

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



**“ENSAYOS DE VIABILIDAD DE LA CEPA *Caenispirillum
bisanense* PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA

LUIS GONZALO LÓPEZ MARTÍNEZ

DIRECTOR

DR. AITOR AIZPURU

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2022

Dedicatoria

A mis padres Elvira Ángela y José Luis

Mis hermanas Lili, Karla y Candy

Y mis abuelos (Adolfo, Geralda †, Wilfrido y Trifonia)

Agradecimientos

A la Universidad del Mar por mi formación académica y profesional, por el conocimiento y experiencias ganadas durante estos últimos años.

A cada uno de los profesores que estuvieron presentes durante este tiempo y me mostraron y ensañaron cada una de las múltiples disciplinas que conforman la ingeniería ambiental, especialmente a la M. C. Belem Espinoza Chávez, Dr. Ever Peralta Reyes, Dr. Alejandro Regalado, M.C. Bárbara Zavala Trujillo, Ing. Martín Zúñiga, M. C. Cervando Sánchez Muñoz y Dra. María del Rosario Enríquez Rosado.

Al Dr. Aitor Aizpuru por la oportunidad de realizar este trabajo bajo su dirección, por todas las facilidades brindadas, por su tiempo, motivación y todo su apoyo.

A mis revisores:

A la Dra. Susana García Ortega por su tiempo y observaciones realizadas para mejorar este trabajo, por su disponibilidad y por su contribución a mi formación académica.

A la M.C. María del Rocío Gutiérrez Ortiz por su tiempo y apoyo a la mejora del presente trabajo, y por su contribución a mi formación académica.

A la M.C. Alejandra Torres Ariño por su tiempo y disponibilidad para la mejora del presente trabajo, y por la facilitación de reactivos químicos.

Al M. C. Luis Antonio López García por su tiempo y observaciones realizadas para la mejora del presente trabajo, por contribuir a mi formación académica y compartir su experiencia laboral en el ámbito de la ingeniería ambiental.

A mis amigos:

A David Horta, por su amistad, por el tiempo compartido, por las tardes de películas, basketball, días de playa, aventuras y por enseñarme a nadar, créanme que ¡eso fue un reto!

A José Alejandro, por su amistad y estar siempre, por las mañanas de salir a correr cuando éramos jóvenes deportistas, por los partidos de basketball.

A Michelle, por su amistad y compañía, por los viajes y aventuras, por enseñarme a ser una persona más responsable, más puntual y más comprometida, por motivarme y creer en mí. Me has enseñado mucho estos últimos años.

A Daniela Moya y Carlos por su amistad, días de playa y noches de pizza, por las pláticas y la convivencia.

A Alexis, Diego y Marlo por su amistad, noches de fiesta y tardes de partidos, ¡la convivencia fue muy grata!

A Liz Ortiz, Jaqueline, Eduardo, Eduardo Cid, Frida Alicia, Gauss, Omar, Nereida, Jesús, Guadalupe, Andrea y Dianita todos formaron parte importante de mi estancia en la universidad.

A mis amigas de la UAM, Verónica, Paola y Monse.

A mis amigos Ameyali y Andrés, por los buenos momentos compartidos.

A mi familia, especialmente a mis padres y hermanas por su apoyo y motivación para culminar con esta etapa, por la paciencia y los ánimos para terminar esta tesis.

A mis tíos especialmente a mi tío Gil, Clara, Clara L. M. y Geralda, por su motivación y apoyo durante estos años.

Índice de contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Panorama energético mundial y problemática ambiental	2
2.2	Hidrógeno.....	3
2.3	Métodos de producción de hidrógeno	3
2.3.1	Métodos termoquímicos	4
2.3.2	Métodos electroquímicos.....	6
2.3.3	Producción biológica de hidrógeno	7
2.3.4	Procesos biológicos de producción de hidrógeno.....	12
3	ANTECEDENTES	22
4	JUSTIFICACIÓN	24
5	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	25
5.1	Hipótesis.....	25
5.2	Objetivos	25
5.2.1	Objetivo general:.....	25
5.2.2	Objetivos particulares:	25
6	MATERIALES Y MÉTODOS	26
6.1	Microorganismo	26
6.1.1	Corroboración de cepa pura.....	26
6.2	Propagación de la cepa y medio de cultivo	26
6.2.1	Inóculo	27
6.3	Producción de hidrógeno.....	28
6.3.1	Sistema de colección de gases	30
6.3.2	Composición del biogás.....	30

6.3.3	Masa de hidrógeno producida.....	31
6.4	Obtención de parámetros cinéticos	32
6.4.1	Velocidad máxima de producción de hidrógeno	32
6.5	Conversión de sustrato a hidrógeno	33
6.6	Producción de biomasa	34
7	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
7.1	Generación de hidrógeno en medio de crecimiento	36
7.1.1	Generación de hidrógeno en medio de crecimiento a 24 °C.....	36
7.1.2	Generación de hidrógeno en blancos a 24 °C	41
7.1.3	Generación de hidrógeno en medio de crecimiento a 30 °C.....	46
7.2	Generación de hidrógeno en medio de producción.....	49
7.2.1	Generación de hidrógeno en medio de producción a 24 °C	49
7.2.2	Generación de hidrógeno en medio de producción a 30 °C	52
7.3	Influencia de la iluminación en la producción de hidrógeno.	55
7.4	Rendimientos de producción de hidrógeno y porcentajes de conversión.....	56
7.5	Producción de biomasa	57
8	CONCLUSIONES	59
9	REFERENCIAS	60