

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ALGINATOS DE CUATRO ESPECIES DE ALGAS PARDAS INTERMAREALES DE OAXACA, MÉXICO

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de

Licenciado en Biología Marina

Presenta

Samuel Santiago Hernández Vásquez

Director

Dr. Julio Adolfo Acosta Calderón

Co-director

Dr. Gustavo Hernández Carmona

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2025.

RESUMEN

La riqueza de las algas pardas en Oaxaca es alta en el Pacífico tropical mexicano, pero el conocimiento de las propiedades químicas de estas es poca. Debido a esto se realizó la extracción y caracterización de alginatos de *Sargassum howellii*, *Dictyota crenulata*, *Padina ramonribae* y *Chnoospora minima*. Se recolectaron talos de las especies mencionadas en diciembre 2021, octubre 2022, febrero 2023 y octubre 2023 en la zona intermareal rocosa de la playa de Aragón. Los talos se desprendieron del sustrato con ayuda de una espátula y se enjuagaron *in situ* para remover epibiontes y sedimento. Posteriormente, la biomasa de cada especie se lavó con agua destilada dos veces y se deshidrataron a 60°C en un horno de convección. Se emplearon dos métodos de extracción: a) Haug (1964) y b) Hernández-Carmona *et al.* (2012). El rendimiento, viscosidad y fuerza de gel del alginato de las especies de estudio fue significativamente mayor con el método b. *P. ramonribae* presentó mayor rendimiento (17.67%) y viscosidad (130 mPa s). *Sargassum howellii* presentó la mayor fuerza de gel (2880.4 g cm⁻²). *Dictyota crenulata* y *Chnoospora minima* presentaron el menor rendimiento (7.45, 9.73%) y fuerza de gel (1726.3 g cm⁻², 1378 g cm⁻²). Los valores de viscosidad y fuerza de gel de las especies de estudio tienen interés de uso comercial como en películas de alginato e impresiones dentales. El presente trabajo representa el primer esfuerzo por conocer las características fisicoquímicas en los alginatos presentes en las algas pardas en playa Aragón Oaxaca y sus posibles aplicaciones.

Palabras clave: aprovechamiento, polisacárido, impresiones dentales, viscosidad, fuerza de gel, *Sargassum howellii*, *Dictyota crenulata*, *Padina ramonribae*, *Chnoospora minima*.

ABSTRACT

The richness of brown algae in Oaxaca is high in the Mexican tropical Pacific, but knowledge of their chemical properties is limited. Due to this, the extraction and characterization of alginates from *Sargassum howellii*, *Dictyota crenulata*, *Padina ramonribae*, and *Chnoospora minima* were carried out. Thalli of the aforementioned species were collected in December 2021, October 2002, February 2023, and October 2023 from the rocky intertidal zone of Aragón Beach. The thalli were detached from the substrate using a spatula and washed in situ to remove epibionts and sediment. Subsequently, the biomass of each species was washed twice with distilled water and dehydrated at 60°C in a convection oven.

Two extraction methods were used: Method A (Haug, 1964) and Method B (Hernández-Carmona et al., 2012). The yield, viscosity, and gel strength of the alginate from the studied species were significantly higher using Method B. *Padina ramonribae* showed the highest yield (17.67%) and viscosity (130 mPa·s). *Sargassum howellii* exhibited the highest gel strength (2880.4 g·cm⁻²). *Dictyota crenulata* and *Chnoospora minima* showed the lowest yield (7.45%, 9.73%) and gel strength (1726.3 g·cm⁻², 1378 g·cm⁻²).

The viscosity and gel strength values of the studied species are of commercial interest, such as for use in alginate films and dental impressions. This work represents the first effort to understand the physicochemical characteristics of alginates found in the brown algae of Oaxaca and their potential applications.

Keywords: Utilization, Polysaccharide, Dental Impressions, Yield, Viscosity, Gel Strength, *Sargassum howellii*, *Dictyota crenulata*, *Padina ramonribae*, *Chnoospora mínima*.

Para mis padres (**Celia y Francisco**), quienes siempre han confiado en mi y que fueron mi sustento por varios años, pilares importantes en mi vida. Sin ellos no hubiera podido haber llevado esto a cabo.

Para mis hermanos (**Francisco, Belén y Dulce**), quienes amo profundamente y siempre los llevo presente, en cada etapa de esta vida.

A mi sobrino **Elian**.

A la mar por sus bellos atardeceres y todo lo que en mi representa.

Agradecimientos

A la **Universidad del Mar** por la infraestructura, equipo y reactivos. Parte de la biomasa provino del proyecto interno “Bioprospección ficoquímica de macroalgas selectas de zonas rocosas e intermareales de Oaxaca” con calve 1IE2204. Al **Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR)** por el apoyo brindado para poder realizar parte de la metodología experimental de esta tesis y poder hacer uso de las instalaciones “Planta piloto”.

Quiero agradecer a mi director de tesis, el **Dr. Julio Acosta Calderón**. Quien siempre estuvo brindándome apoyo y su seguimiento a la tesis, siempre atento a todas mis dudas y comentarios.

También agradecer al **Dr. Gustavo Hernández Carmona** Co-director de esta tesis y a la **Dra. Dora Luz Arvizu Higuera** revisora de esta tesis, quienes fueron parte importante para llevar a cabo esta tesis, ya que me brindaron su conocimiento, tiempo y apoyo en La Paz y cualquier duda externa que tuve durante todo este transcurso.

También a mis otros dos revisores M. en C. Ixchel Loa Ramírez y M. en C. Francisco Becerril Bobadilla, gracias por su apoyo y observaciones para la realización de este trabajo.

A todos los grandes amigos que hice, llegué a conocer y que algunos aparte de hermanos se volvieron familia. **Juan, “Hormiga”, Porras, Armengol, Carlos, Miguel, Eric, Emilio, Efra, Beto, Cindy, Perla, “Chivis”**... y a todos los demás que sin duda siempre estuvieron, están y estarán presentes en mi mente. Gracias por los grandes momentos vividos y las experiencias aportadas.

A mi perro **“Scott”**, claro ejemplo de que no lo busque, no lo quise en su inicio y al final lo quiero como ninguno. Gracias a él, su apoyo en días malos siempre me alegró el día.

Y, por último, pero no menos importante, como dijo Snoop Dog: **“Quiero agradecerme por creer en mí. Quiero agradecerme por hacer todo este arduo trabajo, quiero agradecerme por no tener días libres. Quiero agradecerme por**

nunca renunciar. Quiero agradecerme por ser siempre un dador y tratar de dar más de lo que recibo. Quiero agradecerme por intentar hacer más bien que el mal. Quiero agradecerme por ser yo en todo momento. Gracias, lo aprecio.”

ÍNDICE

	Página
1. Introducción	1
2. Antecedentes	6
3. Justificación	9
4. Hipótesis	9
5. Objetivos	9
5.1 <i>General:</i>	9
5.2 <i>Particulares:</i>	9
6. Materiales y métodos	10
6.1 <i>Área de estudio</i>	10
6.2 <i>Trabajo de campo</i>	12
6.2.1 <i>Recolecta de material biológico</i>	12
6.3 <i>Trabajo de laboratorio</i>	12
6.3.1 <i>Determinación taxonómica</i>	12
6.3.2 <i>Procesamiento de la biomasa</i>	12
6.3.3 <i>Extracción de alginatos</i>	13
6.3.4 <i>Trabajo de gabinete</i>	18
7. Resultados	19
7.1 <i>Descripción taxonómica</i>	19
7.2 <i>Extracción de alginatos</i>	28
7.2.1 <i>Rendimiento</i>	28
7.2.2 <i>Viscosidad</i>	29
7.2.3 <i>Fuerza de gel</i>	30
7.2.4 <i>Análisis de datos</i>	31
8. Discusión	33
9. Conclusiones	38
10. Bibliografía	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Unidades mononuméricas del ácido algínico (Gómez-Matos et al. 2023).	4
Figura 2. Ubicación geográfica de playa Aragón, Municipio Santa María Tonameca, Oaxaca, México.....	10
Figura 3. Sitio de muestreo en la zona intermareal de la playa Aragón, Oaxaca.....	11
Figura 4. Pre-extracción y extracción de alginatos A) pre-extracción con ácido clorhídrico 1N. B) extracción con carbonato de sodio al 10%.....	155
Figura 5. Precipitación de la solución clarificada por medio de etanol.....	155
Figura 6. Toma de valores de viscosidad por medio de viscosímetro (Brookfield) después de agregar un secuestrante de calcio (0.5% hexametáfosfato de sodio) a la solución de alginato de sodio al 1% (p/v).....	177
Figura 7. Gelificación A) tubos de alginato sumergidos en solución con cloruro de calcio al 10% para formar los geles. B) analizador de texturas “TA.XTplus Texture Analyser” con el que se midió la fuerza de gel.	18
Figura 8. <i>Sargassum howellii</i> A) Ejemplar de <i>S. howellii</i> .de 5.4 cm de alto B) Vista de las láminas de <i>S. howellii</i> , con vesículas ausentes.	20
Figura 9. <i>Dictyota crenulata</i> A) Ejemplar de <i>D. crenulata</i> de 5 cm de largo. B) Ramificación de <i>D. crenulata</i> .) Células de la corteza de <i>D. crenulata</i>	22
Figura 10. <i>Padina ramonribae</i> . A) Ejemplar de <i>P. ramonribae</i> de 5 cm de largo y 6 cm de alto B) Capas de células medulares de la zona media.....	24
Figura 11. <i>Chnoospora minima</i> A) Ejemplar de <i>C. mínima</i> de 6.2 cm de altura B) Capas de células medulares incoloras y de diferentes medidas.	27
Figura 12. Rendimiento de alginato de las algas pardas utilizando los métodos: a (método de Haug 1964) y b (método de Hernández-Carmona et al. 2012).....	288
Figura 13. Viscosidad del alginato de las algas pardas utilizando dos métodos de extracción: a (Método de Haug 1964) y b (Método de Hernández-Carmona et al. 2012)..	299
Figura 14. Fuerza de gel del alginato de las algas pardas respecto a los métodos: a (Método de Haug 1965) y b (Método de Hernández-Carmona et al. 2012).....	30
Figura 15. Análisis de varianza respecto al rendimiento de alginato conforme a los tratamientos. <i>Sargassum howellii</i> (Sh/f23), <i>Padina ramonribae</i> (Pr/f23) y (Pr/o23), <i>Dictyota crenulata</i> (Dc/f23).....	31
Figura 16. Análisis de varianza respecto a la fuerza de gel con el tratamiento b. <i>Sargassum howellii</i> (Sh/f23), <i>Padina ramonribae</i> (Pr/d21), (Pr/f23) y (Pr/o23), <i>Dictyota crenulata</i> (Dc/f23).....	32