

UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel



**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE LOS EXTRACTOS CRUDOS
DE *Dermonema virens* (Rhodophyta, Liagoraceae) DE PLAYA ARAGÓN,
OAXACA**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciada en Biología Marina

Presenta

Paola Ivonne Aguilar Flores

Director

Dr. Julio A. Acosta Calderón

Co-directora

M. en C. Ixchel Adriana Loa Ramírez

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025

Resumen

Las macroalgas son organismos fotosintéticos importantes para el desarrollo de la vida marina. Son utilizadas para el consumo humano y como fuente de moléculas bioactivas antibacterianas. Este potencial antibacteriano que poseen se debe a su capacidad de sintetizar diversos metabolitos. La macroalga roja *Dermonema virens* (J. Agardh) Pedroche & Ávila se distribuye en el litoral de Oaxaca, México, pero se desconocen las propiedades antibacterianas de esta especie. El objetivo del trabajo fue determinar la actividad antibacteriana de los extractos crudos en hexano, diclorometano, acetona y metanol de *D. virens* contra tres cepas de bacterias nosocomiales *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*. Se recolectó biomasa húmeda en junio 2023 para realizar extractos con cuatro solventes de diferente polaridad: hexano (baja), diclorometano (baja), acetona (media) y metanol (alta). Se obtuvo el rendimiento de cada extracto y se evaluó la actividad antibacteriana mediante los porcentajes de inhibición con base en los protocolos del Clinical Laboratory Standards Institute. Los porcentajes de inhibición bacteriana de cada extracto se compararon con un análisis de varianza de una vía ($\alpha=0.05$). Se obtuvo un mayor rendimiento para el extracto de metanol (1.62%). En cuanto a la actividad antibacteriana, el extracto de diclorometano presentó la mayor inhibición contra *Klebsiella pneumoniae* (67.78%) y *Pseudomonas aeruginosa* (36.98%). Ningún extracto presentó inhibición contra *Acinetobacter baumannii*. Los extractos crudos en hexano fueron los que presentaron baja o nula inhibición. Esto demuestra que *D. virens* es fuente de metabolitos secundarios de baja-media polaridad capaces de inhibir el crecimiento bacteriano de *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Palabras clave: metabolitos secundarios, bacterias nosocomiales, ficoquímica, macroalgas rojas, polaridad.

Agradecimientos académicos

A la Universidad del Mar campus Puerto Ángel por brindar la infraestructura y el equipo mediante el proyecto interno “Bioprospección ficoquímica de especies selectas de las macroalgas de zonas rocosas y lagunares de litoral de Oaxaca”, con clave única de proyecto CUP 2IE2202.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme trabajar en sus instalaciones y hacer uso del equipo de laboratorio.

A la dirección General de Ordenamiento pesquero de CONAPESCA por el permiso de pesca fomento PPF/DGOPA-100-22.

A mi director de Tesis Dr. Julio A. Acosta Calderón, quien me brindó la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, por su apoyo, comprensión, sobre todo por su paciencia y pasión al instruirme en este camino de conocimiento sobre las macroalgas.

A mi codirectora M. en C. Ixchel Adriana Loa Ramírez, por darme la oportunidad y la confianza de trabajar con ella en este proyecto, por motivarme todo el tiempo para concluir este trabajo, su calidez, su paciencia y sobre todo por su apoyo en todo momento. Gracias por su disposición y su tiempo.

A la M. en C. Alejandra Torres Ariño, que me brindó su apoyo con su revisión y comentarios acertados para mejorar este trabajo.

A la Dra. Cristina Landa Cansino, por sus comentarios constructivos que hicieron de este proyecto una versión mejor.

A la Dra. Mónica Alicia Calderón Oropeza, que sin conocerme me brindó su apoyo en la revisión y composición de esta tesis, con sus observaciones que han sido apropiados para la consolidación de este trabajo.

A mis compañeros que me apoyaron en la recolecta.

Agradecimientos personales

Durante el proceso de este trabajo hubo muchas personas que estuvieron para motivarme y aunque las palabras no alcanzan para describir lo agradecida que estoy.

A mi madre quien estuvo siempre, para recordarme quien soy y la capacidad que tengo para lograr todo lo que me propongo.

A mamá Julia y papá Patricio, que gracias a su apoyo incondicional y toda la confianza que pusieron en mi durante todos estos años, hoy honro todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron por mí para cumplir mi sueño.

Gracias por confiar en mí en cada paso que doy, porque de no haber sido por ustedes hoy no estaría aquí.

Índice general

Resumen	i
Agradecimientos académicos.....	ii
Agradecimientos personales.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de figuras	vi
Índice de tablas	vii
Índice de anexos.....	viii
1. Introducción	1
1.1 Macroalgas marinas	4
1.2 Composición química de las algas Rhodophyta	6
2. Antecedentes.....	9
2.1 Actividad antibacteriana en algas rojas	9
2.2 Actividad antibacteriana de las macroalgas de Oaxaca	11
2.3 Bacterias.....	11
2.4 Mecanismos de defensa bacterianos	12
2.5 Mecanismo de acción de los antibióticos.....	13
2.5.1 Inhibición de la biosíntesis de la pared bacteriana.....	13
2.5.2 Alteración de la membrana citoplásmica.....	15
2.5.3 Afectación la biosíntesis proteica procariota	16
2.5.4 Afectación la síntesis de ácidos nucleicos bacterianos	17
2.5.5 Acción sobre rutas metabólicas	18
2.6 Enfermedades nosocomiales	19
2.6.1 <i>Acinetobacter baumannii</i>	19
2.6.2 <i>Klebsiella pneumoniae</i>	19
2.6.3 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19
3. Justificación	21
4. Hipótesis.....	22
5. Objetivos.....	23
5.1 Objetivo general.....	23

5.2	Objetivos particulares.....	23
6.	Materiales y métodos.....	24
6.1	Área de estudio.....	24
6.2	Recolecta de material biológico.....	26
6.3	Elaboración de extractos.....	26
6.4	Obtención de rendimiento.....	27
6.5	Actividad antibacteriana.....	27
	6.5.1 Preparación de los extractos para su evaluación antibacteriana:	27
	6.5.2 Cepas bacterianas y preparación de la suspensión bacteriana	27
	6.5.3 Ensayo de actividad inhibitoria del crecimiento bacteriano ...	28
6.6	Análisis de datos.....	29
7.	Resultados.....	30
7.1	Obtención de extractos.....	30
7.2	Ensayo de actividad antibacteriana.....	30
	7.2.1 Actividad antibacteriana contra <i>Klebsiella pneumoniae</i>	31
	7.2.2 Actividad antibacteriana contra <i>Acinetobacter baumannii</i>	32
	7.2.3 Actividad antibacteriana contra <i>Pseudomona aeruginosa</i>	32
8.	Discusión.....	33
	8.1.1 <i>Klebsiella pneumoniae</i>	35
	8.1.2 <i>Acinetobacter baumannii</i>	36
	8.1.3 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36
9.	Conclusiones.....	38

Índice de figuras

Figura 1. Etapas de desarrollo de <i>Dermonema virens</i>	3
Figura 2. Mecanismo de acción afectando la biosíntesis bacteriana.....	14
Figura 3. Mecanismo de acción afectando la membrana citoplásmica.....	15
Figura 4. Mecanismo de acción de los aminoglucósidos.....	16
Figura 5. Mecanismo de acción de las quinolonas.....	17
Figura 6. Mecanismo de acción de las sulfamidas.....	18
Figura 7. Ubicación de playa Aragón en el litoral de Oaxaca.....	25
Figura 8. Sitio de muestreo.....	25
Figura 9. Representación esquemática del diseño experimental en una placa de 96 pozos.....	299
Figura 10. Porcentaje de inhibición de <i>D. virens</i> sobre la cepa <i>Klebsiella pneumoniae</i>	31
Figura 11. Porcentaje de inhibición de extractos de <i>D. virens</i> sobre la cepa <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	32

Índice de tablas

Tabla 1. Diversidad de compuestos químicos en algas rojas.	6
Tabla 2. Antecedentes sobre actividad antibacteriana de extractos crudos de algas rojas con diferentes solventes.	10
Tabla 3. Peso y volumen utilizados para las soluciones madre de los extractos de <i>D. virens</i> (DV)	27
Tabla 4. Rendimiento de los extractos obtenidos con diferentes solventes del alga roja <i>D. virens</i> (DV)	30
Tabla 5. Actividad antibacteriana de extractos de <i>D. virens</i> (DV).....	30

Índice de anexos

Anexo A. Diferencias en el porcentaje de inhibición bacteriana de los extractos crudos de <i>D. virens</i> en <i>Klebsiella pneumoniae</i> y de cada extracto.....	488
Anexo B. Diferencias en el porcentaje de inhibición bacteriana de los extractos crudos de <i>D. virens</i> en <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y de cada extracto.	49
Anexo C. Diferencias en el porcentaje de inhibición bacteriana de los extractos crudos de <i>D. virens</i> en <i>Acinetobacter baumannii</i> y de cada extracto.	50
Anexo D. Prueba de Tukey. Comparación entre extractos e interpretación de datos para la bacteria <i>Klebsiella pneumoniae</i>	50
Anexo E. Comparación entre extractos e interpretación de datos para la bacteria <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	52
Anexo F. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la bacteria <i>Klebsiella pneumoniae</i>	53
Anexo G. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la bacteria <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	53