

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y
Biotechnológicas
Escuela profesional de Ingeniería Biotechnológica



**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE BIODEPURACIÓN DE
HIDROCARBUROS MONOAROMÁTICOS BTEX MEDIANTE
*CHLORELLA SP.***

Tesis presentada por las Bachilleres:

Núñez Mork, Brenda Kristell

Núñez Lozada, Brenda Tatiana

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Biotecnólogo.

Asesora: M.Sc. Ing. Paredes Zavala

Joshelyn Mariangela

Arequipa – Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA BIOTECNOLOGICA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 24 de Enero del 2023

Dictamen: 007588-C-EPIB-2023

Visto el borrador del expediente 007588, presentado por:

2013223152 - NUÑEZ MORK BRENDA KRISTELL

2012600782 - NUÑEZ LOZADA BRENDA TATIANA

Titulado:

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE BIODEPURACIÓN DE HIDROCARBUROS
MONOAROMÁTICOS BTEX MEDIANTE CHLORELLA SP.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29230978 - ZARAVIA SANCHEZ CIFRIDO
DICTAMINADOR**



**42098888 - CORDOVA BARRIOS CINTHIA CAROL
DICTAMINADOR**



**41404327 - BARREDA DEL CARPIO JAIME ERNESTO
DICTAMINADOR**





A mi madre por su amor incondicional, por apostar por mí, por sembrar en mí autoexigencia y la convicción de alcanzar todas mis metas, por enseñarme que no existen metas inalcanzables.

Brenda Núñez Mork

A mis padres que siempre estuvieron guiándome y alentándome en toda mi época universitaria y profesional porque me inculcaron a nunca rendirme, a trabajar por lo que uno anhela.

Brenda Núñez Lozada

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme y bendecir mi camino.

A mis padres por darme la oportunidad de recibir educación.

A la M.Sc. Ing. Joshelyn Paredes por el motivarme durante mi etapa académica, incentivar a postular el proyecto de investigación y promover más confianza en mis propias capacidades.

Al Dr. Jaime Cárdenas, por el depósito de confianza, por sus enseñanzas y guía, por su respaldo.

Al Dr. Edilberto Medina por compartir su conocimiento el cual habilitó un mejor desarrollo de esta tesis.

A los miembros del Laboratorio de Control de Calidad por su apoyo en el desarrollo experimental de esta tesis.

Al Dr. José Villanueva y a la Ing. María Eugenia Zevallos, por su guía y respaldo durante mi formación académica.

Al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María por subvencionar económicamente el proyecto que habilitó la oportunidad de estudiar mi hipótesis y mediante ella cumplir mi propósito de aporte a la sociedad y medio ambiente mediante biotecnología.

A mi amiga Brenda Núñez Lozada, por su dedicación y compromiso, sin el que no podría haberse concluido este proyecto.

Brenda Núñez Mork

Agradezco la disposición y guía del Dr. Jaime Cárdenas, la confianza y experiencia de la Ing. Joshelyn Paredes; a todos aquellos, profesores, ingenieros, doctores que con sus enseñanzas y experiencia nos guiaron en el camino; y, por supuesto, a nuestros jurados por su tiempo y colaboración.

Un agradecimiento especial a mi compañera y amiga Brenda por la oportunidad de formar parte de este proyecto, por su esfuerzo y enseñanzas, porque nunca nos rendimos y ahora podemos decir que juntas ¡Lo logramos!

Brenda Núñez Lozada

El presente proyecto de tesis se desarrolló como parte del proyecto BIODEPURACIÓN DE HIDROCARBUTOS AROMÁTICOS PRESENTES EN AGUAS RESIDUALES MEDIANTE EL USO DE *CHLORELLA SP.* Y DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA SU TRATAMIENTO, financiado por los fondos internos concursables del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María. Proyecto fondo para la Investigación Resolución N°25262-R-2018.



RESUMEN

El empleo de microalgas en la industria se ha incrementado en el tiempo y la versatilidad de sus aplicaciones han elevado su valor comercial. El género *Chlorella* es uno de los más explotados en la industria de alimentos, además es ampliamente empleado como alternativa medioambiental para el tratamiento de aguas contaminadas y efluentes industriales. Entre los compuestos contaminantes de recursos hídricos más importantes tenemos a los hidrocarburos mono-aromáticos BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos), los cuales generan emergencias medioambientales y repercusiones en la salud del consumidor de aguas portadoras de estos compuestos, tales como cáncer, lesiones hepáticas, renales, entre otros.

El presente trabajo de investigación logró aislar una cepa biorremediadora de compuestos BTEX. Esta cepa perteneciente a la familia *Chlorellaceae*, se identificó morfológica y molecularmente como una microalga del género *Parachlorella kessleri* según su análisis filogenético por la semejanza en su secuencia de genes 18S rRNA, y como *Micractinium sp.* según su secuencia de genes 28S rRNA.

Posteriormente se determinó su cinética de crecimiento, obteniéndose una fase exponencial de 120 horas, una velocidad específica de crecimiento $\mu=0.0230$ (h⁻¹) y un tiempo de generación $G=30.1519$ (h) en cultivo BBM con pH de 7 temperatura entre 20 – 21 °C, fotoperiodo constante y aireación continua en cultivos de 200 mL. Por otro lado, se evaluó su tolerancia a medios salinos, obteniéndose una baja tasa de supervivencia con una $\mu=0.0145$ (h⁻¹) y un $G=47.6971$ (h), en cultivo de Guillar “F/2” con pH de 7, temperatura entre 20 – 21 °C, fotoperiodo constante y aireación continua en cultivos de 200 mL.

Por otro lado, se determinó el método de medición de hidrocarburos monoaromáticos BTEX por Cromatografía de gases FID (Detector de ionización de llama), obteniéndose una linealidad con coeficiente de correlación mayor a 0.99, selectividad frente a compuestos, precisión con coeficiente de variación menor al 5% y una concentración mínima detectable para Benceno de 0.4 mg/L, Tolueno 1.7 mg/L, Etilbenceno 4.7 mg/L y Xilenos 1.4-7.2 mg/L.

Finalmente, se evaluó la capacidad depuradora de *Parachlorella kessleri* frente a soluciones de hidrocarburos monoaromáticos BTEX, a distintas concentraciones y ratios de g de BTEX/ UFC, logrando biorremediar hasta 98.78% de benceno, 93.01% de tolueno, 82.78% de etilbenceno y 53.11%, 96.5%, 52.52% de xilenos en 5 días.

Palabras Clave:

Parachlorella kessleri, *Micratinium sp.*, BTEX, Cromatografía de gases FID.



ABSTRACT

Through time the use of microalgae in industry has increased and the versatility of its applications has raised its commercial value. The *Chlorella* genus is one of the most used in the food industry and it is also widely used as an environmental alternative for the treatment of contaminated water and industrial effluents. Among the most important polluting compounds of water resources, we have the monoaromatic hydrocarbons BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylenes), which are responsible for environmental emergencies and repercussions on the health of the consumer of water that carries these compounds, such as cancer, liver, and renal damage, among others.

In this study, a strain able to degrade BTEX compounds was isolated. This strain, belonging to the *Chlorellaceae* family, was identified morphologically and molecularly as a microalgae of the genus *Parachlorella kessleri* according to its phylogenetic analysis due to its 18S rRNA gene sequence similarity, and as *Micractinium sp.* according to its 28S rRNA gene sequence similarity.

Subsequently, its growth kinetics were determined, obtaining an exponential phase of 120 hours, a specific growth rate $\mu=0.0230$ (h⁻¹) and a generation time $G=30.1519$ (h) in BBM culture with a pH of 7, temperature between 20 – 21 °C, constant photoperiod, and continuous aeration in 200 mL cultures. On the other hand, its tolerance to saline media was evaluated, obtaining a low survival rate with a $\mu=0.0145$ (h⁻¹) and a $G=47.6971$ (h), in a Guillar "F/2" culture with a pH of 7, temperature between 20 – 21 °C, constant photoperiod and continuous aeration in 200 mL cultures.

On the other side, the measurement method of monoaromatic hydrocarbons BTEX by FID Gas Chromatography (Flame Ionization Detector) was determined, obtaining a linearity with a correlation coefficient greater than 0.99, selectivity against compounds, precision with a coefficient of variation less than 5% and a minimum detectable concentration for Benzene of 0.4 mg/L, Toluene 1.7 mg/L, Ethylbenzene 4.7 mg/L and Xylenes 1.4-7.2 mg/L.

Finally, the biodegradation potential of *Parachlorella kessleri* was evaluated against solutions of BTEX monoaromatic hydrocarbons, at different concentrations and ratios of g of BTEX/UFC, achieving bioremediation up to 98.78% benzene, 93.01% toluene, 82.78% ethylbenzene and 53.11%., 96.5%, 52.52% xylenes in 5 days.

Keywords:

Parachlorella kessleri, *Micratinium sp.*, BTEX, FID Gas Chromatography.



EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE BIODEPURACIÓN DE HIDROCARBUROS MONOAROMÁTICOS BTEX MEDIANTE CHLORELLA SP.

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

core.ac.uk

Fuente de Internet

1%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

3

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

4

orcid.org

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado