

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA**

*PROYECTO PAPIME PE210820*

*Sargazo: Aplicación en la Industria Alimentaria (Tesis-Opción Trabajo Monográfico de Actualización)*

Seminario Estudiantil

**QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**Alumno:**

*Zúñiga Moreno Ricardo  
No. De cuenta: 311016444*

**Tutor:**

*Dra. María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar*

Depto. de Química Analítica

Semestre 2021-2



**POLITÉCNICA  
SANTA ROSA**



*Bilingual  
International  
Sustainable  
University*

México, CDMX., Junio 2021

# Objetivos del Proyecto

---

- 1 La aplicación de la Investigación documental formativa en el proceso enseñanza-aprendizaje a estudiantes de licenciatura.
- 2 Formación de recursos humanos a nivel licenciatura mediante la Estancia Estudiantil.
- 3 Trabajar una base de datos de composición química en muestras de sargazo, reportadas en la literatura a nivel internacional, para difusión en la comunidad interesada en el tema reciente de investigación y desarrollo en nuestro país.
- 4 Desarrollar investigación bibliográfica respecto al uso del fucoidan extraído de las algas del género Sargassum y sus diversas aplicaciones en la industria alimentaria.
- 5 Contribuir a propuestas de aplicación para la reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos correspondientes al consumo de frutas y verduras, y con ello a la gestión intrínseca del sargazo.

# Metodología

El proceso de investigación documental requiere primero que nada una fase de investigación; es decir, la búsqueda e identificación de fuentes de información, su localización y obtención, etcétera. Una vez analizadas y valoradas es necesario sistematizar toda la información que consideremos valiosa. Después debemos determinar la modalidad de exposición de la información encontrada, esto es, la manera de presentar tal información. (Chong, 2007)

1. Investigación bibliográfica exhaustiva en diversas fuentes impresas y digitales disponibles para obtener los datos de análisis de composición química de muestras reales de la macroalga parda (Sargassum) reportados en la literatura, considerando la aplicación específica en la Industria Alimentaria.
2. Evaluación y procesamiento de la información resultante de la investigación bibliográfica.
3. Elaboración de Infografía, resaltando la aplicación específica del tema de la propuesta individual para Tesis Monográfica.
4. Elaboración de resumen de propuesta de Tesis a partir de la información bibliográfica consultada.
5. Elaboración de Informe y Exposición.

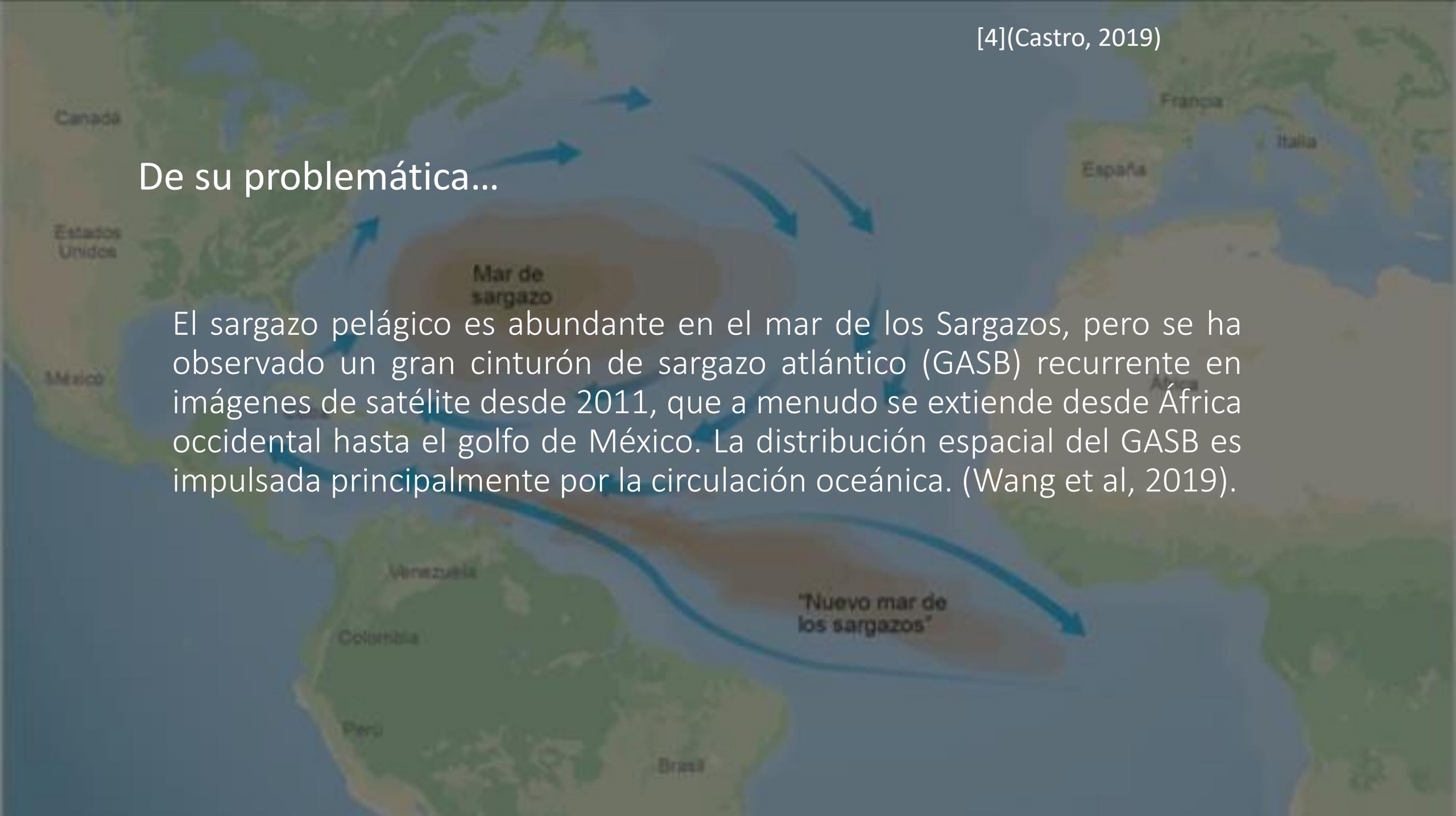
## Del Sargazo...

Las algas representan un componente de los ecosistemas marinos. De acuerdo con su valor nutritivo y composición química, se clasifican como algas rojas (*Rhodophyta*), marrones o pardas (*Phaeophyta*) y verdes (*Clorophyta*) (Dawczynski et al., 2007).

La composición química de *Sargassum sp.* contiene 14 -44% de cenizas, 4- 68% de carbohidratos, 9- 20% de proteínas y 0,5 -3,9% de lípidos (% DW) (Holdt y Kraan, 2011). Así mismo, una muestra de *S. muticum* deshidratada contiene  $25 \pm 1,1\%$  de ceniza,  $39,7 \pm 1,3\%$  de azúcares neutros,  $1,8 \pm 0,1\%$  de ácidos urónicos,  $8,8 \pm 0,6\%$  de grupos sulfatados,  $22,1 \pm 0,6\%$  de proteínas y 0,9 % de fenol total (Hardouin et al., 2013).

## De su problemática...

El sargazo pelágico es abundante en el mar de los Sargazos, pero se ha observado un gran cinturón de sargazo atlántico (GASB) recurrente en imágenes de satélite desde 2011, que a menudo se extiende desde África occidental hasta el golfo de México. La distribución espacial del GASB es impulsada principalmente por la circulación oceánica. (Wang et al, 2019).



# Fucoidan

- Es un grupo de heteropolisacáridos sulfatados derivados principalmente de algas pardas como *Porphyra*, *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida*, *Sargassum* spp., *Kjellmaniella crassifolia* (Zhao et al., 2004), compuesto rico en fucosa y pequeñas proporciones de galactosa, manosa, xilosa, glucosa y ácidos urónicos (Pádua et. al, 2015), es un derivado de algas marinas único que exhibe muchas bioactividades (antibacteriana, antitumoral, anticoagulante, reductora de lípidos, antioxidante, por mencionar algunas).

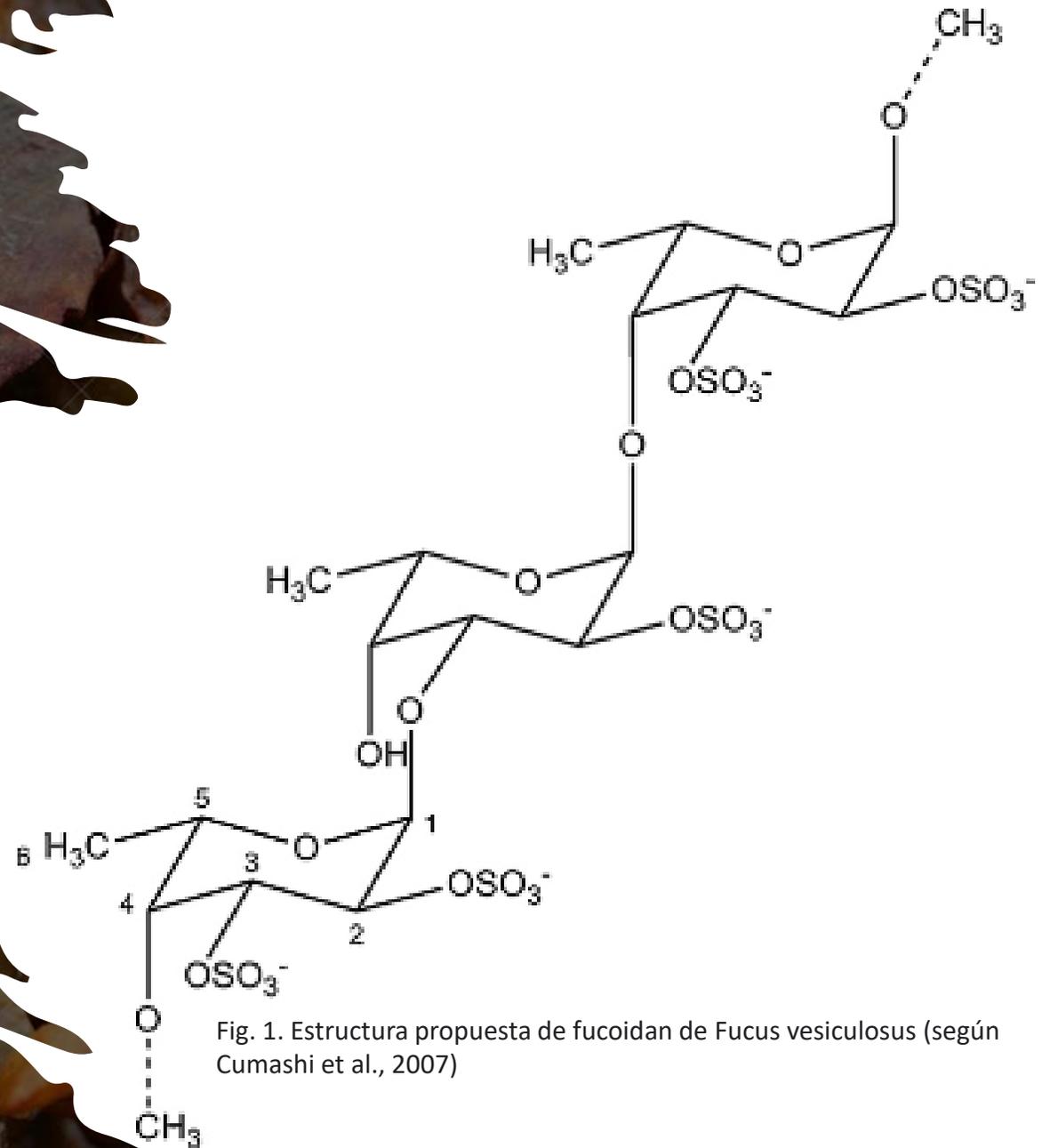


Fig. 1. Estructura propuesta de fucoidan de *Fucus vesiculosus* (según Cumashi et al., 2007)

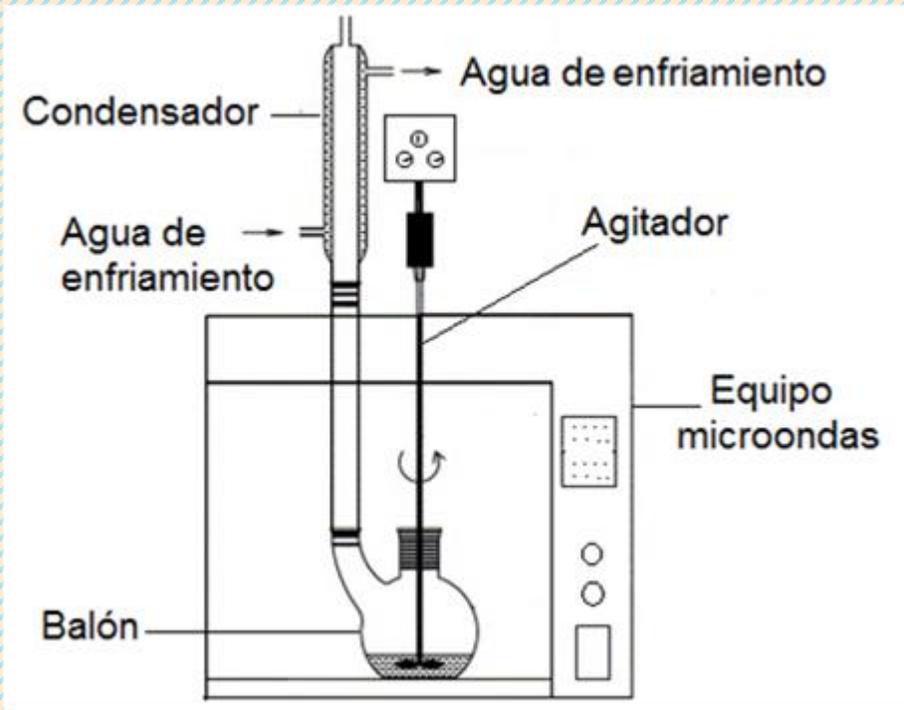
# Técnicas de obtención del fucoidan

- Para preparar las algas, se deben secar después de su recolección, esto ayuda a conservarlas de mejor manera; posterior a esto, se deben triturar para facilitar los procesos de extracción que se van a realizar, a continuación, para separar los sólidos de los líquidos se debe hacer una centrifugación, siguiendo un proceso de purificación para obtener el polisacárido deseado. (Motta y Rodriguez, 2019)



La extracción de fucoidan se realiza típicamente tratando la materia prima de las algas con soluciones acuosas o ácidas calientes a temperaturas que oscilan entre 70 y 100 ° C durante varias horas. Para aumentar la cantidad de fucoidan extraído, se puede ajustar el pH.

# Técnicas de extracción del fucoidan



Esta técnica tiene un tiempo de extracción bajo y, por lo tanto, resulta en costos reducidos en comparación con otras técnicas de extracción convencionales. Además, MAE puede considerarse como una técnica respetuosa con el medio ambiente debido al menor consumo de energía.

# Extracción asistida por ultrasonido

- Se ha demostrado que el ultrasonido es una tecnología económicamente viable adecuada para la extracción de polisacáridos. La extracción asistida por ultrasonido (EAU) es más rápida que la extracción con agua caliente y se puede combinar fácilmente con otras tecnologías, como la extracción de fluidos supercríticos.

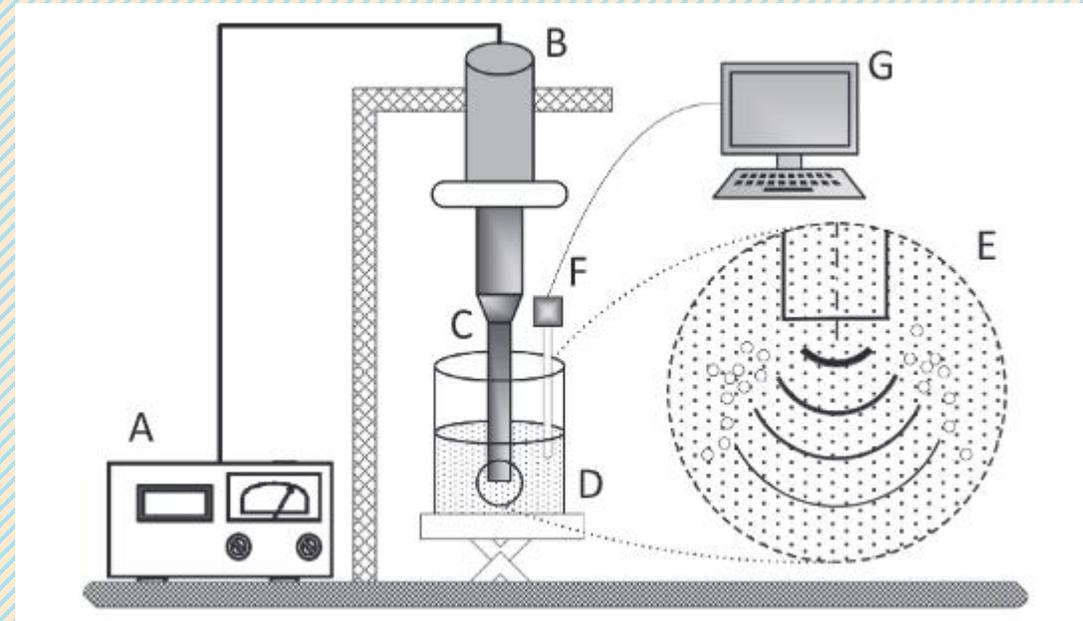


Figura 4. Diagrama esquemático del conjunto de extracción asistida por ultrasonido con sistema de sonda del equipo de ultrasonido, que ilustra el mecanismo de cavitación de burbujas (A - generador de ultrasonidos, B - transductor, C - sonda cilíndrica de ultrasonidos, D - vaso de precipitados con muestra y disolvente de extracción, E - fenómenos de cavitación de burbujas, F - termopar, G - registrador de datos).

Se seleccionaron tres algas pardas autóctonas, a saber, *Sargassum siliquosum*, *Sargassum hemiphyllum* y *Sargassum polycystum*, como fuente de fucoidan. Después del pretratamiento apropiado, los polisacáridos que contienen fucoidan se extrajeron con éxito de esas biomasas de algas utilizando agua caliente (Wang et al., 2020)

Tabla 1. Rendimiento total de azúcar y composición del azúcar del extracto crudo de *Sargassum* spp. (Wang et al., 2020)

	Total sugar (%)	Sugars composition (%)					
		Fucose	Galactose	Glucose	Xylose	Mannose	Rhamnose
<i>S. siliquosum</i>	5.08 ± 1.17	47.5	25.4	6.0	8.8	8.9	3.4
<i>S. polycystum</i>	3.41 ± 0.77	46.0	16.4	4.9	11.0	9.1	12.6
<i>S. hemiphyllum</i>	4.69 ± 1.05	31.1	30.7	23.1	7.7	5.5	1.9

Tabla 2. Efecto del método de extracción sobre el rendimiento total de azúcar y la composición del azúcar de los polisacáridos de *Sargassum siliquosum* que contienen fucoidan. (Wang et al., 2020)

Methods	Total sugar (%)	Sugars composition (%)					
		Fucose	Galactose	Glucose	Xylose	Mannose	Rhamnose
Conventional – hot water extraction	5.08 ± 1.17	47.5	25.4	6.0	8.8	8.9	3.4
UAE <sup>a</sup>	4.78 ± 0.21	46.6	24.0	13.3	8.9	3.6	3.6
MAE <sup>b</sup>	6.94 ± 0.11	47.3	25.1	6.3	9.5	8.4	3.4

<sup>a</sup> Ultrasound-assisted extraction.

<sup>b</sup> Microwave-assisted extraction.

Component	Composition (%)	
	Crude fucoidan extract	Purified fucoidan
Total sugar	33.31 ± 7.31	64.49 ± 4.50
Sulfate	12.15 ± 0.15	19.48 ± 0.52
Protein	16.54 ± 0.51	6.09 ± 0.11
Uronic acid	21.89 ± 0.11	5.52 ± 0.50
Phenolic compound	6.76 ± 0.24	4.41 ± 0.42
Others	9.35 ± 7.65	0.01 ± 0.03

Tabla 3 Composición del fucoidan crudo extraído de *Sargassum siliquosum* por extracción asistida por microondas (MAE) y el fucoidan posteriormente purificado. (Wang et al., 2020)

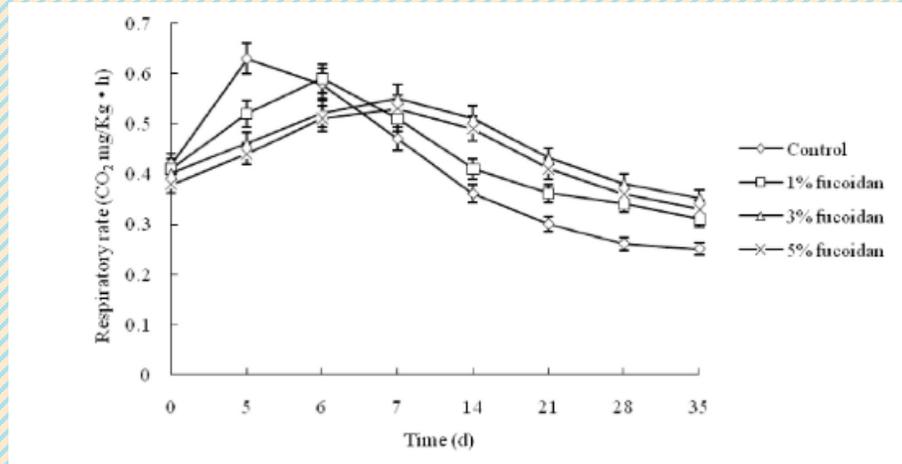
# Fucoïdan como recubrimiento

Se utilizan recubrimientos comestibles a base de fucoïdan para conservar la fruta de fresa durante el almacenamiento en frío (Luo, Li, Liu, Yang y Duan, 2020).

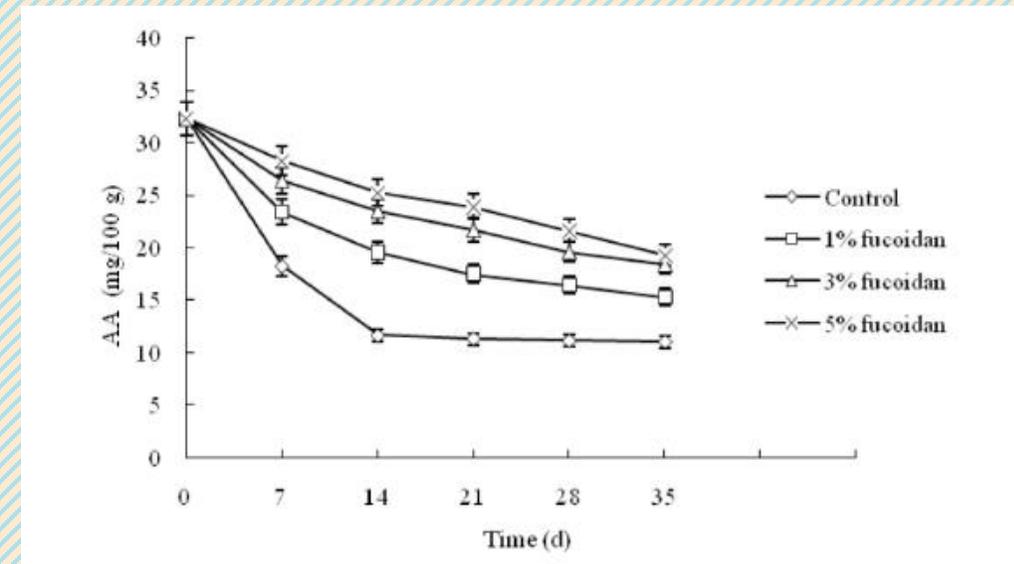
Estudios en mangos determinaron que los recubrimientos de fucoïdan inhiben eficazmente la respiración, la pérdida de nutrientes y la pérdida de peso y protegen al mango del daño físico y biológico durante el almacenamiento a temperatura ambiente (20 °C, humedad 80%) (Bing et al., 2021),



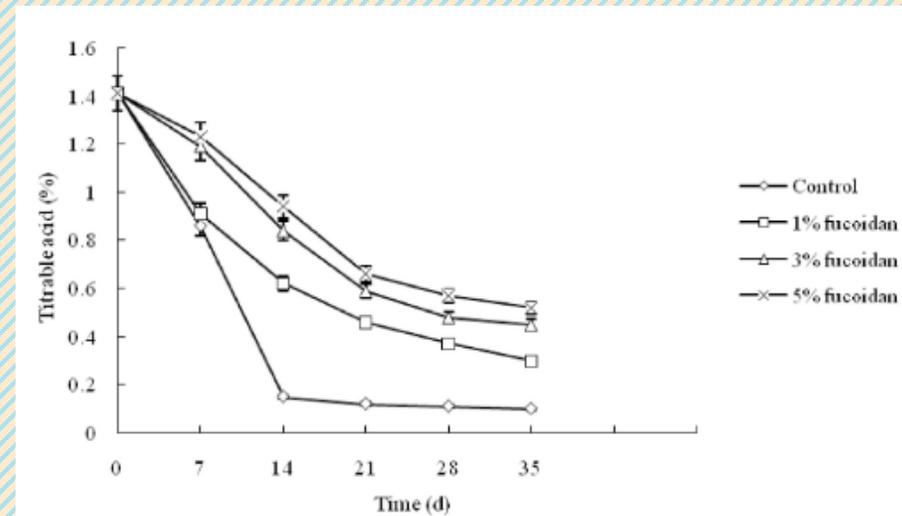
# Resultados



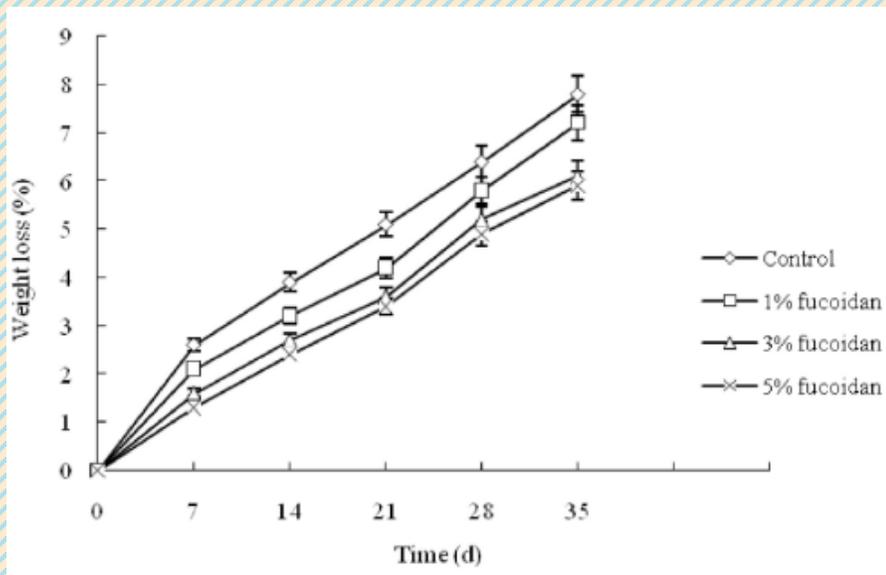
Gráfica 1. Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre la tasa de respiración de los frutos de mango durante el almacenamiento. Los valores son medias de tres réplicas. Las barras verticales representan la desviación estándar (Bing et al., 2021),



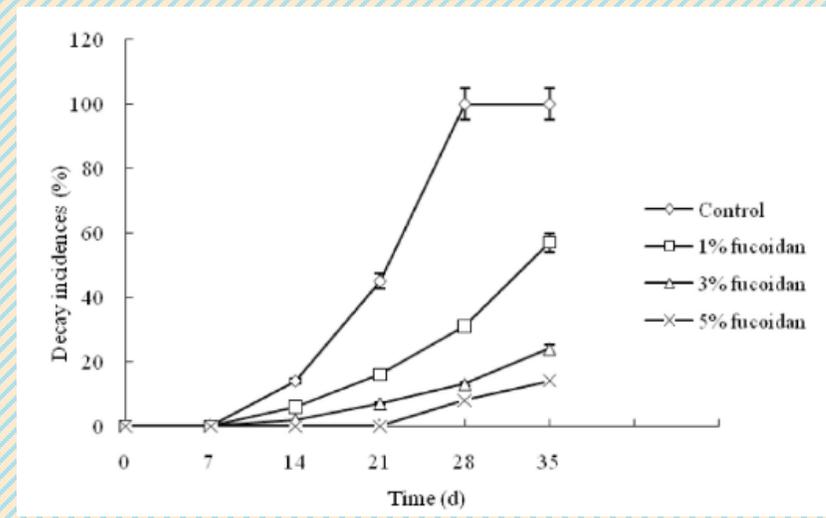
Gráfica 2. Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre el contenido de ácido ascórbico (AA) de frutos de mango durante el almacenamiento. (Bing et al., 2021),



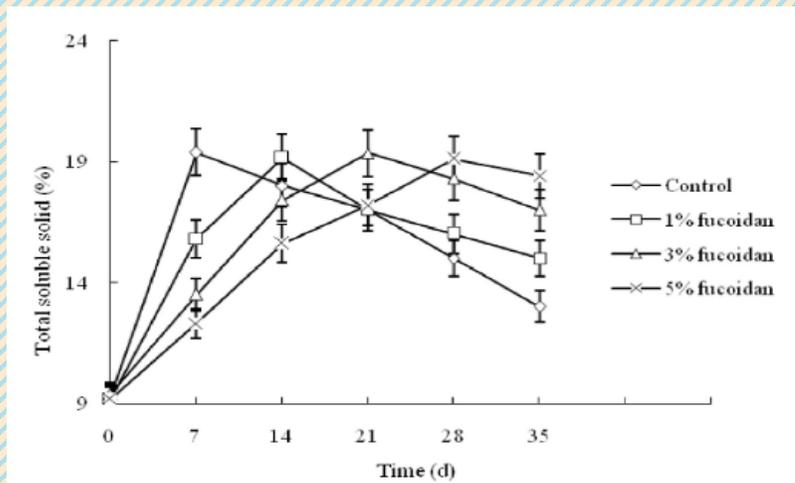
Gráfica 3. Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre el ácido titulable de frutos de mango durante el almacenamiento. (Bing et al., 2021),



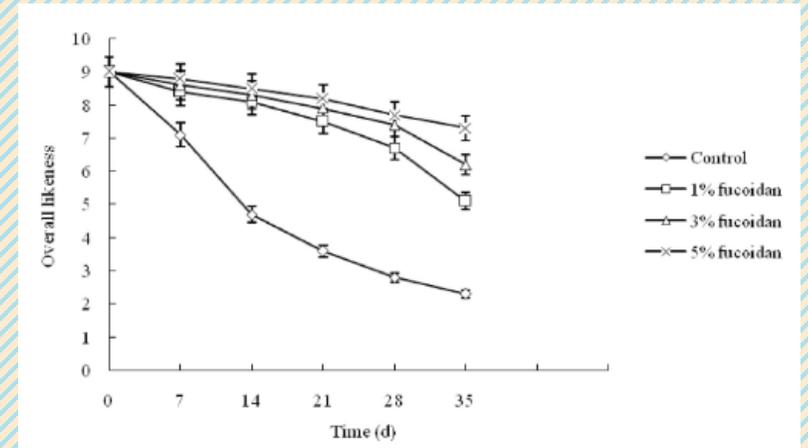
Gráfica 4. Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre la pérdida de peso de los frutos de mango durante el almacenamiento. Los valores son medias de tres réplicas. (Bing et al., 2021),



Gráfica 5: Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre la incidencia de pudrición de los frutos de mango durante el almacenamiento. (Bing et al., 2021),



Gráfica 6: Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre los sólidos solubles totales de los frutos de mango durante el almacenamiento. (Bing et al., 2021),



Gráfica 7: Efecto de los recubrimientos de fucoidan sobre la apariencia general de los frutos de mango durante el almacenamiento. (Bing et al., 2021),

# ¿Y las otras frutas?



- La estructura y función de la pared celular está controlada por su organización y composición. La pared celular está compuesta principalmente por polisacáridos de composición y estructura variable (entre los que se destacan la celulosa y hemicelulosa), lignina, ácidos fenólicos, proteínas, iones y agua (Valenciaga y Chongo, 2004)

# Conclusiones en avances.

- Se ha hecho una Investigación documental, desde el enfoque de la química analítica e investigación aplicada al tema del sargazo, dándonos la oportunidad de conocer más acerca de su composición.
- A partir del análisis de artículos científicos estudiamos las técnicas de extracción de fucoidan y la más efectiva de para este, teniendo así a la Extracción asistida por microondas como la más conveniente.
- Gracias a su similitud en la composición de la cascara en diversos frutos, la propuesta del fucoidan como recubrimiento parece ser una alternativa muy favorable para retrasa la composición de las mismas.
- Hasta el momento se sigue desarrollando investigación bibliográfica respecto al uso del fucoidan extraído de las algas del género *Sargassum*, en específico para la utilización de este como recubrimiento en alimentos, la cual contribuirá a propuestas de aplicación para la reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos correspondientes al consumo de frutas y verduras, y con ello a la gestión intrínseca del sargazo.

## Actividades Complementarias de formación académica.

- Curso “Cartas de trazabilidad de los métodos analíticos”, impartido por la Ing. Claudia Hernández de Industrias Garay.
- Curso “Calificación y Trazabilidad de un método de CG”, impartidos por la Ing. Claudia Hernández de Industrias Garay.
- Sesión de revisión de avances Procesamiento BD 2021 Dra. Ma Teresa Rodríguez Salazar.
- Sesión de revisión de avances a cargo de a Dra. Ma Teresa Rodríguez Salazar.
- Segunda visita virtual TMIC a cargo del Dr. R Herrera- Basurto.



ANALYTICAL CHEMISTRY

# Perspectivas.

---

- En las semanas posteriores se cumplirán los objetivos planteados en el proyecto de investigación, la recopilación de información, así como el continuo procesamiento de bibliografía de análisis cuantitativo para el tema de interés nos ayudará a que todo aquél participante en el proyecto PAPIME PE2101820 pueda acceder a la misma y aplicarlo a diversos temas relacionados con el uso del Sargazo.

# Agradecimientos Académicos.

---

**Dra. Araceli Peña Álvarez**

---

**Maestra Iliana Zaldívar Coria**

---

**Dra. Minerva Monroy Barreto**

---

**Dra. Flora Mercader Trejo (Universidad Politécnica de Santa Rosa de Jauregui, UPSRJ)**

---

**Dr. Raúl Herrera Basurto (Universidad Tecnológica de Querétaro, UTEQ)**

---

**Dra. Olivia Zamora Martínez (DQA, FQ / Lab. Nacional de Geoq. y Mineralogía – LANGEM, Inst. de Geología, UNAM)**

---

**Dr. Julio C. Aguilar Cordero**

---

**Est. Lic. Q.A. Estefany Fernanda Linares Vázquez**

---

**Responsable:** Dra. Ma. Teresa Rodríguez Salazar. (DQA, FQ, UNAM)

# Referencias

- Shao-Hua Wang, Chih-Yu Huang, Chun-Yen Chen, Chia-Che Chang, Chun-Yung Huang, Cheng-Di Dong, and Jo-Shu Chang. (2020). Structure and Biological Activity Analysis of Fucoïdan Isolated from *Sargassum siliquosum*. ACS Omega 2020.
- Dutch Caribbean Nature Alliance, DCNA (2019). Prevention and clean-up of Sargassum in the Dutch Caribbean. Recuperado de: <https://www.dcnanature.org/wp-content/uploads/2019/02/DCNA-Sargassum-Brief.pdf>
- Bakera, P., et al (2018). Potential contribution of surface-dwelling Sargassum algae to deep-sea ecosystems in the southern North Atlantic. Deep-Sea Research Part II 148, 21–34
- Puspita, M. (2017). Enzyme-assisted extraction of phlorotannins from Sargassum and biological activities. Doctoral Program. Medicinal Chemistry. Diponegoro University; Université Bretagne Sud.
- Fernández, F., et al (2017). Análisis elemental prospectivo de la biomasa algal acumulada en las costas de la República Dominicana
- Awatief F. Hifney, Mustafa A. Fawzy, Khayria M. Abdel-Gawad, M. Goma. 2016. Industrial optimization of fucoïdan extraction from *Sargassum sp.* and its potential antioxidant and emulsifying activities. Food Hydrocolloids Volume 54, Part A, March 2016, Pages 77-88.
- Fleurence, J.; Levine, I. (2016). Seaweed in Health and Disease Prevention. Ed Elsevier, Inc.; UK
- Hinds, C., et al (2016). Golden Tides: Management Best Practices for Influxes of Sargassum in the Caribbean with a focus on Clean-up. Centre for Resource Management and Environmental Studies (CERMES), The University of the West Indies, Cave Hill Campus, Barbados. 17 pp.
- Milledge, J.J.; Harvey, P.J. (2016). Review. Golden Tides: Problem or Golden Opportunity?. The Valorisation of Sargassum from. Beach Inundations. J. Mar. Sci. Eng. 4, 60
- Pádua, D.; Rocha, E.; Gargiulo, D.; Ramos, A. 2015. Bioactive compounds from brown seaweeds: Phloroglucinol, fucoxanthin and fucoïdan as promising therapeutic agents against breast cancer. Phytochemistry Letters, 14, 91–98.
- Hernández L., F. (2014). Obtención de biogás a partir de algas del tipo Sargassum de la Playa Miramar de Cd. Madero, Tamaulipas. Tesis. Maestría en Energías Renovables. Especialidad en Bioenergía. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C – UUTT, México
- Chong de la Cruz, Isabel. “Métodos y técnicas de la investigación documental”. Investigación y Docencia en Bibliotecología. México: Facultad de Filosofía y Letras, Dirección General Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007. 183 - 201.
- Zhao, X., Xue, C., Li, Z., Cai, Y., Liu, H., & Qi, H. (2004). Journal of Applied Psychology, 16, 111–115.
- Luthuli, S., Wu, S., Cheng, Y., Zheng, X., Wu, M., & Tong, H. (2019). Therapeutic Effects of Fucoïdan: A Review on Recent Studies. *Marine drugs*, 17(9), 487. <https://doi.org/10.3390/md17090487>

- Bibliografía utilizada en resumen de propuesta de tesis:
- Bing X.; Shengjun W. (2021). Preservation of mango fruit quality using fucoïdan coatings. *LWT. Food Science and Technology* 5-6.
- Luo, P., Li, F. P., Liu, H. Z., Yang, X. M., & Duan, Z. H. (2020). Effect of fucoïdan-based edible coating on antioxidant degradation kinetics in strawberry fruit during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44, Article e14381. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14381>
- V. Arévalo, G. Azucena, S. Láinez. 2018. “Formulación y Caracterización de una Biopelícula comestible elaborada a partir de Almidón de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y Yuca (*manihot esculenta*)”
- Yang, J., Sun, J., An, X., Zheng, M., Lu, Z., Lu, F., et al. (2018). Preparation of ferulic acid-grafted chitosan using recombinant bacterial laccase and its application in mango preservation. *RSC Advances*, 8, 6759–6767.
- Pádua, D.; Rocha, E.; Gargiulo, D.; Ramos, A. 2015. Bioactive compounds from brown seaweeds: Phloroglucinol, fucoxanthin and fucoïdan as promising therapeutic agents against breast cancer. *Phytochemistry Letters*, 14, 91–98.
- K. Hardouin, A.S. Burlot, A. Umami, P. Nyvall Collen, G. Bedoux, N. Bourgougnon. Journées de la Société Phycologique de France, Station Biologique de Roscoff, France (December 2013)
- Silva, T. H.; Alves, A.; Popa, E. G.; Reys, L.; Gomes, M. E.; Sousa, R. A.; ... Reis, R. 2012. Marine algae sulfated polysaccharides for tissue engineering and drug delivery approaches. *Biomatter*, 2(4), 278–289.
- Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011). *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 543–597.
- Z.A. Popper, G. Michel, C. Hervé, D.S. Domozych, W.G.T. Willats, M.G. Tuohy, et al. *Annual Review of Plant Biology*, 62 (2011), pp. 567-590
- Dawczynski, C., Schubert, R., & Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, a dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103(3), 891-899.
- Zhao, X., Xue, C., Li, Z., Cai, Y., Liu, H., & Qi, H. (2004). *Journal of Applied Phycology*, 16, 111–115.
- B. Kloareg, R.S. Quatrano. *Oceanographic Marine Biological Annual Review*, 26 (1988), pp. 259-315