



Sargazo: compuestos bioactivos y técnicas analíticas de identificación y cuantificación

Depto. Química Analítica.

Carrera: Química.

13/10/2022

TUTORA: MARÍA TERESA DE JESÚS
RODRÍGUEZ SALAZAR

SOLTERO VALDEZ ALAN FEDERICO

Trabajo de investigación I 1805

Semestre 2023-1

Contenido

- I. Antecedentes.
- II. Planteamiento del problema.
- III. Hipótesis.
- IV. Objetivos.
- V. Metodología.
- VI. Resultados.
- VII. Análisis de resultados.
- VIII. Conclusiones.

Antecedentes

- ¿Qué es el sargazo?
- El sargazo es un conjunto de macroalgas marinas, perteneciente al género *Sargassum*, que presentan colores pardos, negros y verdes, y pueden ocupar extensas superficies en una gran variedad de hábitats.

Fig.1. Representación alga parda sargazo



Arroyo, A y otros (2019). *BLOG XCARETH. TIPS PARA SABER EN QUÉ PLAYAS DEL DESTINO HAY SARGAZO AL MOMENTO*: <https://blog.xcaret.com/es/en-que-playas-hay-sargazo/>

Wang, M., Hu, C., Barnes, B., Mitchum, G., Lapointe, B., & Montoya, J. (2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 83-87. doi:10.1126/science.aaw7912

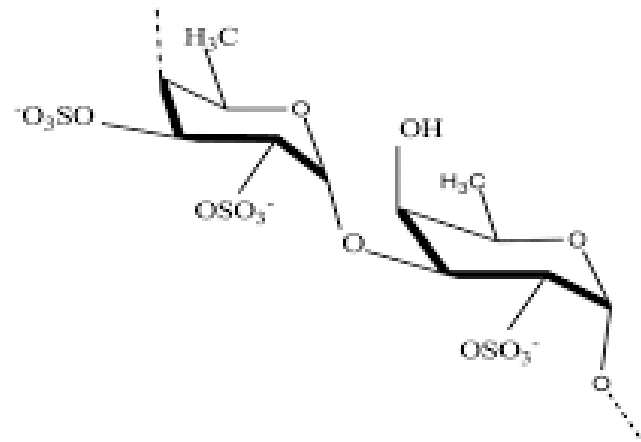
¿Por qué el interés?

- Estudios recientes en el área biomédica, han mostrado un creciente interés por las algas marinas, principalmente por sus sustancias bioactivas, las cuales muestran un gran potencial como fármacos antiinflamatorios, antimicrobianos, antivirales, antitumorales.

Compuestos bioactivos

- Los estudios sobre los compuestos bioactivos se centran en polisacáridos sulfatados, polifenoles, terpenoides, fucoxantina, ácidos grasos y sus derivados

Fig. 2. Estructura del Fucoidan



n

Silva, T. H. (2012). Marine algae sulfated polysaccharides for tissue engineering and drug delivery approaches. *Biomatter*, 278-289.

Giriwono, P. I. (2019). Sargassum seaweed as a source of antiinflammatory substances and the potential insight of the tropical species: a review. *Marine Drugs*. doi:10.3390/md17100590

México y el Sargazo

- Las especies más representativas de sargazo que conforman los mantos flotantes son: *Sargassum natans* y *S. fluitans* que a su vez son los más abundantes en el mar de los sargazos y en el golfo de México, los cuales se encuentran conectados por corrientes oceánicas.

Fig. 3. Mar de los sargazos



Robles, J. (2020). ACUARIO MICHIN PUEBLA. ¿Por qué llega el sargazo a las playas?: <https://puebla-es.acuariomichin.com/conoce-que-es-el-sargazo-y-su-funcion-en-el-oceano/>

Wang, M. H. (2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 83-87. doi:10.1126/science.aaw7912

Acumulación masiva

- Aún con el esfuerzo del personal de limpieza de las playas, la acumulación masiva de sargazo representa un problema muy grande no sólo al sector turístico, sino también a la salud, ya que su descomposición produce olores fétidos como el sulfuro de hidrógeno (H₂S) y esto genera un deterioro que amenaza a los ecosistemas costeros, los arrecifes y las aguas subterráneas.

Fig. 4. Recolección de sargazo en playas de Quintana Roo.



HOSTELTUR. (2021). El sargazo preocupa a los destinos del Caribe mexicano: https://www.hosteltur.com/lat/145146_el-sargazo-preocupa-a-los-destinos-del-caribe-mexicano.html

Sargazo 2022

- En Quintana Roo se registró el 24 de mayo del 2022, una cantidad de 61 mil 520 toneladas de sargazo flotando en el Caribe Mexicano, representando un nuevo máximo para la región.

Fig. 5. Sargazo flotante en el Caribe Mexicano



Saldaña, S. (2022). *Xataka México*. Una llegada masiva de sargazo pone en alerta al caribe mexicano y sepulta decenas de playas en Quintana Roo: <https://www.xataka.com.mx/ecologia-y-naturaleza/llegada-masiva-sargazo-pone-alerta-al-caribe-mexicano-sepulta-decenas-playas-quintana-roo>

Planteamiento del problema

- Se sabe que la acumulación masiva de sargazo en las playas del Caribe Mexicano es un problema que persiste hasta la actualidad, es por ello que es importante realizar investigaciones de las propiedades de esta alga parda y promover el aprovechamiento de sus biocompuestos en el área médica.

Fig. 6. Noticia del periódico El País

El Caribe mexicano se ahoga en sargazo

El calentamiento de los océanos aumenta la presencia de esta alga en las playas de la Riviera Maya, afectando la industria turística y el medio ambiente



Barragán, A. y otros (2019). *EL PAÍS*. El Caribe mexicano se ahoga en sargazo: https://elpais.com/sociedad/2019/05/18/actualidad/1558131595_908484.html

Hipótesis

- Se espera que al ser *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans*, dos de las especies más representativas y abundantes en el mar de los sargazos y en el golfo de México, el contenido de compuestos bioactivos (Polisacáridos sulfatados, Polifenoles, Terpenoides, Fucoxantina, Ácidos grasos y sus derivados de lípidos), que se pueden extraer sea considerado como alternativa para estudios de efectos antiinflamatorios.

Objetivo general

- Realizar una investigación formativa a través de la investigación documental especializada en el tema: compuestos bioactivos del alga parda Sargazo, técnicas analíticas de identificación y cuantificación.

Objetivos particulares

1. Conocer los diferentes Compuestos bioactivos presentes en la macroalga del género *Sargassum*.
2. Conocer los niveles de concentración de los compuestos bioactivos presentes en las diferentes especies de macroalgas del género *Sargassum*.
3. Conocer las técnicas analíticas empleadas para la identificación y cuantificación de los compuestos bioactivos del *Sargassum*.
4. Conocer las aplicaciones principales de los compuestos bioactivos del *Sargassum*.
5. Elaboración de infografía y presentación de seminario, con base en el análisis y procesamiento de la información de la investigación
6. Difusión de los materiales resultantes de apoyo en formato digital, que se encontrará disponible en plataforma TIC's institucional de la Facultad de Química <https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=662§ion=1>

Metodología

- La investigación documental especializada se realizó a través de diferentes plataformas digitales disponibles, en donde se obtuvieron veinte y uno artículos, de fechas desde (1993 – 2020), que sirvieron para conocer los biocompuestos predominantes en las distintas especies de macroalga parda del género sargassum, así como las técnicas analíticas más utilizadas para su cuantificación e identificación de los mismos y sus principales aplicaciones.
- Elaboración de infografía y seminario.

Resultados

- En la tabla 1 podemos encontrar el resultado de la investigación de principales compuestos bioactivos pertenecientes a la macroalga del género *Sargassum*; polisacáridos sulfatados, polifenoles, terpenoides, fucoxantina, ácidos grasos y derivados de lípidos, así como su composición química principal y una breve descripción del compuesto bioactivo.

Resultados

Tabla 1. Compuestos bioactivos presentes en la macroalga del género Sargassum.

Compuesto bioactivo	Principal	Descripción	Composición química	Referencia
Polisacáridos sulfatados	Fucoidan	Compuesto dominante de las algas pardas	Principal L-fucopiranososa, además de contener galactosa, ramnosa, manosa, xilosa y glucosa	(Sanjeewa, 2017)
Polifenoles	Floratanino	Se dividen en seis clases principales: fucoles, floretoles , fucofloretoles , fuhaloles , isofuhaloles, ecoles.	Unidades de fluroglucinol (1,2,3-trihidroxibenceno), con diferentes grados de polimerización	(Fernando I. S., 2016)
Terpenoides	Terpenoides	Grupo de metabolitos secundarios	Unidades de isopreno (2-metil-1,3-butadieno, C ₅ H ₈)	(Hortelano, 2009)

Compuesto bioactivo	Principal	Descripción	Composición química	Referencia
Fucoxantina	Fucoxantina	Carotenoide dominante de las algas pardas	Estructura única que incluye enlaces alénicos, carbonilo conjugado, epóxidos y grupos acetilo	(Nakazawa, 2009)
Ácidos grasos y derivados de lípidos	Ácido estearidónico (SDA), ácido timnodónico (EPA), ácido hexadecanoico	También se encuentran presentes en las algas pardas	Ácidos carboxílicos con cadena lateral	(Fernando I. S., 2016)

Resultados

- En las tablas 2, 3 y 4, vamos a encontrar los niveles de concentración de los compuestos bioactivos, de interés, pertenecientes a diferentes especies de macroalga del género sargassum; tenemos al *S. polycystum* y *S. natans* provenientes del sur de la india, Sri Lanka, el *S. fluitans* proveniente de Costa puerto Morelos, estado Quintana Roo, México, contamos con una mezcla entre *S. fluitans* y *S. natans* provenientes de playa de Ajegunle-Irun-Ama, Estado de Ondo, Nigeria, el *S. binderi* y *S. duplicatum* provenientes de Estrecho de Malaca, cerca de Port Dickson, Malasia y por último el *S. horneri* proveniente de la costa norte de Japón.

Resultados

Tabla 2, 3 y 4. Niveles de concentración de compuestos bioactivos en diferentes especies de algas pertenecientes al género *Sargassum*.

Tabla 2. Niveles de concentración.

Sargassum	Polisacáridos (% peso seco)	Sulfato (% peso seco)	Polifenoles (% peso seco)	referencias
<i>Sargassum polycystum</i>	62.96±0.28	27.53±0.55	3.44±0.28	(Shanura Fernando, y otros, 2018)
<i>Sargassum fluitans Borgesen</i>	25.80±1.56	7.56±1.54	1.99±0.15	(Chale-Dzul, y otros, 2020)
<i>Sargassum natans</i>	82.32±0.12	8.34±0.94	0.53±0.02	(Fernando I. P., 2020)

Tabla 4. Niveles de concentración.

Sargassum	Polisacáridos (% peso seco)	Polifenoles (% peso seco)	Terpenoides (% peso seco)	referencias
Mezcla <i>S. fluitans</i> y <i>S. natans</i>	57.3±0.21	0.8±0.0	0.665±0.021	(Oyesiku, 2014)

Tabla 3. Niveles de concentración.

Sargassum	Fucoxantina (% peso seco)	Ácidos grasos (% peso seco)	referencias
<i>Sargassum binderi</i>	0.73±0.39	16.60±4.10	(Dedi, 2011)
<i>Sargassum duplicatum</i>	1.01±0.10	21.30±0.10	(Dedi, 2011)
<i>Sargassum horneri</i>	1.99±0.22	90.8±19.4	(Nomura, 2013)
<i>Sargassum horneri</i>	1.76±0.29	86.3±13.2	(Nomura, 2013)

**Debe considerarse que la variabilidad en el contenido de biocompuestos en las algas pardas, se puede atribuir a la temporada de cosecha, el sitio de recolección, las especies de algas y los métodos de extracción.

Resultados

- En la tabla 5 podemos encontrar las técnicas analíticas utilizadas en la identificación y cuantificación de los compuestos bioactivos de interés de las diferentes especies del género sargassum mencionadas en el presente trabajo. Las técnicas más predominantes son: a) Cromatografía de intercambio aniónico de alta resolución con detector amperométrico pulsado y de fase inversa (HPAE-PAD y RP-HPLC respectivamente), b) Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier y Espectroscopia UV/vis (FTIR y UV/vis respectivamente), c) colorimetría, d) Cromatografía en capa fina y con revelado múltiple automatizado (TLC y AMD-TLC) y e) Cromatografía de gases equipado con detector de ionización de llama (FID-GC).

Resultados

Tabla 5. Técnicas analíticas de identificación y cuantificación de los compuestos bioactivos del *Sargassum*.**

Muestra	Recolección	Bioactivo	Técnica identificación	Técnica cuantificación	Referencia
Sargassum polycystum	zona costera del sur de Sri Lanka	Polisacárido	Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)	Cromatografía de intercambio aniónico de alta resolución con un detector amperométrico pulsado (HPAE-PAD)	(Shanura Fernando, y otros, 2018)
Sargassum fluitans Borgesen	Costa puerto Morelos, estado Quintana Roo, México	Polifenoles	Colorimetría	Espectroscopia UV/vis	(Chale-Dzul, y otros, 2020)
Mezcla S. fluitans y S. natans	playa de Ajegunle-Irun-Ama, Estado de Ondo, Nigeria	Terpenoides	Cromatografía capa fina (TLC)	Cromatografía en capa fina con revelado múltiple automatizado (AMD-TLC)	(Oyesiku, 2014)

Muestra	Recolección	Bioactivo	Técnica identificación	Técnica cuantificación	Referencia
Sargassum binderi	Estrecho de Malaca, cerca de Port Dickson, Malasia	Fucoxantina	Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) equipada con detector espectrofotométrico de matriz de fotodiodos	Cromatografía líquida de alta resolución de fase inversa (RP-HPLC)	(Dedi, 2011)
Sargassum binderi	Estrecho de Malaca, cerca de Port Dickson, Malasia	Ácidos grasos	Cromatografía de gases (GC) equipado con un detector de ionización de llama (FID)	Cromatografía de gases (GC)	(Dedi, 2011)

**Revisar trabajo completo

Resultados

- En la tabla 6 podemos encontrar las propiedades farmacológicas de los diferentes compuestos bioactivos pertenecientes a la macroalga del género sargassum como lo son: efectos antiinflamatorios, antivirales, antioxidantes, anticoagulantes, antibacterianas. Así mismo que las posibles aplicaciones, atendiendo a sus propiedades, como su uso en fármacos, ingredientes en el área cosmeceútica e incluso como alimentos de consumo humano.

Resultados

Tabla 6. Principales aplicaciones de los compuestos bioactivos del Sargassum.

Muestra	Compuesto bioactivo	Aplicaciones	Propiedades	Referencia
Sargassum polycystum	Fucoidanos	Ingredientes en cosmética	Son bien conocidos por sus actividades de eliminación de radicales, antioxidantes, anticoagulantes, antiinflamatorias, antivirales, antitrombóticas y anticancerígenas	(Kim E-A, y otros, 2014) (Shanura Fernando, y otros, 2018)
Sargassum fluitans Borgeses	Fucoidanos	Efecto hepatoprotector	farmacológicas como anticoagulantes, antitumorales, antivirales, antiinflamatorias, antibacterianas e inmunomoduladores, así como fuertes efectos antioxidantes y anti fibróticos.	(Chale-Dzul, y otros, 2020)
Mezcla S. fluitans y S. natans	Terpenoides	Fármacos	Moduladores en la vía de señalización de NF-kB, por lo que este grupo de compuestos se conoce como un potente agente antiinflamatorio	(Hortelano, 2009) (Giriwono, 2019)
Sargassum binderi	Fucoxantina	Fármacos	efectos inhibidores sobre los mediadores proinflamatorios en células RAW 264.7 de macrófagos murinos estimulados con lipopolisacáridos (LPS)	(Heo, 2012) (Dedi, 2011)

Muestra	Compuesto bioactivo	Aplicaciones	Propiedades	Referencia
Sargassum binderi	Ácidos grasos	Fármacos	efectos inhibitorios sobre la síntesis de eicosanoides tales como prostaglandina E ₂ proinflamatoria	(Fernando I. S., 2016) (Dedi, 2011)
Sargassum horneri	Fucoxantina	Fármacos	Actividad antioxidante, anticancerígena, antidiabética	(Givens, 2008) (Nomura, 2013)
Sargassum horneri	Ácidos grasos	Alimentos	Reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular	(Airanthi, 2011) (Nomura, 2013)

Discusión de resultados

- El Sargassum presenta diferentes compuestos bioactivos, de entre ellos podemos decir que los principales y que podemos encontrar en muchas especies de algas pardas pertenecientes al género sargassum son: Fucooidanos, Florataninos, Terpenoides, Fucoxantina, ácidos grasos y derivados de lípidos.
- Las concentraciones de dichos compuestos bioactivos varían de acuerdo a su método de extracción, la temporada de cosecha, el sitio de recolección, las especies de algas que se estudian, sin embargo, como podemos observar el fucooidan es un compuesto bioactivo con mucha presencia en estas algas pardas, adquiriendo valores desde (25 – 82) % de peso seco, para las especies de sargassum polycystum, natans y fluitans, siendo este último el de menor contenido. Los compuestos que se encontraban en menor cantidad son los Polifenoles totales adquiriendo valores de (0.53 – 3.44) %, para las especies de sargassum *polycystum*, *fluitans* y *natans*, siendo este último el de menor contenido. Los Terpenoides también se encontraron en menor cantidad contando con 0.665 % de peso seco, para la mezcla de *S. fluitans* y *S. natans*. La Fucoxantina es otro biocompuesto con un índice de contenido pequeño, con un intervalo de (0.73 – 1.99) % de peso seco, para *S. horneri*, *S. duplicatum* y *S. binderi*, siendo este último el de menor contenido. para finalizar con los ácidos grasos, siendo los segundos compuestos en mayor cantidad con valores de (16.6 - 90.8) % de peso seco, para *S. horneri*, *S. duplicatum* y *S. binderi*, siendo este último el de menor contenido, para los artículos mencionados en el presente proyecto.

Discusión de resultados

- Las técnicas analíticas para la identificación y cuantificación de compuestos bioactivos como polisacáridos sulfatados, fucoxantina y ácidos grasos, son técnicas Top en el área de química analítica, siendo estos equipos de HPLC y CG, equipados con componentes como detectores espectrofotométricos de matriz de fotodiodos, detectores amperométricos pulsado, detectores de ionización de llama (FID), para polifenoles se utiliza métodos colorimétricos para la identificación y espectroscopia UV-Vis para su cuantificación y para los terpenoides su técnica de identificación es la cromatografía en capa fina y su técnica de cuantificación es la cromatografía en capa fina con revelado múltiple automatizado (AMD-TLC), para los artículos mencionados en el presente trabajo.
- Como podemos observar en la mayoría de los compuestos bioactivos llámese fucoidan, terpenoides, fucoxantina, ácidos grasos, predominan los efectos antiinflamatorios, propiedades antioxidantes, anticoagulantes, antitrombóticas y anticancerígenas, esto parece ser una buena oportunidad de aprovechamiento de esta alga, ya que podemos pensar en que cualquier compuesto bioactivo ya mencionado, que sea extraído, compartirá estas propiedades, dándole uso a cada fracción del alga parda, minimizando la cantidad de residuos que se pueden obtener, sin ser utilizados.

Conclusiones

- Se realizó la investigación documental encontrando veinte artículos que respaldan el contenido del presente documento, ocho de ellos están contenidos en el apartado de antecedentes aportando a las bases teóricas de la investigación, estos van desde las fechas de (1993-2020) y se centran en descripciones y familiarización con el alga parda perteneciente al género Sargassum.
- El resto de los artículos mencionados aportan al contenido del proyecto, estos van desde fechas de (2009-2020) siendo estas referencias más actuales y por tanto relevantes para la investigación, enfocándose en los compuestos bioactivos presentes en el Sargassum, las técnicas analíticas de identificación y cuantificación utilizadas para estos mismos compuestos bioactivos y sus posibles aplicaciones de acuerdo a las propiedades bioactivas que presentan.
- El fucoidan, los ácidos grasos y derivados de lípidos son los compuestos bioactivos con mayor contenido en las distintas especies de sargassum reportadas en el presente trabajo, siendo entonces los polifenoles, terpenoides y fucoxantina, los compuestos con menor contenido.

Conclusiones

- Las aplicaciones de estos compuestos bioactivos pueden servir mucho para el área farmacológica y cosmeceútica, ya que todos presentaban propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas, antidiabéticas, anticoagulantes, antivirales, para los artículos mencionados en el presente trabajo.
- Por último, respondiendo al planteamiento de la hipótesis, las cantidades que se pueden extraer de compuestos bioactivos, de las algas pardas *S. natans* y *S. fluitans*, parecen ser suficiente cuantiosos, en comparación a los estudios realizados en otras especies de algas pardas pertenecientes al mismo género sargassum, para tomarlos en cuenta en la realización de estudios antiinflamatorios y dar una alternativa más del uso del sargazo de las playas del caribe mexicano.

Agradecimientos

- DRA. ARACELI PATRICIA PEÑA ÁLVAREZ –JEFA DEPTO. QUÍMICA ANALÍTICA
- DRA. ITZEL/ GUERRERO RÍOS/ DRA. MA. EUGENIA LUGO – COORDINACIÓN CARRERA DE QUÍMICA.
- ARENAS BAUTISTA JAIR ENRIQUE – COMPAÑERO DE CARRERA
- HERRERA CHIMAL PAOLA MARGARITA - COMPAÑERA DE CARRERA
- GARCÍA MEJÍA VIVIANA – COMPAÑERA DE CARRERA

Referencias

- Airanthi, M. W. (2011). Effect of brown seaweed lipids on fatty acid composition and lipid hydroperoxide levels of mouse liver. *Journal of agricultural and food chemistry*, 4156-4163. doi:10.1021/jf104643b
- Bluden, G. (1993). Marine Algae as a Sources of Biologically Active Compounds. *Interdisciplinary Science Reviews*, 73-80. doi:10.1179/isr.1993.18.1.73
- Chale-Dzul, J. d.-N.-C.-P. (2020). Hepatoprotective effect of a fucoxanthin extract from *Sargassum fluitans* Borgesen against CCl₄-induced toxicity in rats. *International journal of biological macromolecules*, 145, 500-509. doi:10.1016/j.ijbiomac.2019.12.183
- Davis, D. S.-M. (2020). Biomass composition of the golden tide pelagic seaweeds *Sargassum fluitans* and *S. natans* (morphotypes I and VIII) to inform valorisation pathways. *Science of the total environment*, 762.
- Dedi, N. i. (2011). Fucoxanthin extraction and fatty acid analysis of *Sargassum binderi* and *S. duplicatum*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2405-2412.
- Fernando, I. P. (2020). Characterization and cytoprotective properties of *Sargassum natans* fucoxanthin against urban aerosol-induced keratinocyte damage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 159, 773-781. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.05.132
- Fernando, I. S. (2016). Potential anti-inflammatory natural products from marine algae. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 48, 22-30. doi:10.1016/j.etap.2016.09.023
- Franks, J. J. (2016). Pelagic *Sargassum* in the tropical North Atlantic. *Gulf and Caribbean Research*, sc6-sc11. doi:10.18785/gcr.2701.08
- Giriwono, P. I. (2019). *Sargassum* seaweed as a source of antiinflammatory substances and the potential insight of the tropical species: a review. *Marine Drugs*. doi:10.3390/md17100590
- Givens, D. I. (2008). Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them: Symposium on 'How can the n-3 content of the diet be improved?'. *Proceedings of the Nutrition Society*, 273-280.
- Heo, S. J. (2012). Anti-inflammatory effect of fucoxanthin derivatives isolated from *Sargassum siliquastrum* in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophage. *Food and Chemical Toxicology*, 3336-3342. doi:10.1016/j.fct.2012.06.025
- Hortelano, S. (2009). Molecular basis of the anti-inflammatory effects of terpenoids. *Inflammation & Allergy-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Inflammation & Allergy)*, 8, 28-39.
- Kim E-A, L. S.-H.-I.-H.-C.-M.-C.-W.-Y.-H.-Y.-J. (2014). Protective effect of fucoxanthin against AAPH-induced oxidative stress in zebrafish model. *Carbohydrate Polymers*, 102, 185-191. doi:10.1016/j.carbpol.2013.11.022
- Nakazawa, Y. S. (2009). Comparative evaluation of growth inhibitory effect of stereoisomers of fucoxanthin in human cancer cell lines. *Journal of Functional Foods*, 88-97. doi:10.1016/j.jff.2008.09.015
- Nomura, M. K. (2013). Seasonal variations of total lipids, fatty acid composition, and fucoxanthin contents of *Sargassum horneri* (Turner) and *Cystoseira hakodatensis* (Yendo) from the northern seashore of Japan. *Journal of Applied Phycology*, 1159-1169. doi:10.1007/s10811-012-9934-x
- Oyesiku, O. O. (2014). Identification and chemical studies of pelagic masses of *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon and *S. fluitans* (Borgesen) Borgesen (brown algae), found offshore in Ondo State, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 1189-1193. doi:10.5897/AJB2013.12335
- Rodriguez-Martínez, R. V.-D. (2016). Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del caribe Mexicano (2014-2015). *Florecimientos Algales Nocivos en México. Ensenada: CICESE*, 352-365.
- Sanjeewa, K. K. (2017). Anti-inflammatory activity of a sulfated polysaccharide isolated from an enzymatic digest of brown seaweed *Sargassum horneri* in RAW 264.7 cells. *Nutrition research and practice*, 3-10. doi:10.4162/nrp.2017.11.1.3
- Shanura Fernando, I. A.-S.-J.-J. (2018). The potential of fucoxanthins from *Chlorella minima* and *Sargassum*. *Journal of Applied Phycology*. doi:10.107/s10811-018-1415-4
- Smetacek, V. &. (2013). Green and Golden seaweed tides on the rise. *Nature*, 84-88. doi:10.1038/nature12860
- Wang, M. H. (2019). The great Atlantic *Sargassum* belt. *Science*, 83-87. doi:10.1126/science.aaw7912