



Programa de Estancias Cortas de Investigación

Macroalgas: análisis y aplicación

361/QA/5

RESUMEN

Se realizaron tratamientos físicos y químicos experimentalmente de macroalgas comerciales con fines asociados al cuidado del medio ambiente: Se hicieron curvas de calibración utilizando la gravimetría y volumetría para poder analizar disoluciones de macroalgas con el fin de cuantificar los analitos de interés con uso de la espectrofotometría, por un lado se obtuvo 0.84 mg/g de polifenoles en *Porphyra yezoensis* mientras que las dos muestras analizadas de la macroalga *Undaria pinnatifida* captaron 4.040 mg y 2.619 mg de Cu de los 4.52 mg iniciales.

Como actividades complementarias se realizó un muestreo experimental que tendrá continuación en la cuantificación de Cu con base en el proyecto de tesis en proceso de Rodríguez Pacheco (2024) y la puesta en marcha del espectrofotómetro UV-Visible VELAB VE-5100UV, junto con la presentación de un seminario profundizando en la biodiversidad de macroalgas en México y la importancia de su aplicación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

México cuenta con una gran biodiversidad de macroalgas sin embargo han destacado 2 especies enlistadas siendo *Porphyra yezoensis* y *Undaria pinnatifida* por sus particulares composiciones químicas que han dado un buen resultado al eliminar radicales libres en su consumo por la cantidad de polifenoles totales a diferencia de otros géneros (Alvarez-Yanamango, 2019) asimismo se han observado actividades quelantes en metales pesados debido a los carboxilos de los polisacáridos externos que son afines a elementos como el Cu (Rodríguez-Pacheco, 2024). La cosecha de macroalgas llega a ser beneficiosa por su bajo costo y ser amigable con el ambiente: el aprovechamiento de sus cualidades es fundamental para reemplazar productos perjudiciales que se usan en la industria (como el implemento de polifenoles en los alimentos/fármacos) de la misma manera que el tratar sus residuos que contaminan cuerpos acuáticos (metales pesados principalmente).

OBJETIVOS

- Conocer tipos de macroalgas y su composición química.
- Identificar la biodiversidad de macroalgas presentes en México.
- Identificar estudios reportados de análisis cualitativo y cuantitativo realizados a muestras de macroalgas.
- Propuesta de diseño experimental para el análisis cuantitativo, empleando espectrofotometría UV-Vis.
- Elaboración de infografía y presentación seminario

HIPÓTESIS

Las macroalgas tienen compuestos químicos y estructuras específicas que favorecen áreas de aplicación científica e industrial con el enfoque adecuado (manejo sustentable y medio ambiente).

METODOLOGÍA

Cuantificación polifenoles totales

Solución ácido gálico (compuestos fenólico) 500 ppm y diluciones de solución madre gravimétricamente y volumétricamente. Posterior se obtiene curva calibración ácido gálico.

Centrifugación a 300 rpm, decantación y dilución de fase líquida a 100 mL

Proceso de extracción con 0.5 g de alga comestible "Nori" en solución de EtOH al 70%

Fase líquida se toma como muestra en espectrofotómetro a 280 nm

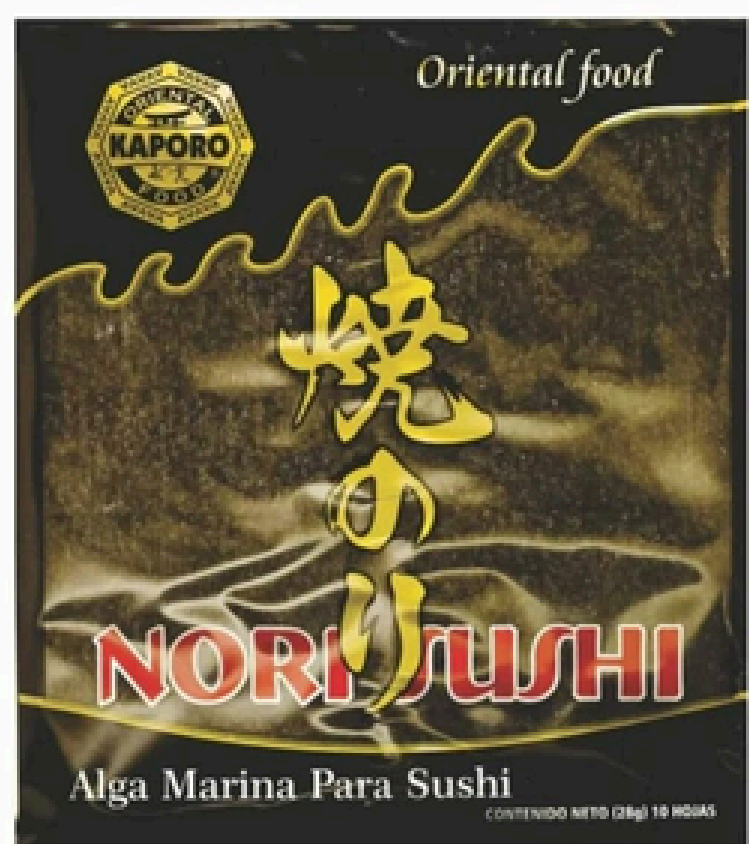


Figura 1. Muestra comercial usada: alga "Porphyra yezoensis".



Figura 2. Espectrofotómetro VELAB VE-5100UV. Lab 3A.

Cuantificación de cobre para biosorción

Extracción con alcohol isoamílico y diluciones

Creación curva calibración

Secado a 60°C (4 horas) triturado, molienda, y tamizado de alga comercial "Wakame".

Preparación de solución de cobre agregando clorhidrato de hidroxilamina y neocuproína

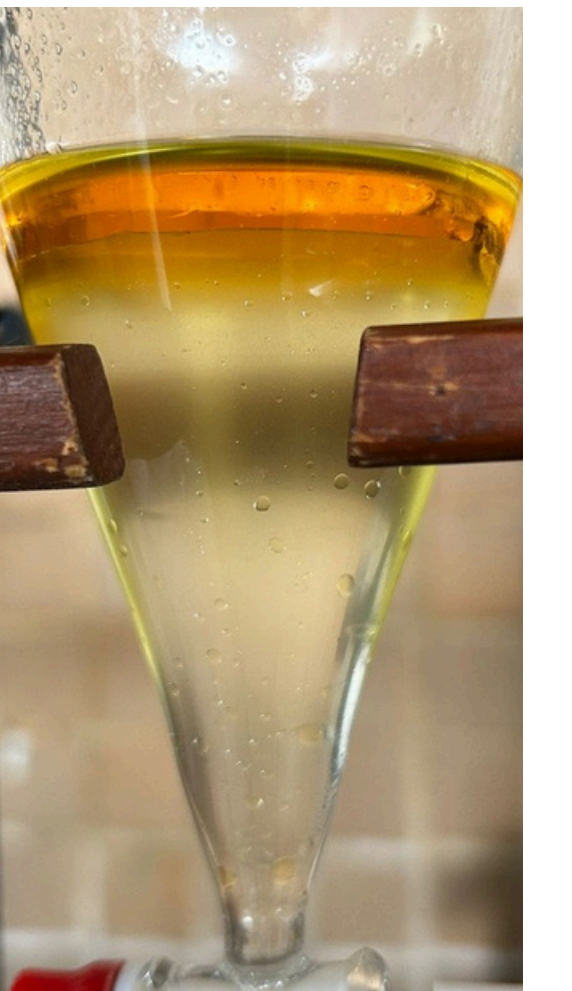


Figura 4. Extracción con alcohol isoamílico. Lab 3A

RESULTADOS

Cuantificación de polifenoles totales.

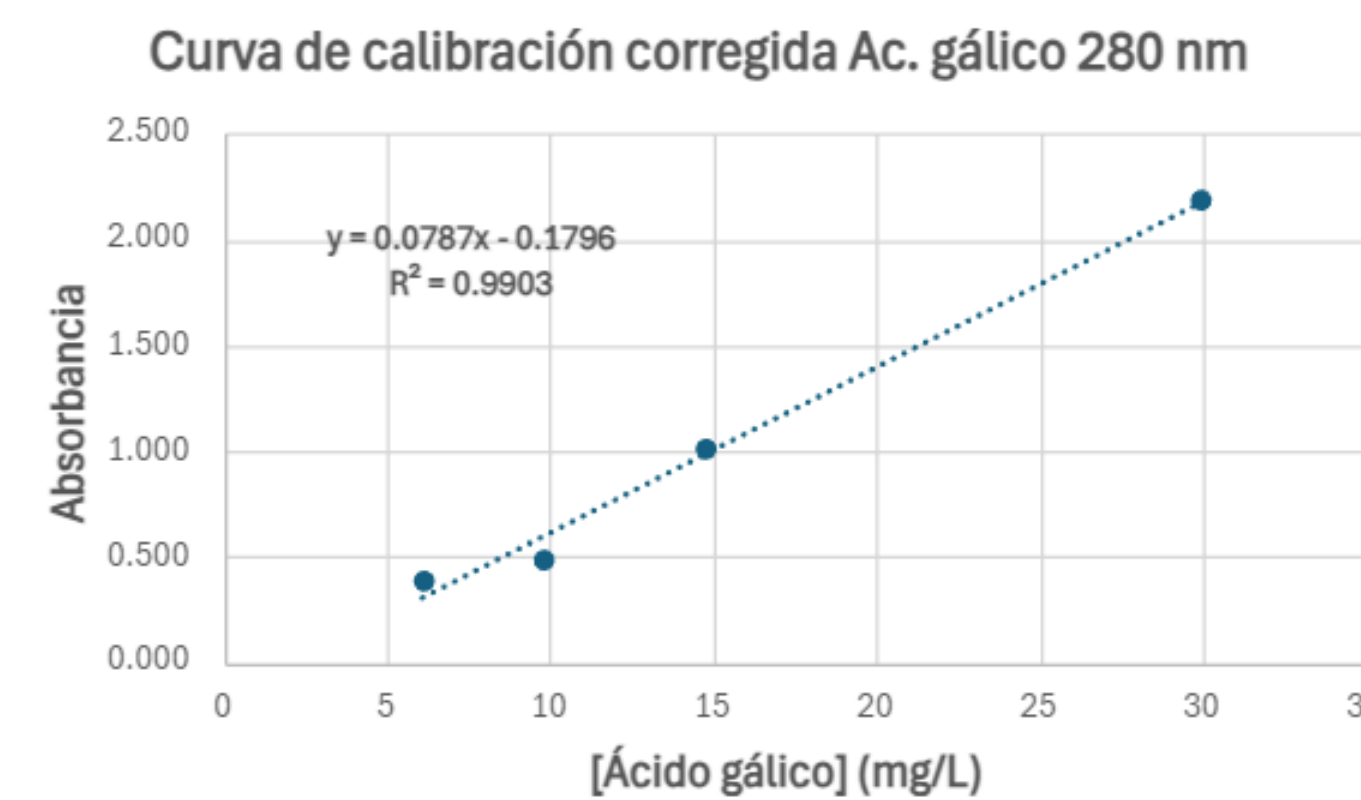


Gráfico 1. Curva calibración ácido gálico para cuantificación de polifenoles con corrección Ringbom.

A partir de la ley de Lambert-Beer (Díaz, N. 2010) se obtuvo la concentración de polifenoles. Se obtuvo un promedio de 0.84 mg/g de polifenoles en biomasa de macroalga, que entran en el rango de datos fiables en la literatura de entre 0.234 y 5.604 mg GAE/gMuestra (Alvarez-Yanamango, 2019).

Tabla 1. Porcentaje de extracción eficiente.

mg/g extraídos	% extracción
5.859	100
0.84	14.34

Tabla 2. Cantidad de cobre bioabsorbido en porcentaje.

	Cantidad de cobre añadida	4.52 mg	100%
<i>Undaria pinnatifida</i>	Cantidad de cobre posterior al proceso de biosorción (Wakame loaded 1)	4.04 mg	97.43%
	Cantidad de cobre posterior al proceso de biosorción (Wakame loaded 2)	2.619 mg	57.94%

Se registraron 4.04 mg Cu de 4.52 mg iniciales (siendo el loaded 1 con mejor captación), en la literatura se presenta un máximo de 38.82 mg/g reportado (Chen, Z. & Han, M. 2008), por lo que, la coloquialmente alga conocida como "Wakame" puede ser utilizada en biorremediación.

Cuantificación de Cu y biosorción.

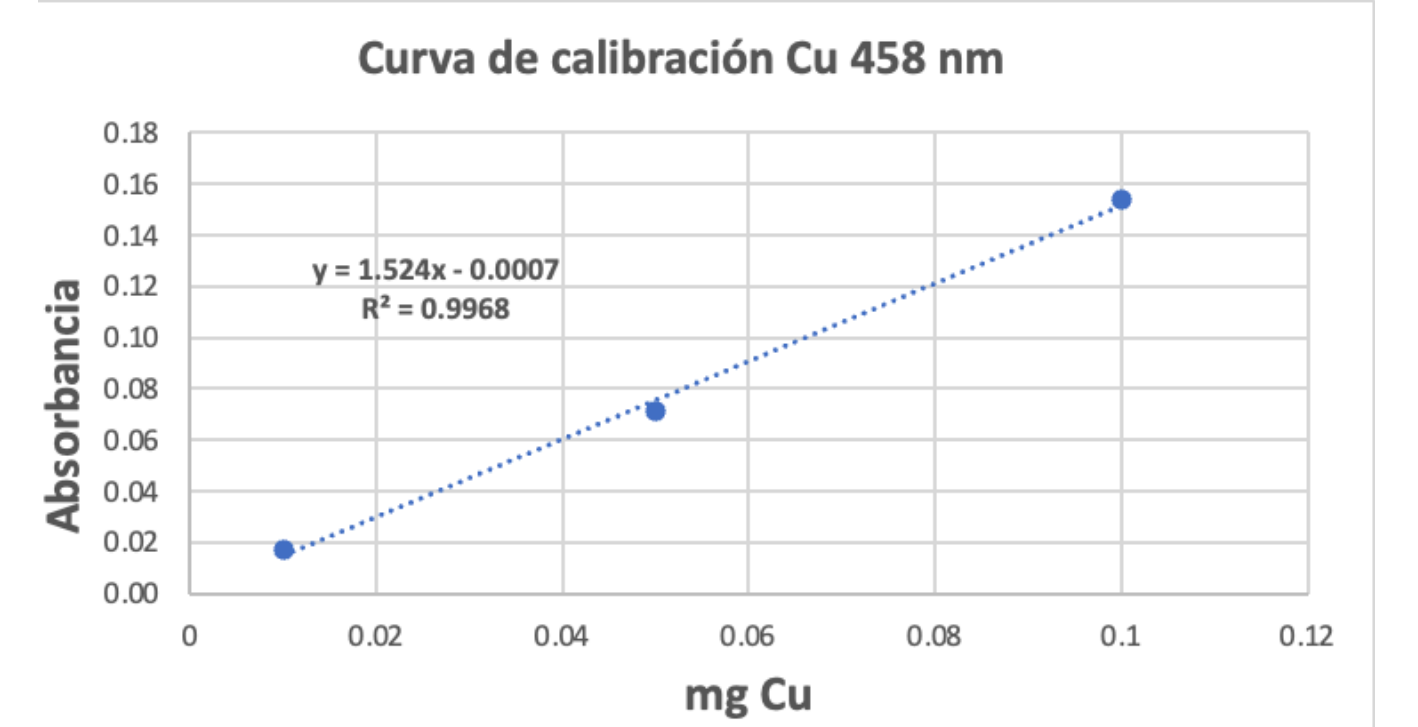


Gráfico 2. Curva calibración para cuantificación de Cu con corrección Ringbom.

De acuerdo con la realización del seminario y el muestreo experimental, se realizaron los siguientes QRs para el acceso a la base de datos y mayor profundización del tema.

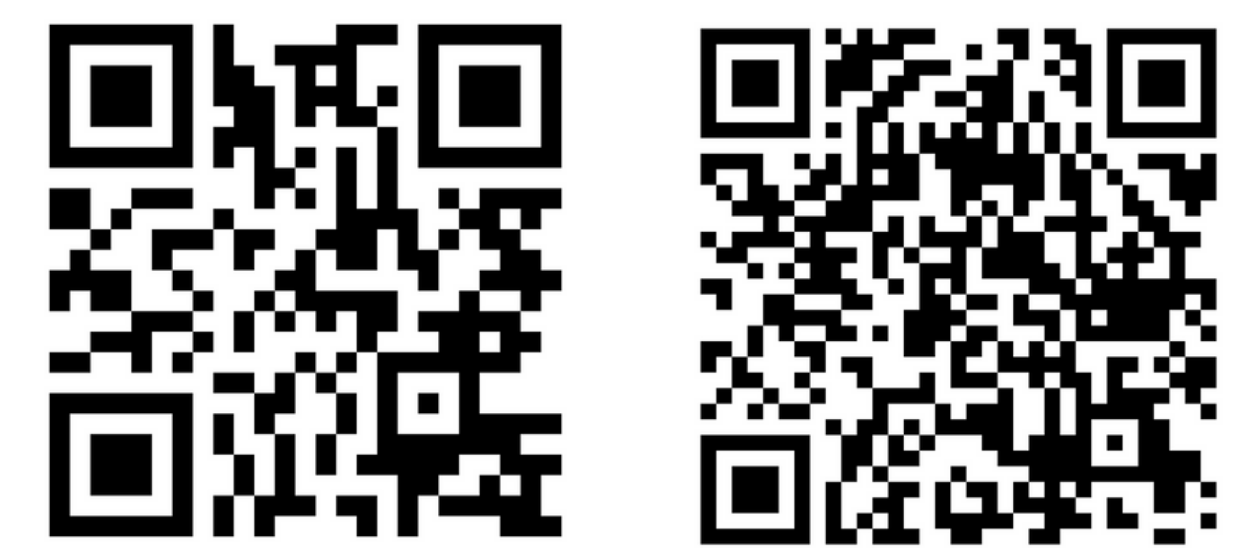


Tabla 3. Información sobre las especies usadas.

Especie	N. común	Clase	Zona costera	Ubicación México	Playas
<i>Undaria pinnatifida</i>	Wakame	Phaeophyceae	Oceano pacífico	Baja california norte	Todos lo santos Punta banda
<i>Porphyra yezoensis</i>	Nori	Rodophyta	Oceano pacífico	Baja california norte	Bahía del Rosario Bahía San Quilitín

CONCLUSIONES

- La cantidad de polifenoles en la macroalga *Porphyra yezoensis* empleando el método de extracción no fue favorecido respecto a la literatura ya que solo se pudo extraer el 14.51% del analito, sin embargo entra en los rangos establecidos, por lo que vemos que puede tener un impacto positivo en su consumo y uso.
- Con los porcentajes de biosorción de Cu por la macroalga *Undaria pinnatifida* se puede afirmar que si hubo captación del metal: Entre las dos muestras analizadas hay una diferencia de casi 40% de Cu presente, que indica que se debe modificar la metodología para obtener mayor precisión.
- Las macroalgas tienen compuestos orgánicos y estructuras químicas que las hacen útiles para la biorremediación, uso como antioxidantes y biosorción de cobre: esto es innovador y puede tener aplicación en la industria alimentaria, ambiental y farmacéutica.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Alvarez-Yanamango. (2019). Harina de *Porphyra* spp: una alternativa para el suministro sostenible de componentes funcionales y nutricionales para la dieta humana. LACCEI, Inc.
- Chen, Z, Ma, W., & Han, M. (2008). Biosorption of nickel and copper onto treated alga (*Undaria pinnatifida*): application of isotherm and kinetic models. Journal of hazardous materials, 155(1-2), 327-333.
- Cuizano, N. A., & Navarro, A. E. (2008). Biosorción de metales pesados por algas marinas: posible solución a la contaminación a bajas concentraciones. Anales de Química de la RSEQ, (2), 120-125.
- Díaz, N. (2010). Espectrofotometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. Universidad de Córdoba, 1-8.
- Isaza-Martínez. (2005). Estimación espectrofotométrica de fenoles totales en especies de la familia Melastomataceae. Actualidades Biológicas, 27(1), 6-6.
- Martínez Martínez, I. (2018). Presencia de las algas en la alimentación actual y sus efectos beneficiosos en la salud.
- Novelo, E., & Tavera, R. (2022). Panorama florístico actual de las algas continentales mexicanas. Hidrobiológica, 32(3), 235-243.
- Rodríguez-Pacheco, O.U. (2024). Investigación Formativa en Química Analítica Ambiental (Macroalgas: Análisis y Aplicación). Trabajo de Investigación II (2024) Lic. Química, Departamento de Q. Analítica, FQ, UNAM, Ciudad de México.
- Sandoval, G. M. (2006). Aproximación teórica a la biosorción de metales pesados por medio de microorganismos. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1(1), 77-99.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto DGAPA-UNAM PAPIIME PE201324

VELAQUIN:
 • Biólogo Andrés Díaz R.
 • M. en C. Mical K. García Reyes.
 Estudiantes:
 • Sustayta Azuara Manuel Arturo.
 • Rodríguez Pacheco Oscar Uriel.
 • Acoltzi Amador Diego.

Departamento de Química Analítica:
 • Dr. José Luz González Chávez-Jefe del DQA.
 • Dra. Anai Chiken Soriano-Secretaría Aux. de Apoyo académico.
 • Dra. Norma R. López Santiago.
 • Dra. Minerva Monroy Barreto.
 • Dr. Julio C. Aguilar.
 • Dra. Ma. Teresa de Jesús Rodríguez Salazar.
 • M. en C. Silvia C. Gama González.
 • M. en C. J. Rolando Vázquez Miranda.
 • Mtro. Javier Olguín Huerta.
 • Mtro. Gabriela Solís y Gerardo Arrieta

CONANP-SEMARNAT:
 • Lic. José Luis Juan Bravo Soto.
 • Humberto Adán Peña Fuentes.
 • Manuel de la Paz Duarte.
 • Ana B. Ramos Cervantes.
 • Gina E. Rosina Castilla Picazo.
 • Bióloga Claudia Romero Fuentes.
 • Bióloga Ulla Rothschild Osorio.
 • Dra. Ma. de la Paz Díaz Hernández.
 • Biólogo Marco A. Castro Martínez.
 • Bióloga Gómez Hernández.