



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MAESTRÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES



Tesis:

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS

Como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Maestra en Sistemas Ambientales

Nombre de la sustentante:

I.Q. Itzel Rubí Franco Mota

Directora de tesis:

M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales

Junio 2025
Durango, Dgo. México



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MAESTRÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES



Tesis:

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS

Como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Maestra en Sistemas Ambientales

Línea de Investigación:
Estudio y tratamiento de efluentes

Nombre de la sustentante:
I.Q. Itzel Rubí Franco Mota

Directora de tesis:
M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales

Co-Directora de tesis:
Dra. María Gorety Contreras Hernandez

Asesores:
Dr. Alfredo de Jesús Martínez Roldán
Dr. Víctor Jesús Martínez Gómez
Dr. Luis Armando de la Peña Arellano

Durango, Dgo. México. Junio 2025



EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS

Presenta:

Itzel Rubí Franco Mota

COMITÉ TUTORIAL

M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales	
Directora	Firma
Dra. María Gorety Contreras Hernández	
Codirectora	Firma
Dr. Alfredo de Jesús Martínez Roldán	
Asesor	Firma
Dr. Víctor Jesús Martínez Gómez	
Asesor	Firma
Dr. Luis Armando de la Peña Arellano	
Asesor	Firma

M.C. Tania Montoya García
Coordinador(a) del programa del
posgrado correspondiente

Durango, Dgo. México

Dr. Francisco Javier Godínez García
Jefe(a) de la División de Estudios de
Posgrado e Investigación

Junio, 2025



Victoria de Durango, Dgo., a **30 / Mayo / 2025.**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DEPI / C / 292 / 2025.

ASUNTO: Autorización de Impresión de Tesis de Maestría.

C. ITZEL RUBÍ FRANCO MOTA
No. DE CONTROL G15040390
P R E S E N T E .

De acuerdo al reglamento en vigor y tomando en cuenta el dictamen emitido por el jurado que le fue asignado para la revisión de su trabajo de tesis para obtener el **Grado de Maestra en Sistemas Ambientales**, esta División de Estudios de Posgrado e Investigación le autoriza la impresión del mismo, cuyo título es:

“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS”

Sin otro particular de momento, quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E .

Excelencia en Educación Tecnológica®
“La Técnica al Servicio de la Patria”


C. FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



FJGG'ammc.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Bldv. Felipe Pescador No. 1830 Ote.,
Durango, Dgo., C.P. 34080 Tels.618-818-69-36
e-mail: depposgrado@itdurango.edu.mx
tecnm.mx | itdurango.edu.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Durango
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Victoria de Durango, Dgo., a **30 / Mayo / 2025.**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DEPI / C / 291 / 2025.

ASUNTO: Autorización de Tema de Tesis de Maestría.

C. ITZEL RUBÍ FRANCO MOTA
No. DE CONTROL G15040390
P R E S E N T E .

Con base en el Reglamento en vigor y teniendo en cuenta el dictamen emitido por el Jurado que le fue asignado, se le autoriza a desarrollar el tema de tesis para obtener el **Grado de Maestra en Sistemas Ambientales** cuyo título es:

“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS”

CONTENIDO:

	RESUMEN
	ABSTRACT
CAPÍTULO I.	INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO II.	MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO III.	MATERIALES Y MÉTODOS
CAPÍTULO IV.	RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN
CAPÍTULO V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFÍA
	ANEXOS

Sin otro asunto en particular, quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E .

Excelencia en Educación Tecnológica®
“La Técnica al Servicio de la Patria”

C. FRANCISCO JAVIER GODÍNEZ GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

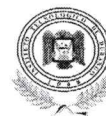


FJGG'ammc.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Bldv. Felipe Pescador No. 1830 Ote.,
Durango, Dgo., C.P. 34080 Tels.618-818-69-36
e-mail: depposgrado@itdurango.edu.mx
tecnm.mx | itdurango.edu.mx



LICENCIA DE USO OTORGADA POR ITZEL RUBI FRANCO MOTA, de nacionalidad mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en Calle Gabriel Gavira # 217, Fraccionamiento San Marcos, Durango, Dgo., en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor de la tesis denominada **“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS”** en adelante **“LA OBRA”** quien para todos los fines del presente documento se denominará **“EL AUTOR Y/O EL TITULAR”**, a favor del Instituto Tecnológico de Durango del Tecnológico Nacional de México, y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, se establecen las cláusulas siguientes:

PRIMERA –OBJETO: **“EL AUTOR Y/O TITULAR”**, mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico de Durango del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de **“LA OBRA”**, para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

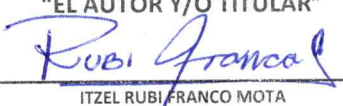
TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de **“LA OBRA”** en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (red), mensaje de datos o similar conocido por conocerse.

CUARTA – EXCLUSIVIDAD: La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico de Durango; por lo tanto, **“EL AUTOR Y/O TITULAR”** conserva los derechos patrimoniales y morales de **“LA OBRA”**, objeto del presente documento.

QUINTA – CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico de Durango y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que el **“AUTOR Y/O TITULAR”** es el único, primigenio y perpetuo titular de los derechos morales sobre **“LA OBRA”**; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA – AUTORÍA: **“EL AUTOR Y/O TITULAR”** manifiesta ser el único titular de los derechos de autor que derivan de **“LA OBRA”** y declara que el material objeto del presente fue realizado por él, sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el único responsable.

Dado en la Ciudad de Durango, Dgo., a los veintidós días del mes de mayo de 2025.

“EL AUTOR Y/O TITULAR”

ITZEL RUBI FRANCO MOTA

Victoria de Durango, Dgo. a 22 de mayo de 2025

Por este conducto se hace constar que la tesis denominada EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE FIBRAS Y BAGAZO DE AGAVE PARA REMOVER ARSÉNICO PRESENTE EN MODELOS ACUOSOS, de la alumna Itzel Rubí Franco Mota, con número de control 15040390 estudiante del programa de Maestría en Sistemas Ambientales, revisada por primera vez, se sometió al software Turnitin Similarity para ser examinado, en donde el reporte del software mencionado mostró un porcentaje de 12% de similitud general.

Con base en el reporte de Turnitin, al criterio ético y profesional del director de tesis y al área del programa, se considera que cumple con los criterios de originalidad.

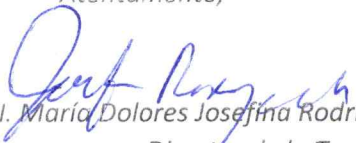
Con base en lo anterior se emite el siguiente dictamen.

Sé autoriza dar inicio a los trámites de obtención de grado.

Nota: Después de la segunda revisión si el documento no cumple con los criterios de originalidad el dictamen será

No se autoriza dar inicio a los trámites de obtención de grado, documento plagiado

Atentamente,


M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales
Director de la Tesis

Vo.Bo.


Dr. Alfredo de Jesús Martínez Roldán
Asesor


Dra. María Gorety Contreras Hernández
Codirectora


Dr. Víctor Jesús Martínez Gómez
Asesor


Dr. Luis Armando de la Peña Arellano
Asesor

Cp
Alumno
Coordinación del programa



Resumen

En México, las actividades antropogénicas, especialmente la minería han contribuido en gran medida a la contaminación por metales pesados, problema que ha ido en aumento debido al mal manejo de residuos tóxicos y el abuso excesivo en el uso de estos. Los metales contaminantes más importantes en México, dada su toxicidad y abundancia son: mercurio, arsénico, plomo y cromo.

En Durango la presencia natural de arsénico en aguas subterráneas se determinó desde la década de los años ochenta. En la presente investigación, se evaluó el uso potencial de residuos de hojas y bagazo de agave, procedentes de la industria del mezcal para remover iones As (V) presentes en modelos acuáticos.

Bajo tratamiento térmico, químico, mecánico y en su forma natural se evaluó la capacidad de bioadsorción de ambos materiales. Las variables de estudio fueron el tiempo de contacto, tamaño de partícula y pH. Para efectos del proceso cinético de bioadsorción respecto al tiempo, se adicionaron al sistema soluciones con concentraciones conocidas de adsorbato y adsorbente a un tiempo 0, para el cual, el sistema se encontraba en condiciones de velocidad de agitación (240 rpm) y pH controlados.

Los bioadsorbentes se dejaron en contacto con la solución hasta alcanzar el equilibrio dinámico. El estudio consistió en determinar las mejores condiciones de adsorción para los iones de arsénico. Teniendo finalmente los mejores resultados con el adsorbente de bagazo con tratamiento mecánico (BBM) en condiciones de pH 4, tamaño de partícula de 250 μm y un tiempo de contacto de 120 min. Con un porcentaje de remoción del $51.12\% \pm 5.647$

Abstract

In Mexico, anthropogenic activities—especially mining—have significantly contributed to heavy metal pollution, a problem that has been increasing due to poor management of toxic waste and the excessive use of these substances. The most important contaminating metals in Mexico, given their toxicity and abundance, are mercury, arsenic, lead, and