



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUIMÍA

Seminario de Docencia e Investigación Formativa PAPIME 205822

QUIMICA DE ALIMENTOS

Sargazo: ¿Toxicidad o Inocuidad?

Alumno:

Paulina Santiago De Rosas

Tutor:

Ma. Teresa de Jesús Rodríguez Salazar

Depto. de Química Analítica

Semestre 2022-2

México, CDMX., Mayo 2022



Introducción





La costa oeste de África y algunas islas del Caribe oriental reciben grandes cantidades inusuales de especies pelágicas de *Sargassum* (*S. fluitans* y *S. natans*) por primera vez desde el 2011 (Gower, Young, & King, 2013)

Fleurence y Levine, 2016 reportan las aplicaciones y potencial de las macro-algas marinas documentadas desde el año 13000 AC (Nutrición y salud en Chile), en el año 0 – 300 DC (uso medicinal en Grecia, como fertilizante en Roma y suplemento alimenticio en Japon). Otras aplicaciones reportadas son:

a) Alimentos, farmacología y cosmética de diversos compuestos bioactivos del sargazo (Puspita, 2017; Hinds et al, 2016)

b) Producción de biogás (Hinds et al, 2016; Hernández, 2014)

c) Fertilizantes, control de plagas, suplementos alimenticios, alimento para peces y ganado, material aglomerado para construcción (Hinds et al 2016)

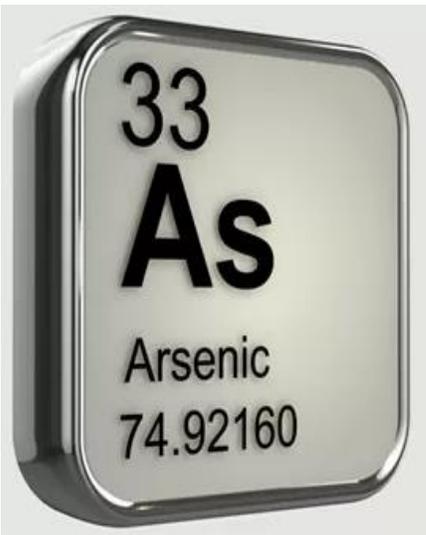
d) Empleo terapéutico de los compuestos bioactivos en diabetes, cáncer, SIDA, enfermedades vasculares, antioxidantes, anti-inflamatorios (Milledge y Harvey, 2016)



Sin embargo...

- Dada la bioacumulación de metales pesados que estos organismos presentan, es necesaria la evaluación toxicológica para ser identificados y cuantificados con el objeto de asegurar la inocuidad en cualquiera de sus aplicaciones.
- Los metales tóxicos como el aluminio Al, Cd y Pb, son contaminantes ambientales procedentes, mayoritariamente, de las actividades antropogénicas como la minería o el uso incontrolado de pesticidas. Estos metales son tóxicos incluso en pequeñas cantidades y tienden a acumularse y biomagnificarse a lo largo de la cadena alimentaria.
- Se debe considerar que Co, Cu, F, I, Fe, Mn y Zn, aunque son esenciales, se vuelven tóxicos a altas concentraciones.





El arsénico presente en el medio ambiente proviene de fuentes naturales (resultado de actividad volcánica e incendios forrestales) Y antropogénicas (diversos procesos industriales Y empleo de productos agrícolas tales como pesticidas y herbicidas).

La exposición a altos niveles de arsénico inorgánico puede deberse a diversas causas, como el consumo de agua contaminada o su uso para la preparación de comidas, para el riego de cultivos alimentarios y para procesos industriales, así como al consumo de tabaco y de alimentos contaminados.

Efectos en la salud

El arsénico existe tanto en forma orgánica como inorgánica. Los compuestos de arsénico inorgánico (como los que se encuentran en el agua) son extremadamente tóxicos (As (III) y As (V)), en tanto que los compuestos de arsénico orgánico (como los que se encuentran en pescados y mariscos) son menos perjudiciales para la salud.

Efectos agudos

Los síntomas inmediatos de intoxicación aguda por arsénico incluyen vómitos, dolor abdominal y diarrea. Seguidamente, aparecen otros efectos, como entumecimiento u hormigueo en las manos y los pies o calambres musculares y, en casos extremos, la muerte.

Efectos a largo plazo

Los primeros síntomas de la exposición prolongada a altos niveles de arsénico inorgánico (por ejemplo, a través del consumo de agua y alimentos contaminados) se observan generalmente en la piel e incluyen cambios de pigmentación, lesiones cutáneas y durezas y callosidades en las palmas de las manos y las plantas de los pies (hiperqueratosis). Estos efectos se producen tras una exposición mínima de aproximadamente cinco años y pueden ser precursores de cáncer de piel.

Tabla 1. Niveles máximos de metales tóxicos y oligoelementos permitidos por diferentes países en suelos agrícolas (ppm = mg kg⁻¹). nr: no reportado



Country	Element						
	As	Cd	Cr	Cu	Mo	Pb	Zn
Austria	50 ^a	5 ^a	100 ^b	100 ^b	10 ^a	100 ^b	300 ^b
Britain	20 ^a	1 ^a	50 ^b	100 ^b	nr	100 ^b	300 ^b
Canada	25 ^a	8 ^a	75 ^b	100 ^b	2 ^a	200 ^b	400 ^b
European Union	nr	nr	nr	140 ^b	nr	300 ^b	300 ^b
Germany	40 ^a	2 ^a	200 ^b	200 ^b	nr	1000 ^b	600 ^b
Japan	15 ^a	nr	nr	125 ^b	nr	400 ^b	250 ^b
Mexico	22 ^c	37 ^c	280 ^c	nr	nr	400 ^c	nr
Poland	30 ^a	3 ^a	100 ^b	100 ^b	10 ^a	100 ^b	300 ^b

^a Galán and Romero, 2008; ^bBelmonte et al. 2010; ^c NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004

Evaluación toxicológica

La toxicología es el estudio de los efectos adversos de sustancias químicas sobre los organismos vivos (Klaassen Y Watkins, 2008). Es decir que se va a emplear para determinar la toxicidad de los productos químicos a los que estamos expuestos.

La toxicidad va a depender de diferentes factores: dosis, duración, ruta de exposición, forma y estructura de la sustancia química misma así como factores humanos individuales.

Dosis: Es la cantidad real de una sustancia química que ingresa al cuerpo (ATSDR, 2019)

De acuerdo con el tiempo de exposición para que se llegue a manifestar el efecto tóxico o de la duración del mismo, éstos se dividen en dos grupos: agudos y crónicos

Toxicidad aguda o inmediata: Capacidad de una sustancia química para causar daño o la muerte a los seres vivos en un periodo menor o igual a 96 horas, después de una sola exposición o dosis. (SEMARNAT-2013)

Se evalúa por medio de la dosis letal media (DL_{50} o CL_{50}), los efectos irritantes y corrosivos para la piel y ojos y la sensibilización.

- DL_{50} : Es la cantidad de una sustancia (miligramos o gramos por kilogramo corporal del sujeto de prueba) obtenida estadísticamente, y que administrada por vía oral o dérmica, provoca la muerte al 50% de un grupo de animales de experimentación (NOM-018,2015)

Toxicidad crónica: capacidad de una sustancia química para causar daño o la muerte a los seres vivos después de exposiciones repetidas a ella en un periodo mayor al diez por ciento del tiempo de vida de la especie de prueba (SEMARNAT-2013)

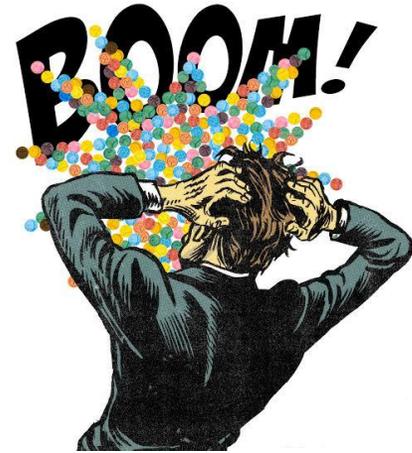
Se clasifica en positiva o negativa según la presencia o ausencia del efecto y se consideran los siguientes efectos:

Neurotoxicidad: Se refiere a efectos sobre el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y los órganos de los sentidos.

Genotoxicidad: Alteración en el material genético o en sus componentes asociados, producida por un agente químico en los niveles subtóxicos de exposición.

Carcinogenicidad: Se refiere a la capacidad de un agente de producir una neoplasia (cáncer)

La OMS utiliza la TDI (Tolerable Daily Intake) para los contaminantes en general tanto en alimentos como en el agua de consumo.



Toxicología ambiental

Estudia el impacto adverso de las sustancias químicas que contaminan los alimentos, el agua, el suelo o la atmósfera. También aborda sustancias tóxicas que ingresan a masas de agua como lagos, arroyos, ríos y océanos. Esta subdisciplina estudia la forma en que las diferentes plantas, animales y seres humanos son afectados por la exposición a las sustancias tóxicas (ATSDR, 2019)

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Límite permisible: Contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que al ser excedida causa daños a la salud, el bienestar humano y al ambiente. (NOM-127, 1994)

Chapman, 2007; Alloway y Ayres, (1993)

Tabla 1 - Especificaciones sanitarias de metales

Parámetros	Límite permisible	Unidades
Aluminio	0.20	mg/L
Arsénico ^a	0.025	mg/L
Bario	1.3	mg/L
Cadmio ^b	0.005	mg/L
Cobre	2.00	mg/L
Cromo total	0.05	mg/L
Hierro	0.30	mg/L
Manganeso	0.15	mg/L
Mercurio	0.006	mg/L
Níquel	0.07	mg/L
Plomo	0.01	mg/L
Selenio	0.04	mg/L

NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

Algunas técnicas analíticas empleadas para la determinación de metales.

Espectrometría de absorción atómica. Sirve para determinar la cantidad de elementos metálicos presentes en las algas (Thompson et al., 2020; Mahmoud et al., 2019). Es una técnica analítica para la determinación cuantitativa y cualitativa de un elemento en una muestra. Se basa en la absorción de la radiación de energía por los átomos libres, su fundamento es la absorción de la radiación a una longitud de onda determinada.

Espectrometría de masas-plasma acoplado por inducción (ICPMS). Se utiliza para determinar de forma cualitativa y cuantitativa los metales presentes en el fertilizante elaborado a partir de sargazo (Sutharsan et al., 2017; Thompson et al., 2020).

Fluorescencia de rayos X (XRF). Es una técnica analítica de alta precisión, con la ventaja de ser no destructivo en la mayoría de las aplicaciones y de poder preparar la muestra de manera simple. Sin embargo, las técnicas de análisis por fluorescencia de rayos X convencionales no resultan adecuadas para campos de aplicación que requieren métodos analíticos de alta sensibilidad.



OBJETIVOS

- a) Conocer los diferentes estudios que se están realizando para la caracterización toxicológica del sargazo.**
- b) Los niveles de concentración de los posibles contaminantes que representen riesgo para la salud humana.**
- c) Las metodologías de análisis empleadas.**

METODOLOGÍA



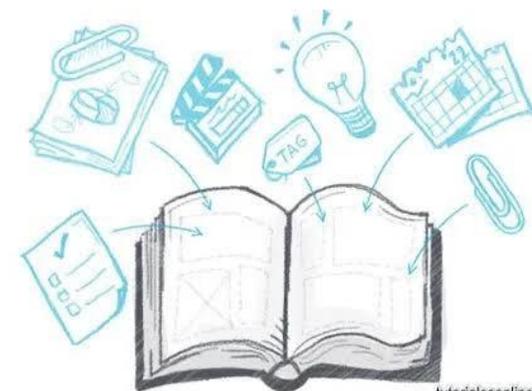
1

Seleccionar tema

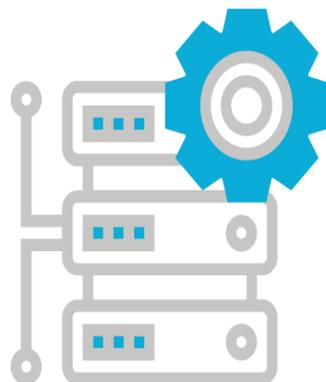


2

Recopilar información



Analizar y sistematizar



4

Integrar, redactar y presentar



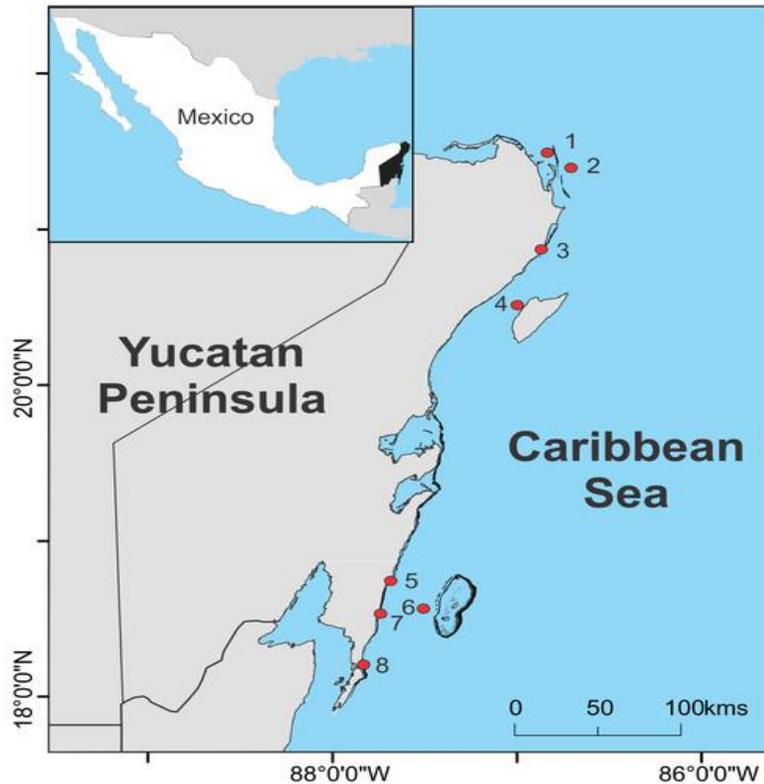


RESULTADOS

CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS EN SARGAZO PELÁGICO A LO LARGO DE LA COSTA DEL CARIBE MEXICANO EN 2018-2019 (Rosa E. Rodríguez-Martínez, 2020)

El principal objetivo es determinar los peligros potenciales de contaminación y los usos del sargazo recolectado del mar, sin ningún tratamiento de separación específico.

Figura 1: Sitios de muestreo.



- El estudio se llevó a cabo en 8 sitios diferentes a lo largo de la costa del Caribe Mexicano.
- Se recolectaron 63 muestras de sargazo entre agosto de 2018 y junio de 2019.
- Se midieron las concentraciones de 28 elementos diferentes en muestras secas empleando un método analítico de alta precisión, con la ventaja de no ser destructivo (XRF).

Fuente: Rodríguez-Martínez, 2020

Tabla 1. Mediana y rango de concentraciones

Element	LOD	Samples with readings above LOD (%)	Minimum	Maximum	Median
Al	140	58.7	<LOD	500	206
As	4	100	24	172	80
Ca	394	100	23,723	136,146	70,040
Cl	266	100	747	53,101	22,350
Cu	6	7.9	<LOD	540	<LOD
Fe	3	7.9	<LOD	11	<LOD
K	333	100	1,990	46,002	19,666
Mg	2,915	92.1	<LOD	13,662	6,537
Mn	13	100	40	139	71
Mo	1	7.9	<LOD	7	<LOD
P	145	100	228	401	327
Pb	2	7.9	<LOD	3	<LOD
Rb	1	100	30	143	56
S	199	100	9,462	24,773	14,363
Si	342	100	447	2,922	1,767
Sr	6	100	1,605	2,564	1,890
Th	1	100	5	23	10
U	4	100	11	48	23
V	3	28.6	<LOD	13	<LOD
Zn	5	12.7	<LOD	17	<LOD

Fuente: Rodriguez-Martinez, 2020

- Entre los elementos potencialmente tóxicos, solo As estaba presente en todas las muestras.

Tabla 2. CMP para algas marinas que se utilizarán como alimento para animales.

Elemento	Mediana (ppm DW)	CMP (ppm DW) (UE, 2019)
As	80	40

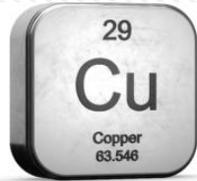
Tabla 3. CMP para suelos agrícolas en México

Elemento	Mediana (ppm DW)	CMP (ppm) NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004
As	80	22

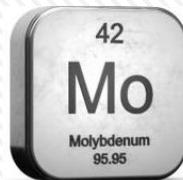
Elaboración propia.

Incluso si las concentraciones totales de As están por debajo de 40 ppm DW , es recomendable realizar estudios de especiación de As antes de utilizar el sargazo como alimento para animales.

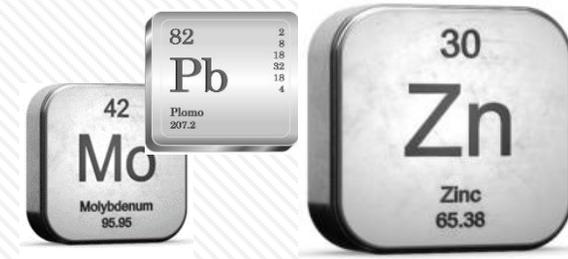
Aproximadamente el 5% de nuestras muestras mostraron concentraciones de Cu por encima del nivel máximo tolerable de minerales dietéticos para ovejas (25 ppm) y ganado (100ppm) (McDowell, 1992)



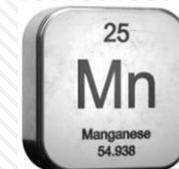
Alrededor del 8 % de nuestras muestras contenían concentraciones de Mo superiores al nivel máximo establecido para suelos agrícolas por Canadá (es decir, 2 ppm), pero estaban por debajo de los límites establecidos por Austria y Polonia (es decir, 10 ppm).



Otros elementos potencialmente tóxicos (p. ej., Mo, Pb y Zn) se detectaron solo en 8 a 13% de las muestras y tenían concentraciones medianas por debajo de los límites tóxicos para suelos agrícolas.



El contenido de Mn fue superior a 100 ppm en el 22% de las muestras, considerado tóxico para algunas especies de plantas, pero aceptable para otras que pueden tolerar Mn hasta 5000 ppm (Howe, Malcolm & Dobson, 2004)



El contenido ocasional de metales potencialmente tóxicos en el sargazo es una seria amenaza para el medio ambiente.

Aunque los niveles de Cu, Mo, Zn, Mn y Pb eran bajos, su acumulación con el tiempo podría ser una fuente potencial de contaminación en esta región.

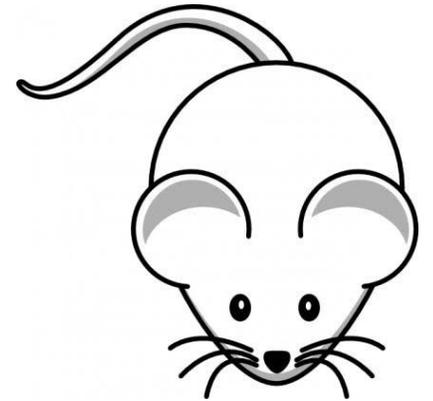
Los contaminantes de los depósitos cercanos a la superficie pueden infiltrarse fácilmente en el acuífero provocando la acumulación de As.

El arsénico total en la mayoría de las muestras superó el límite establecido para su uso como alimento para animales en Europa y para suelo agrícola en varios países. Por lo que se requieren más estudios sobre la especiación de As antes de usar el sargazo en las industrias alimentarias para determinar si cumple con las pautas de las instituciones y organizaciones internacionales (es decir, la FAO, la OMS).

EVALUACION DE LA INOCUIDAD Y EL EFECTO ANTIPOBESOGÉNICO DE *SARGASSUM LIEBMANNII* J. AGARDH (FUCALES :PHAEOPHYCEAE) EN ROEDORES (Jorge Tapia-Martinez, 2019)

En las costas mexicanas (Pacífico Norte) se desarrollan bosques marinos de *Sargassum liebmannii*, que podría emplearse como alimento funcional. No obstante, es necesario realizar estudios toxicológicos para demostrar su inocuidad.

- El *S. liebmannii* empleado en este estudio fue recolectado en la localidad de Majahua en el estado de Guerrero, para su posterior molienda.
- Este estudio tuvo como objetivo examinar la cuantificación de metales pesados de *S. liebmannii*, así como las toxicidades agudas y subcrónicas en roedores.
- Se determinó el análisis de metales pesados utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica.
- Para el ensayo de toxicidad aguda LD₅₀ fueron diseñados de acuerdo con el método proporcionado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE 2001) y el método de Lorke (Lorke 1983).
- Ensayo de toxicidad subcrónica se basó en el método descrito por la guía de directrices generales para metodologías de investigación y evaluación de la medicina tradicional. (WHO 2000) y la OCDE directrices para las pruebas químicas (OCDE 1998).



Parámetro	Resultados
Análisis de metales pesados	De acuerdo al CODEX 193-1995 el contenido de metales pesados en el polvo de <i>S. liebmannii</i> se encuentra dentro de los límites permitidos (Cd < 2 ppm, Pb < 0,3 ppm, Hg < 5 ppm), excepto el arsénico, cuyos valores superan el límite permitido (3 ppm)
Toxicidad aguda	Se evaluó en ratones machos obteniendo DL ₅₀ > 10 g kg ⁻¹ , y no produjo ningún signo de toxicidad a los 7 días de alimentación sin daño histológico en estómago, intestino, hígado y riñones.
Toxicidad subcronica	Se utilizó una dieta con 20% de <i>S. liebmannii</i> en ratas macho durante 11 semanas. Durante el estudio, los animales no mostraron signos de toxicidad, ni fallecieron.

Los estudios toxicológicos muestran el potencial de *S. liebmannii* como alimento funcional, sin embargo, serían necesarios algunos parámetros para garantizar la inocuidad de esta alga, como medir la concentración de los metales pesados eliminados en heces y orina y contenidos en los tejidos biológicos de los animales alimentados con *S. Liebmannii* esto debido a la alta concentración de arsénico encontrada.

Conclusiones

- El sargazo, cada vez más disponible, merece ser evaluado y explorado con más detalle, por lo que es de suma importancia de evaluaciones toxicológicas, éstas nos brindan ciertos parámetros que nos dan una indicación de la peligrosidad de dicho tóxico sobre los humanos o cualquier otro organismo, estos son: los índices de toxicidad, límites tolerables de exposición, concentraciones máximas y a partir de ellos se deriva el resto de parámetros de toxicidad. Estos parámetros son una medida cuantitativa de la toxicidad de una sustancia determinada experimentalmente en animales de laboratorio (DL_{50}). Por otro lado se realizan los estudios de especiación que permite cuantificar las formas químicas de un mismo elemento en una muestra dada.
- No existen normas relacionadas con el sargazo y la cantidad de metales en él, en cambio existen normas que clasifican los metales como tóxicos así como otras que establecen límites de cantidad en contenido de estos metales en alimentos así como en la calidad del agua.

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA LOS CONSTITUYENTES TOXICOS	
Metal	mg/L
Arsenico	5.0
Plomo	5.0

(CODEX STAN 193-1995) Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos.		
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA METAL		
Alimento	Metal	mg/kg
Hortalizas de hoja	Cadmio	0.2
Hortalizas de hoja	Plomo	0.3

- La mayor parte de los estudios de análisis químico emplean la metodología ICP-MS, ya que tiene mejor límite de detección, para evaluar los usos del sargazo en alimentos, farmacéutica y agrícola.

Con la información recopilada hasta el momento, las determinaciones de metales y de otros elementos brindan información esencial para el manejo adecuado y los usos potenciales del sargazo por lo que se requiere el análisis de diferentes especímenes recolectados durante períodos más largos y de diferentes lugares para así obtener información confiable sobre el contenido de metales en los tejidos.



Sargazo ¿ Toxicidad o Inocuidad ?

Depto. Química Analítica
Estancia Esdrújula (1906)

Alumno: Santiago De Rosas Paulina, carrera QA
Tutora: Dra. María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar



El sargazo ha estado presente en el Caribe siempre, pero desde 2011 ha llegado de manera masiva a las paradisíacas costas mexicanas.



Siendo dos especies las que están asociadas a este fenómeno: *Sargassum natans* y *S. fluitans*.



Se reportan las aplicaciones y potencial de las macro-algas marinas documentadas desde el año 13000 AC (Nutrición y salud en Chile), en el año 0 - 300 DC (uso medicinal en Grecia, como fertilizante en Roma y suplemento alimenticio en Japón).



Las algas pardas destacan por su capacidad de acumulación de metales, ya que su pared celular es rica en polisacáridos (azúcares), que son sitios donde se acumulan estos. Por lo que pueden presentar riesgos potenciales para la salud. (Fourrest & Volesky, 1997)

Se requieren estudios debido al contenido preocupante de arsénico pelágico reportado en la literatura.

¿Qué son los metales pesados ?

Elementos no-esenciales denominados incorrectamente "tóxicos"



Llegan a los alimentos por fuentes antropogénicas (uso de fertilizantes, actividad industrial, plaguicidas o biocidas, fertilizantes, aguas residuales, etc) o por fenómenos naturales (erosión, actividad volcánica, etc), son de naturaleza acumulativa y no presentan función alguna en el organismo.

Son un bioindicador de contaminación marina

La toxicidad (capacidad intrínseca de una sustancia química para causar daño a los seres vivos desde el organismo individual hasta el ecosistema) (Semarnat, 2013) se presenta cuando el nivel de concentración de estos elementos en el organismo excede el nivel de tolerancia, pero no provocan desórdenes en el organismo cuando se encuentran en baja concentración.

El Al, Cd ,Pb, y Hg, son contaminantes ambientales procedentes, mayoritariamente, de las actividades antropogénicas, estos metales son tóxicos incluso en pequeñas cantidades.

Las demandas que acompañan al crecimiento de la población requieren fuentes de alimentos alternativas y sostenibles como, por ejemplo, las algas marinas. Sin embargo, la inocuidad de los productos derivados de algas marinas debe abordarse primero antes de generalizar su consumo humano.

Inocuidad: Lo que no hace o causa daño a la salud.

Concentraciones de elementos en sargazo pelágico a lo largo de la costa del caribe Mexicano.

*Elementos medidos con (XRF) no destructivo.

Es un método analítico de alta precisión, con la ventaja de ser no destructivo en la mayoría de las aplicaciones y de poder preparar la muestra de manera simple.

*63 muestras de sargazo

*28 elementos medidos

El 86% presentó concentraciones de As por encima de la concentración máxima permitida para algas marinas que se utilizarán como alimento para animales según la normativa europea (40 ppm ; UE, 2019).

El 100 % de las muestras estuvo por encima de la concentración máxima permitida para suelos agrícolas en México (22 ppm; NOM-147-SEMARNAT-SSA1-2004),

La toxicidad del As depende de su forma química, siendo el As inorgánico (estado trivalente As III y estado pentavalente As V) considerado tóxico (eg. Yuan et al., 2007 , Circunsião et al., 2018),

En humanos la toxicidad crónica con arsénico causa lesiones en piel y lesiones vasculares en sistema nervioso e hígado. Las complicaciones agudas pueden ser letales.

En un caso fatal, se describieron niveles de arsénico en sangre superiores a 3 mg/l.

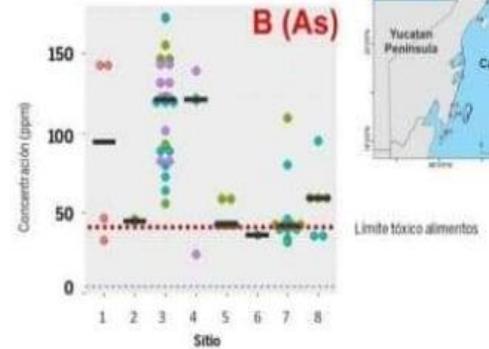
Agradecimientos académicos

coordinador de CAEEQA, Dr. J.M. Díaz Álvarez y a la Dra. Araceli Peña A. (Instituto de Química Analítica)

Bibliografía

- Fourrest E., Volesky B. 1997, Propiedades del Alginato y biostricción de metales pesados por algas marinas. *Biología aplicada y Biotecnología* 67: 215-226
- Norma Oficial Mexicana NOM-148-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes -DCEP
- NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- Paz Montielongo, S. (2018) Determinación de metales y elementos traza en algas, evaluación nutricional y toxicológica. Tesis doctoral. Universidad de la Laguna, España.

Área E. Rodríguez-Martínez¹, Priscilla H. Bar², María Teresita-Vidal³, Nancy Caballero-Trejo⁴, Silvia Carolina Domínguez⁵, Liza Colchado-Vidal⁶, María Guadalupe Sánchez⁷ and Regina L. van Tassendael⁸



No hay legislaciones específicas para el consumo de algas y productos derivados en la mayoría de países.

Por lo que se requiere de más estudios sobre el análisis de metales pesados, antes de usar el sargazo en las industrias alimentarias para determinar si cumple con las pautas de las instituciones y organizaciones internacionales (es decir, la FAO, la OMS).

En el presente estudio el arsénico total en la mayoría de las muestras superó el límite establecido para su uso como alimento para animales en Europa y para suelo agrícola en varios países.

Rodríguez-Martínez, RE, et al (2020) Element concentrations in pelagic Sargassum along the Mexican Caribbean coast in 2018-2019. *PeerJ Life and Environment* Feb 26:18e86678

Reglamento (UE) 2019/1869 de la Comisión, de 7 de 2019, por el que se modifica y corrige el anexo I de la Directiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los contenidos máximos de determinadas sustancias indeseables en la alimentación animal

Yuan CG., He B., Gao EL., Lu JX., Jiang GB. 2007, Evaluación de métodos de extracción para especiación de arsénico en suelo contaminado y mineral postrido mediante análisis HPLC-HG-AFS. *Microquímica Acta* 159: 175-182

Bibliografía

- Alloway, B.J. y Ayres, D.C. (1993). Chemical principles of Environmental Pollution. Ed. Chapman & Hall, Great Britain
- ATSDR., 2019. Agency for Toxic Substances Disease Registry. Toxicology Curriculum for Communities Trainer's Manual. Recuperado el 20 de Abril de 2022, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/es_index.html
- Chapman, P.M. (2007). Determinining when contamination is pollution – Weight of evidence determinations for sediments and effluents. Environment International 33, 492-501
- Chong de la Cruz, I. (2007). 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, 183-201.
- Codex Alimentarius. (2009) CODEX STAN 193-1995 page 1 of 44. Nat Toxins
- Fleurence, J.; Levine, I. (2016). Seaweed in Health and Disease Prevention. Ed Elsevier, Inc.; UK
- Gower J , Young E , King S . 2013. Las imágenes de satélite sugieren Una nueva región de origen de *Sargassum* en 2011. *Cartas de teledetección* 4 :764-773

- 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.
- Klaassen, C.D., Watkins, J.B., 2008. Lasarett & Doull. *Manual de Toxicología. La ciencia básica de los tóxicos* Sta. Ed, Mc Graw-Hill Interamericana, México.
- Lorke D (1983) A new approach to practical acute toxicity testing. Arch Toxicol 54:275–287 The Organization of Economic Co-operation and Development (OECD) (2001) OECD guidelines for the testing of chemicals, Section 4, Test No. 425: Acute Oral Toxicity - Up-and-Down Procedure. Guidel. Test. Chem. 26, France
- 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
- NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-147 SEMARNAT/SSA1-2004
- Puspita, M. (2017). Enzyme-assisted extraction of phlorotannins from Sargassum and biological activities. Doctoral Program. Medicinal Chemistry. Diponegoro University; Université Bretagne Sud,
- Rodríguez-Martínez, RE, et al (2020). Element concentrations in pelagic Sargassum along the Mexican Caribbean coast in 2018- 2019. PeerJ Life and Environment Feb 26;8:e8667 8
- The Organization of Economic Co-operation and Development (OECD) (1998) Repeated dose 90-day oral toxicity study in rodents. Test 1–10, France
- The Organization of Economic Co-operation and Development (OECD) (2001) OECD guidelines for the testing of chemicals, Section 4, Test No. 425: Acute Oral Toxicity - Up-and-Down Procedure. Guidel. Test. Chem. 26, France
- WHO (2000) General guidelines for methodologies on research and evaluation of traditional medicine. WHO-Geneva Vol 1, pp 1–74

Agradecimientos académicos:

Coordinador de CAEEQA, Dr. J.M. Díaz Álvarez y a la Dra. Araceli Peña A (Jefa Depto. de Q. Analítica)