

Investigación formativa en Química
Analítica Ambiental

Macroalgas: Análisis y Aplicación

Trabajo de Investigación I (Clave 1805)

Alumno : Marco Antonio Saavedra
Pérez

Semestre: 2023-2

Carrera: Química

Tutora de estancia: Dra. María Teresa
de Jesús Rodríguez Salazar
Dpto. de Química Analítica

México CDMX. 14 de abril del 2023



Contenido:

Introducción...1

Objetivos...6

Metodología...8

Resultados...9

Bibliografía...17

Agradecimientos...18

Introducción

¿Qué son?

Organismos fotosintéticos que viven adheridos a algún tipo de sustrato en la costa o en el fondo del mar ¹.



Clasificación

1

Se pueden clasificar de acuerdo con su pigmentación ².

Chlorophyta
Macroalgas verdes



Pigmento dominante

Clorofila a

Clorofila b

Rhodophyta
Macroalgas rojas



Ficoeritrina

Phaeophyta
Macroalgas marrones



Fucoxantina

1. Mansilla, A.; ALVEAL, K., Capítulo 16 Generalidades Sobre Las Macroalgas. Biología marina y oceanografía: conceptos y procesos, 2004, vol. 1, p. 347.

2. Bonnano, G.; Bonace, M.O., Trace elements in Mediterranean seagrasses and macroalgae. A review, The Science of the Total Environment 618 (2018) 1152-1159

Aplicaciones



Bioindicadores.

2



Producción de fertilizantes.



Usos en industria farmacéutica y cosmética.



Como alimento.



Pigmentos.



Potencial biocombustible.



Como fuente de compuestos bioactivos.

Material de referencia

Sustancia o mezcla de sustancias las cuales tienen composición y concentración conocida dentro de ciertos límites y que permiten:

- Calibración de un aparato o instrumento.
- Validar un método analítico.
- Asignar valores a un material o sistema.



Lavado C. Availability of CRM for validation of trace element speciation analysis, BKC (2021)

Material
referencia
material
referencia
certificado

de
vs
de

Similitudes

Homogeneidad

Estabilidad

Matriz compatible y
concentración del
analito próximas a
las de las muestras
reales

Diferencias

Procedimiento
metrológicamente
validado

Certificado

¿Por qué hay pocos CRM disponibles?



Altos costos de producción y baja demanda



El proceso de producción es lento.

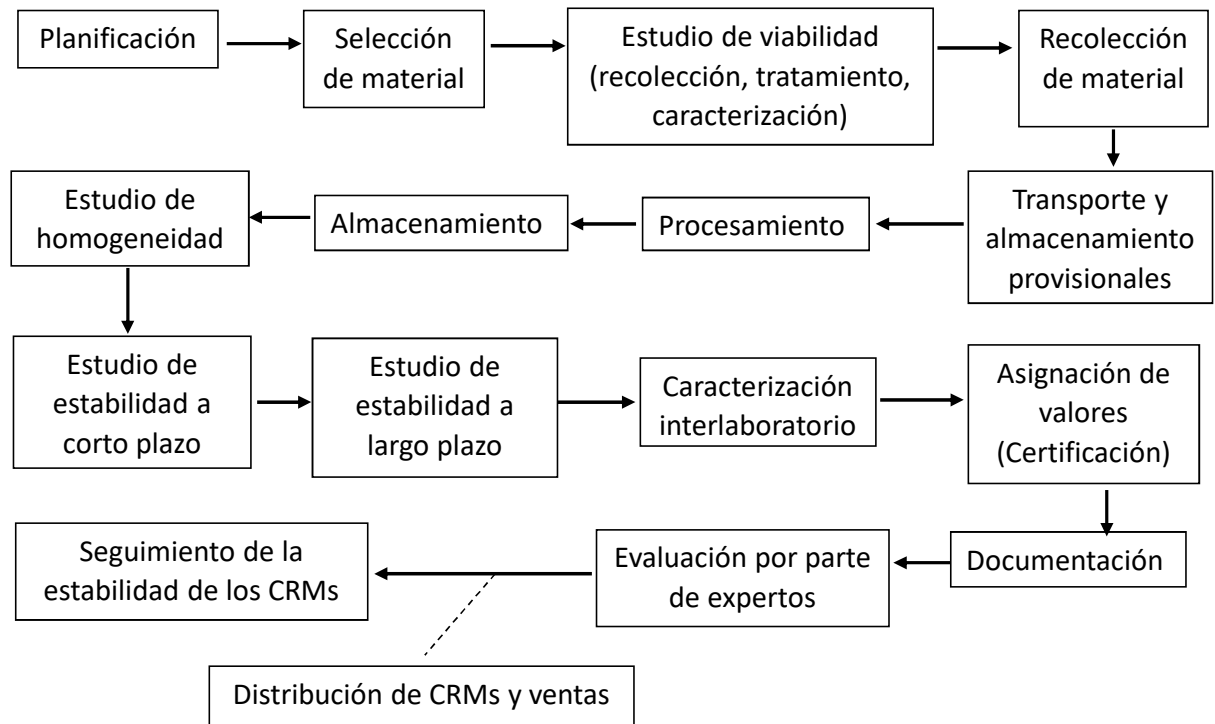


Imagen adaptada de Lavado C. Availability of CRM for validation of trace element speciation análisis, BKC (2021)

I. Investigación formativa a través de la investigación documental especializada en el tema para:



a) Conocer tipos de macroalgas y su composición química.



b) Identificar la biodiversidad de macroalgas presentes en México.



c) Identificar estudios reportados de análisis cualitativo y cuantitativo realizados a muestras de macroalgas.




d) Identificar criterios metroológicos utilizados y aplicados a través del desempeño analítico de las mediciones de los estudios de macroalgas, reportados a nivel internacional.

Objetivos
del
proyecto

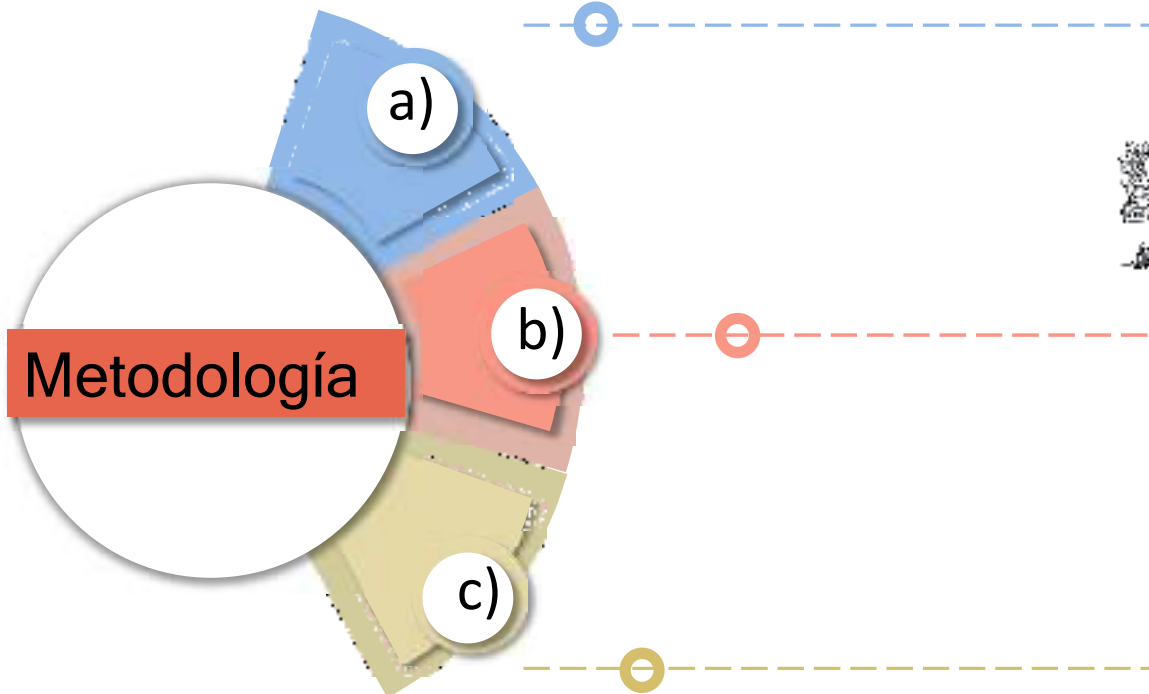
II. Elaboración de infografía y presentación de seminario, con base en el análisis y procesamiento de la información de la investigación.

III. Difusión de los materiales resultantes de apoyo en formato digital, que se encontrará disponible en plataforma TIC institucional de la Facultad de Química:

<https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=662§ion=1>



**Objetivos
del
proyecto**



Investigación bibliográfica en 4 bases de datos científicas.



ScienceDirect



La investigación se centró en trabajos publicados en los últimos 5 años.

Palabras clave:
material de referencia, material de referencia certificado, validación, calibración y especiación.

Resultados

3 149 920 Km²

Zona Económica exclusiva.



231 813 Km²

Mar Territorial



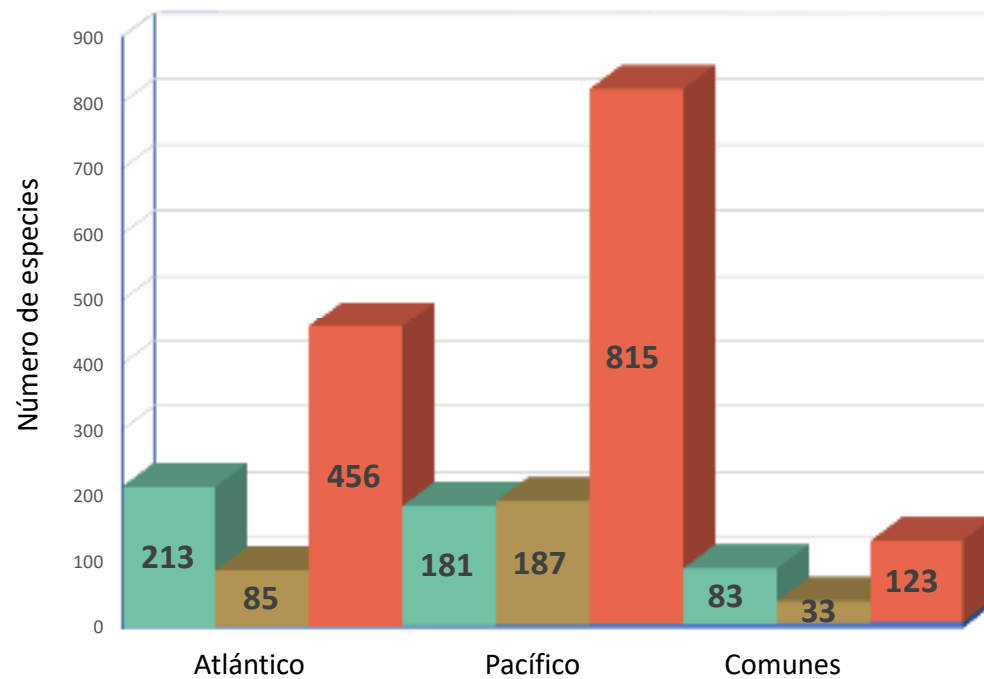
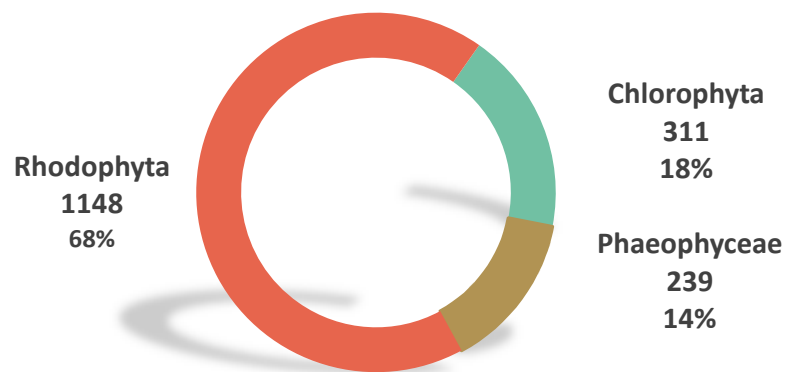
11 122 Km

Extensión de litoral continental.



Pedroche, F. F.; Senties, A., Diversidad de macroalgas marinas en México. Una actualización florística y nomenclatural, Cymbella Revista de investigación y difusión sobre algas 6 (2020) 2448-8100.

Para el año 2020 la diversidad de macroalgas marinas en México era de 1698 especies ³.



3. Pedroche, F. F.; Senties, A., Diversidad de macroalgas marinas en México. Una actualización florística y nomenclatural, Cymbella Revista de investigación y difusión sobre algas 6 (2020) 2448-8100.

Las costas de la península de baja california y el golfo de California son conocidas en el mundo por su riqueza de macroalgas 4.



Macrocystis pyrifera



Gelidium robustum

Chondracantus canaliculatus



Gracilariopsis lemaneiformis

+ 100 Especies

Potencial comercial

4 Especies

Explotadas de Macroalgas

Macrocystis pyrifera

Actividad hipoglucemiante 5


4. Lara et al, Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, Capital natural de México, CONA-BIO (2008).
 5. Jia et al, The Potential Mechanisms of Polysaccharides Mitigating Type 2 Diabetes in Rats, Food & Function 13 (2022) 7918-29

Se debe considerar la sustentabilidad medioambiental

12

**16 Sitios
prioritarios
con bosques
de
macroalgas**

**Norma Oficial
Mexicana
NOM-022-
SEMARNAT-
2003**



CONABIO. (2016). Altas, ondulantes y delgadas:
Bosques de algas gigantes - ECOSISTEMAS DE MÉXICO.
<https://www.youtube.com/watch?v=-vLu786l3Ks>

Tabla 1. Especificaciones en análisis de macroalgas

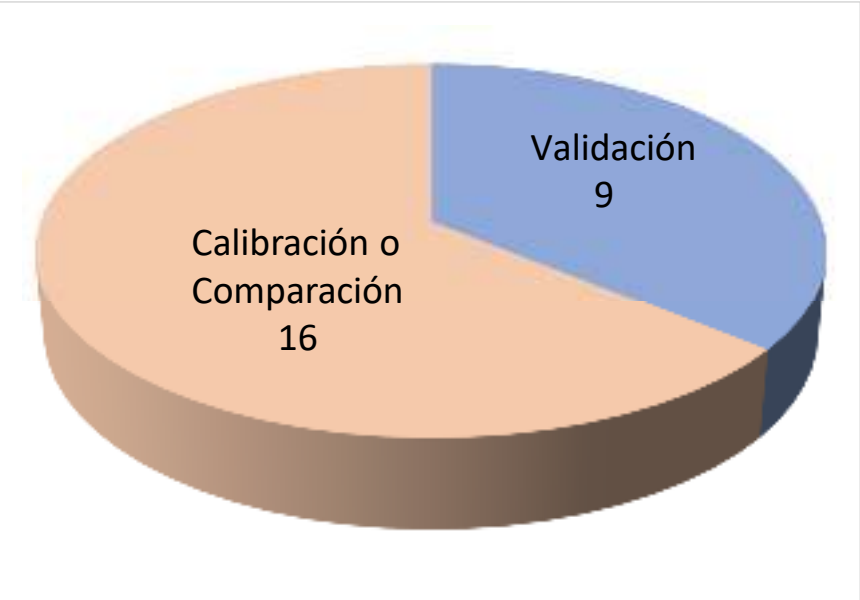
Muestra de macroalga	Técnica	Analito	Referencia
-	Cromatografía líquida de alta resolución en combinación con espectrometría de masas por plasma de acoplamiento inductivo (HPLC-IPC-MS)	Arsenico total, As (III), DMA, DMAA, AsSug 482, AsSug 392, MA, As (V), AsSug 408, AsSug 328, DMAP, AB, TMAO y TMAP	(Tibon et al, 2021)
S. natans VIII, S. natans I y S. fluitans III	Espectrometría de Masas con plasma acoplado inductivamente (IPC-MS)	As, P, Cd, V, Zn, Al, Mn, Fe, Co, Cr, Pb, Cu y Ni	(Gobert et al, 2022)
Saccharina latissima y Alaria esculent	Cromatografía líquida de alta resolución en combinación con espectrometría de masas por plasma de acoplamiento inductivo (HPLC-IPC-MS)	AsHC304, AsHC332, AsHC346, AsHC358, AsHC360, AsHC402, AsHC388, AsPL954, AsPL980, AsPL930, AsPL944, AsPL956, AsPL982, AsPL958, AsPL972, AsPL984, AsPL986, AsPL101, sPL1000, AsPL101 y AsPL1028	(Petursdóttir et al, 2019)
Ulva rigida, Chondracanthus teedei var lusitanicus, Chondrus crispus, Gracilaria gracilis, Grateloupia turuturu, Osmundea pinnatifida, Bifurcaria bifurcata, Fucus vesiculosus, Saccorhiza polyschides y Undaria pinnatifid	Espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado por inducción ICP-AES)	I	(Milinovic et al, 2021)

Tabla 2. CRMs utilizados en análisis de macroalgas			
Muestra de macroalga	Material de referencia	Uso de CRM en análisis	Referencias
-	CRM 7405-b	Validación de método para detectar 33 especies conocidas y desconocidas de As	(Tibon et al, 2021)
S. natans VIII, S. natans I y S. fluitans III	Ulva lactuca BCR-279 y S. fusiforme CRM 7405-b	El material de referencia se utilizó para evaluar la precisión del método	(Gobert et al, 2022)
Saccharina latissima y Alaria esculent	NMIJ CRM 7405-a	Los resultados obtenidos se compararon con los valores del material de referenc certificado CRM NMIJ 7405-a (hijiki) para asegurar la precisión del método.	(Petursdottir et al, 2019)
Ulva rigida, Chondracanthus teedei var lusitanicus, Chondrus crispus, Gracilaria gracilis, Grateloupia turuturu, Osmundea pinnatifida, Bifurcaria bifurcata, Fucus vesiculosus, Saccorhiza polyschides y Undaria pinnatifid	SRM-3232 (Thallus laminariae)	El método se validó utilizando el material de referencia estándar.	(Milinovic et al, 2021)

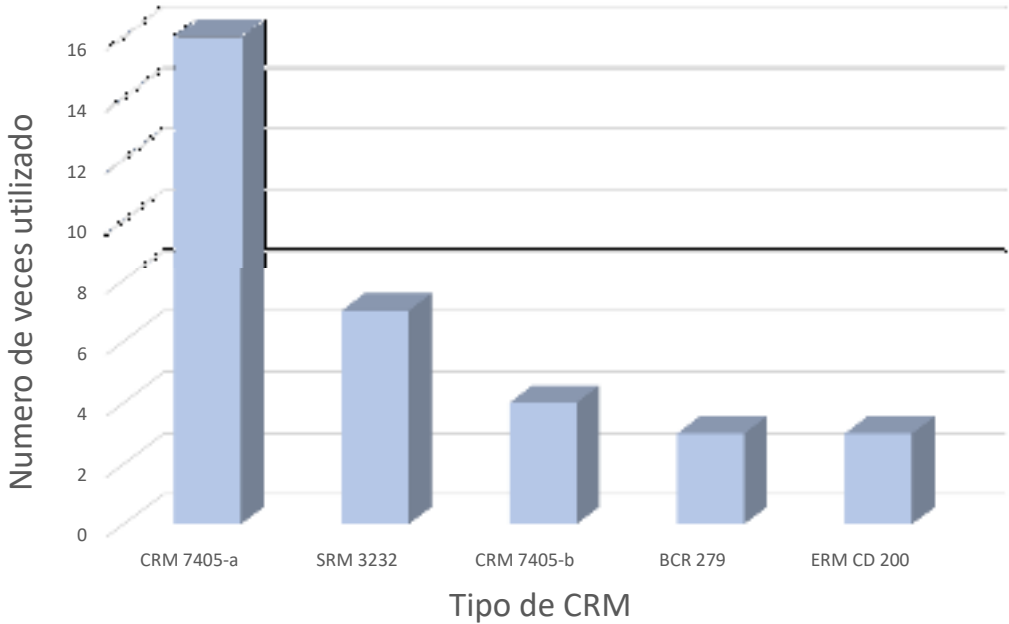
Tabla 3. Niveles de concentración de los diferentes analitos en macroalgas

Macroalga	Concentración (promedio \pm desviación estándar). La concentración está expresada como $\mu\text{g/g}$ de peso seco						Referencia
	Cd	Cu	Fe	Pb	Tl	Zn	
Ulva lactuca	0.50 ± 0.01	5.9 ± 0.04	147.3 ± 0.73	23.50 ± 3.64	-	35.20 ± 0.07	(Parus & Karbowska, 2020)
Cystoseira barbata	0.40 ± 0.01	6.85 ± 0.06	1066.0 ± 14.90	14.00 ± 0.78	-	65.10 ± 0.06	
Ulva rigida	0.80 ± 0.20	5.60 ± 0.90	430.0 ± 90.0	1.60 ± 0.10	-	16.00 ± 3.00	
Cystoseira barbata	0.32 ± 0.03	5.00 ± 1.00	440.0 ± 90.0	1.40 ± 0.20	-	17.00 ± 2.00	
Cystoseira crinita	0.44 ± 0.06	7.00 ± 2.00	260.0 ± 60.0	1.70 ± 0.20	-	20.00 ± 3.00	
Pterocladia capillacea	10.0 ± 0.01	20.0 ± 0.04	850.0 ± 0.96	30.00 ± 1.42	-	62.50 ± 1.26	
Sargassum vulgare	7.5 ± 0.02	10.0 ± 0.02	367.5 ± 12.56	42.50 ± 2.78	-	52.50 ± 2.14	

De 25 trabajos analizados :



Material de referencia más utilizado



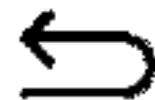
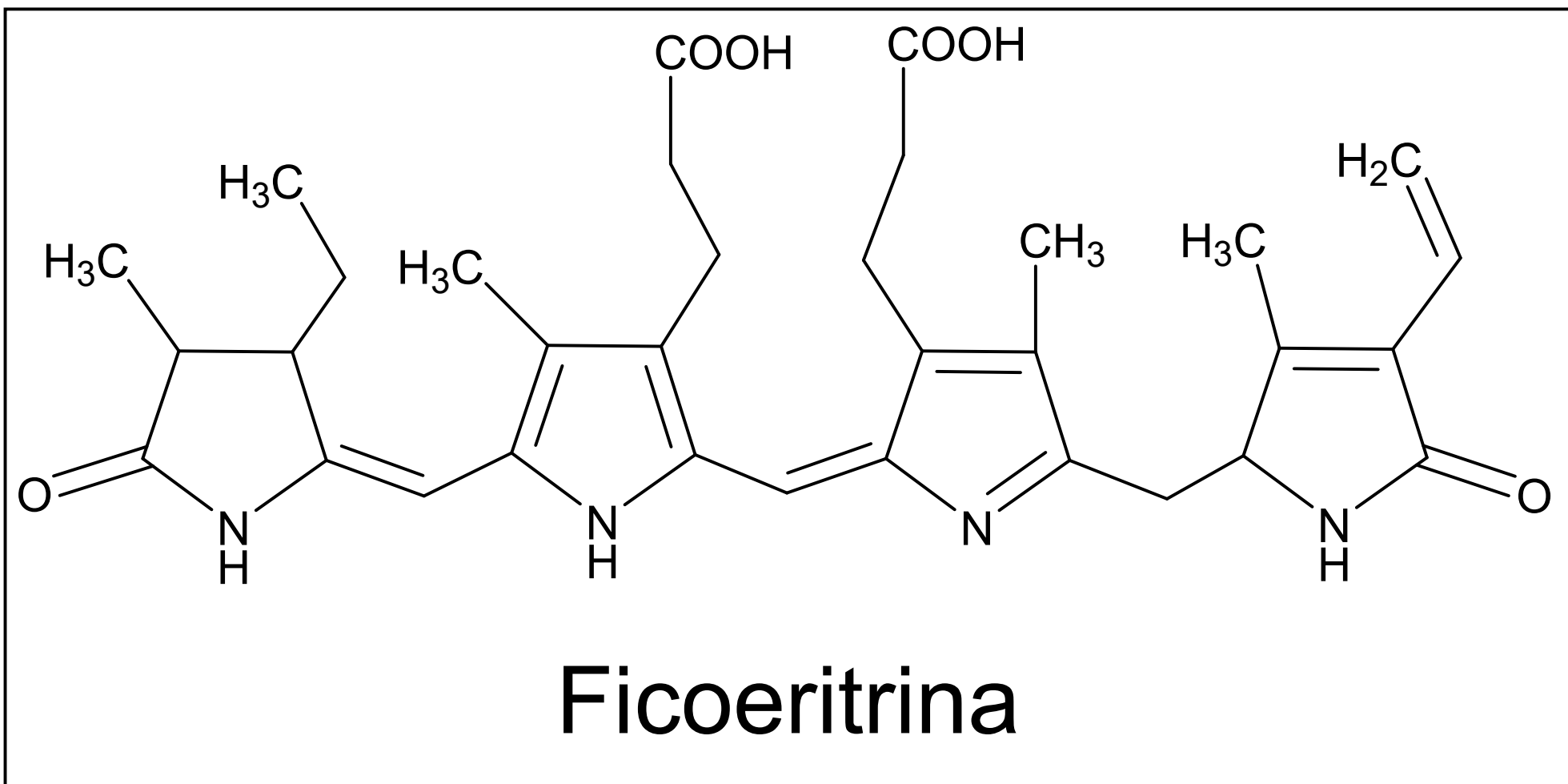
Bibliografía

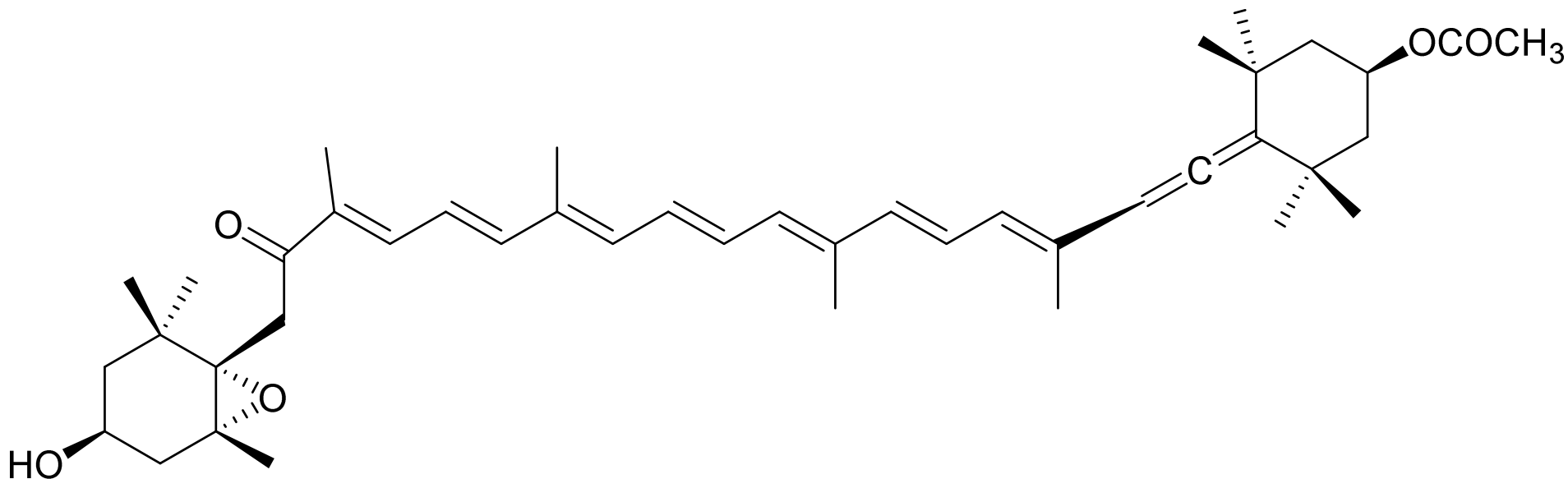
- Bonnano, G.; Bonace, M.O., Trace elements in Mediterranean seagrasses and macroalgae. A review, *The science of the Total Environment* 608 (2018) 1152-1159
- Widyastuti, S.; Jupri, A.; Nikmatullah, A.; Kurniawan, N.S.; Kirana, I. A.; Abidin, A. S.; Hernawan, A.; Sunarpi, H.; Prasedya, E. S., Analyses of organic matter and heavy metal composition in formulated macroalgae-based organic fertilizer, *Earth and Environmental Science* 913 (2021) 012024.
- Ismail, M. M.; Alotaibi, B. S.; EL-Sheekh, M.; Therapeutic Uses of Red Macroalgae, *Molecules* 25 (2020) 19.
- Pimentel, F. B.; Alves, R. C.; Rodrigues, F.; Oliveira, M., Macroalgae-Derived ingredients for Cosmetic Industry-An update, *Cosmetics* 5 (2017) 2.
- Camurati, J.; Salomone, V., Arsenic in edible macroalgae: an integrated approach, *Journal of Toxicology and Environmental Health* 23 (2020) 1-12.
- Ghadiryanfar, M.; Rosentrater, K.; Keyhani, A.; Omid, M., A review of macroalgae production, with potencial applications in biofuels and bioenergy. *Renewable Sustainable Energy Rev.* 54 (2016) 473-481.
- Mansilla, A.; ALVEAL, K., Capitulo 16 Generalidades Sobre Las Macroalgas. *Biología marina y oceanografía: conceptos y procesos*, 2004, vol. 1, p. 347.
- Jia, R. B.; Li, Z. R.; Lin, L.; Luo, D.; Chen, C. The potential mechanisms of the polysaccharides mitigating type 2 Diabetes in rats, *food & funtional* 13(2022) 7918-29.
- Tibon, J.; Silva, M.; Sloth, J. J.; Amlund, H.; Sele, V., Speciation analysis of organoarsenic species in marine samples: method optimization using fractional factorial design and method validation. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413 (2021)., 3909-3923.
- Gobert, T.; Gautier, A.; Connan, S.; Rouget, M.; Thibaut, T., Trace metal content From holopelagic sargassum spp. Sampled in the tropical North Atlantic Ocean: Emphasis on Spatial variation of arsenic and phosphorus, *Chemosphere*, 308 (2022) 136186.

Agradecimientos:

Dra. Araceli Patricia Peña Álvarez (Jefa del departamento de Química Analítica)







Fucoxantina



