

7 de Noviembre		técnicas necesarias para determinación de coliformes fecales.	Normas Mexicanas: NMX-AA-42 (Determinación del NMP de coliformes totales y fecales-Método de tubos múltiples de fermentación) y NMX-AA-102-1987 (Detección y enumeración de organismos coliformes, organismos coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i> presuntiva-Método de filtración en membrana). Dominar las técnicas.
10 - 28 de Noviembre	Asesoría para la determinación de DBO <sub>5</sub> .	Llevar a cabo las técnicas necesarias para la determinación de DBO <sub>5</sub> : determinando Oxígeno Disuelto por yodometría, y mediante el método manométrico.	Reforzar la técnica indicada en la NMX-AA-028-1981 (Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO <sub>5</sub> ) y residuales tratadas; obtener resultados confiables, conocimientos y dominar las técnicas.

También se realizó una estancia corta de investigación en la Coordinación Académica Región Altiplano (U.A.S.L.P.), en Matehuala, S.L.P., con el Dr. Miguel Ángel Corona Rivera cumpliendo con el siguiente objetivo:

Periodo	Objetivo	Actividades	Resultados
8 - 13 de diciembre, 2014	Evaluación de esponjas de poliuretano y compositos.	Manejo del equipo de Espectroscopía RAMAN.	Reforzar la técnica indicada, esto para comprobar que el composito no se esté degradando y pueda seguir empleándose en el tratamiento de aguas residuales.

Productos obtenidos (puede anexar artículos, portadas de tesis terminadas, congresos, etc.)

Participación en el “ XXXV Encuentro de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. (AMIDIQ)”. Se anexan: carta de aceptación y constancia.

## AMIDIQ

ACADEMIA MEXICANA DE INVESTIGACION Y DOCENCIA EN INGENIERIA QUIMICA, A.C.

Guanajuato, Gto., a 28 de Febrero de 2014

Estimado Colega,

agradecemos sinceramente el interés por participar en el XXXV Encuentro de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. (AMIDIQ) y por este conducto nos complace informarle que su trabajo:

### 203 EFECTO DEL RECUBRIMIENTO DE POLIURETANO EN EL DESEMPEÑO DE UN BIOFILTRO ANAEROBIO

cuyos autores son:

**IVETH DALILA ANTONIO CARMONA  
JOSÉ ÁNGEL GUTIÉRREZ RAMÍREZ  
VÍCTOR MANUEL OVANDO MEDINA  
SILVIA YUDITH MARTÍNEZ AMADOR**

ha sido aceptado para su presentación en la sesión de **Biotecnología** en la modalidad **Oral**.

A partir del 24 de marzo de 2014 consulte el programa completo en nuestra página web [www.amidiq.com](http://www.amidiq.com) para conocer el día y hora precisa de su presentación. Recuerde que tiene hasta el viernes 21 de marzo de 2014 para sustituir el resumen de dos páginas por su trabajo en extenso en la plataforma OpenConf.

A nombre de la AMIDIQ le agradecemos su participación y esperamos tener la oportunidad de saludarlo personalmente en Puerto Vallarta, Jalisco.

Atentamente

COMITÉ TÉCNICO AMIDIQ 2014

---

AMIDIQ Calle de las Cascadas 75, Col. Las Huertas Country, Morelia, Mich. C.P. 58194  
RFC: AMI-860512 AY1

# AMIDIQ

La Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, A. C.  
"La Interdisciplinariedad en la Ingeniería Química"

Otorga el presente

## RECONOCIMIENTO

a:

IVETH DALILA ANTONIO CARMONA, JOSÉ ÁNGEL GUTIÉRREZ RAMÍREZ, VÍCTOR MANUEL  
OVANDO MEDINA, SILVIA YUDITH MARTÍNEZ AMADOR

Por la presentación del trabajo:

**"EFECTO DEL RECUBRIMIENTO DE POLIURETANO EN EL DESEMPEÑO DE UN BIOFILTRO  
ANAEROBIO"**

ID: 203

XXXV Encuentro Nacional  
Puerto Vallarta, Jalisco México, 6 al 9 de Mayo de 2014

  
Dr. Juan Gabriel Segovia Hernández  
PRESIDENTE DE AMIDIQ

  
Dr. Tomás Vázquez García  
PRESIDENTE DEL COMITÉ TÉCNICO

**Se asesoraron 4 tesis de Licenciatura: Ingeniero en Agrobiología.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Tratamiento de Agua Residual Doméstica Mediante el Uso de un Filtro  
Secuencial Anaerobio-Aerobio, Empacado con Espuma de Poliuretano a  
Diferentes Tiempos de Retención Hidráulica

Por:

**GUADALUPE PONCE MARTÍNEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Tratamiento de Agua Residual Doméstica Mediante el Uso de un Filtro Anaerobio  
Empacado con Espuma de Poliuretano a Diferentes Tiempos de Retención Hidráulica

Por:

**TOMASA QUITERIO GUTIÉRREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRÓ  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Evaluación del Uso de Dos Polímeros como Soportes en el Tratamiento de  
Agua Residual Doméstica en Filtros Anaerobios

Por:  
**JOSÉ ÁNGEL GUTIÉRREZ RAMÍREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México  
Junio del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Tratamiento Terciario de Agua Residual Doméstica Mediante el Uso de un  
Humedal a Diferentes Tiempos de Retención Hidráulica

Por:

**BRENDA MARTÍNEZ NAVARRO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2014



Otorgan el presente  
**DIPLOMA**

**A: Iveth Dalila Antonio Carmona**

Por haber participado en el Taller sobre Manejo de Patógenos del Suelo; Plagas y Enfermedades,  
con una duración de 8 horas lectivas.

 Dr. Francisco Camacho Ferre Universidad de Almería, España	 Dr. Julio César Tello Marquina Universidad de Almería, España	 Biol. Sofia Urbina Loyola SEMARNAT, México
 M. Sc. Marta Pizano Consultora del Protocolo de Montreal en Colombia	 Dra. Bertha Tiapal Bolaños UACh, México	 Dr. José Manuel López Aranda Consultor del Protocolo de Montreal en España
 Dra. Marcia Ricárdez Salinas Consultora del Protocolo de Montreal en México	 Dra. Victoria Huitrón Ramirez ITC, México	

Sede UAAAN, Saltillo, Coahuila, a 11 de septiembre del 2014

Participación en el “MACROMEX 2014: XXVII Congreso de la Sociedad Polimérica de México”. Se anexa carta de aceptación y constancia.

**MACROMEX 2014**  
XXVII Congreso de la Sociedad Polimérica de México

ID: 196 Toluca, México September 15<sup>th</sup> 2014.

Dear Colleague

On behalf of Macromex 2014 Conference, I am pleased to inform you that your submission,  
Titled:  
Synthesis of novel semiconducting polyurethane/polypyrrole/polyaniline composites for microorganism immobilization and wastewater treatment  
Authors:  
Iveth Dalila Antonio Carmona, Silvia Y. Martinez-Amador, Victor M. Ovando-Medina.  
has been accepted.

In a future correspondence we will let you know if your presentation is scheduled as Poster or Oral presentation due to the limited spots for Oral presentations.

Congratulation!!

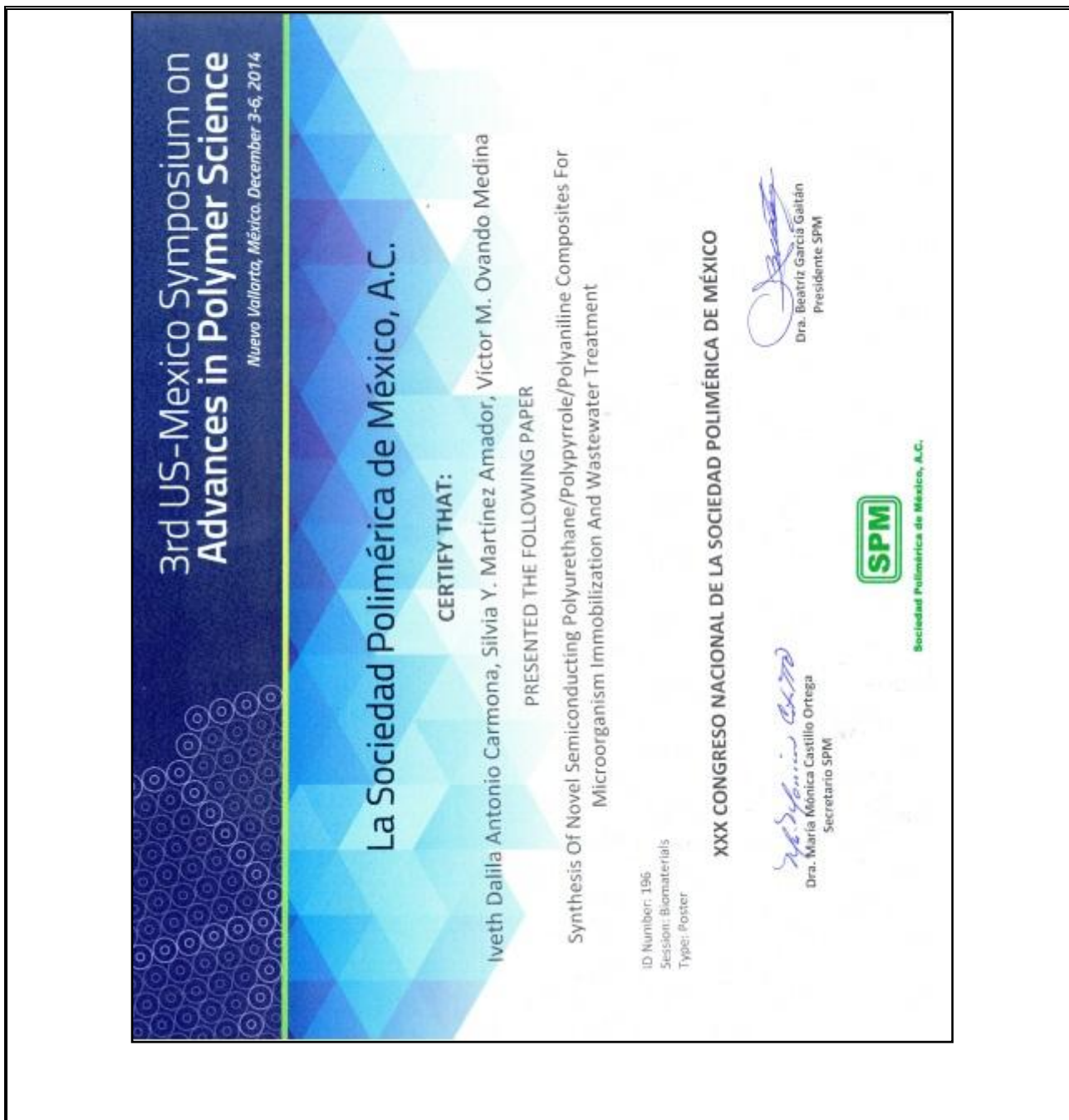
  
Beatriz Garcia Gaitán  
President of the SPM

3rd US-Mexico Symposium  
on Advances in Polymer Science  
Nuevo Vallarta, México, December 3-6, 2014  
Nuevo Vallarta, México December 3-6, 2014

  
CONACYT  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

  
CIOA  
CENTRO DE INVESTIGACION  
EN QUÍMICA APLICADA

  
SPM  
Sociedad Polimérica de México, A.C.



Firma del Responsable

Lugar y fecha

Dra. Silvia Yudith Martínez Amador	Saltillo, Coahuila, 15 de Diciembre del 2014