



Comisión de Ciencia y Tecnología

Ciudad de México, a 22 de noviembre de 2019
Oficio No. COMCYT/SEN LXIV/0315/2019

Sen. Mónica Fernández Balboa
Presidente de la Mesa Directiva del
Senado de la República
Presente

En cumplimiento a la obligación de rendir un informe de los trabajos de las Comisiones del Senado de la República, señalado en el Artículo 130, Fracción IV del Reglamento del Senado, es que remito a usted la **Memoria** del Foro **"El Sargazo: Retos y Oportunidades"**, que la Comisión de Ciencia y Tecnología, llevó a cabo el 19 y 20 de septiembre del presente año. Lo anterior, para los efectos y trámites correspondientes.

Sin más sobre el particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente



Sen. Beatriz Paredes Rangel
Presidente

2019 DIC 4 10 11 20
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
II CÁMARA DE SENADORES
000202



MEMORIA DEL EVENTO

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Septiembre 2019

Jueves 19, 17:00 a 20:30 hrs. / Viernes 20, 09:00 a 13:30 hrs.

Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República

Presidenta

Sen. Beatriz Paredes Rangel

Secretarios

Sen. José Luis Pech Vázquez

Sen. Alejandra Lagunes Soto Ruíz

Integrantes

Sen. Imelda Castro Castro

Sen. Claudia Esther Balderas Espinoza

Sen. Bertha Alicia Caraveo Camarena

Sen. Mauricio Kuri González

Sen. Gustavo Madero Muñoz

Sen. Verónica Delgadillo García

Sen. Elvia Marcela Mora Arellano

Sen. Juan José Jiménez

Octubre 2019



ÍNDICE

Presentación	5
Inauguración	7
Programa General	13
Mesa 1: El Sargazo	17
Dení Claudia Rodríguez Vargas	19
Elva Escobar Briones	41
María Teresa Menezes de Széchy	61
Joseph Peter Montoya	79
Mesa 2: El Sargazo en el Caribe Mexicano	89
Sergio Cerdeira Estrada	91
Rosa Elisa Rodríguez Martínez	113
James Francis Roderick Gower	123
David Ortíz Mena	133
Julio Sheinbaum Pardo	143
Contralmirante CG DEM Enrique Flores Morado	153
Mesa 3: La problemática; experiencias en las regiones costeras con el Sargazo	165
Brigitta Ine Van Tussenbroek	167
José Eduardo Martinelli Filho	177
James Stevenson Franks	193
Adriana Santos Martínez	203
Jonathan Muthuswamy Ponniah	213
Mesa 4: El Sargazo como recurso de interés económico	221
Dalila Aldana Aranda	223
Alyson Stacy Myers	241
Rosa María Leal Bautista	247
Daniel Claudio Martínez Carrera	255
Sergio Rubén Trejo-Estrada	269
Sen. Beatriz Paredes Rangel	287
Conclusiones	291



El Sargazo: Retos y Oportunidades





PRESENTACIÓN

En los últimos años han arribado a las costas del Caribe mexicano cantidades crecientes del alga conocida como Sargazo, ocasionando dificultades mar adentro y en la costa que impiden a pescadores y turistas la utilización del mar como medio de subsistencia, para su disfrute y esparcimiento en playas. Su recolección ha ocasionado nuevos problemas que no han podido resolverse. De esta manera, la utilización de maquinaria conlleva a extraer el Sargazo y la arena mezclados, con el consiguiente debilitamiento y disminución de las playas, sumado al depósito para su descomposición en zonas baldías. En años anteriores, su arribo era considerado incluso como algo normal, en cuanto a la estación del año de su llegada y a una cantidad más o menos constante y relativamente de poca consideración, que se podía recoger sin grandes problemas de playas y embarcaderos. El arribo masivo de años recientes y en cantidades que dificultan su recolección, plantea conocer la causa de tal situación e implementar diferentes medidas de control.

La Junta Directiva de la Comisión de Ciencia y Tecnología, mediante Acuerdo aprobado el 12 de junio de 2019, decidió convocar a científicos y especialistas en el tema del Sargazo, para reunirse con Senadores de la Comisión, lo que permitiría a científicos exponer sus conocimientos, y sostener un intercambio fructífero de opiniones para dar respuesta a las preguntas más importantes y apremiantes en los siguientes temas y subtemas: ¿Qué es el Sargazo y cuál es su importancia en los ecosistemas del planeta? ¿Cuál es la magnitud del problema y cuáles son los tipos de consecuencias? ¿Cómo afecta en distintas zonas costeras del Caribe y Atlánticas de América del Sur? ¿Qué potencial ofrece y si es posible diseñar medidas de control y erradicación?

Posteriormente, el pleno de la Comisión de Ciencia y Tecnología en su 5a Reunión Ordinaria, del 5 de septiembre de 2019, ratificó el Acuerdo de efectuar una reunión de científicos y legisladores, lo que permitiría conocer el estado del arte.

De esta manera, se buscaron a los mejores especialistas y conocedores del tema tanto a nivel nacional como internacional. El resultado fue conjuntar un grupo de 13 científicos, autoridades nacionales y prestadores de servicios turísticos, además de 7 científicos internacionales de diferentes centros académicos de reconocido prestigio. Así concurrieron científicos de 10 centros de investigación del país y especialistas de Brasil, Estados Unidos, Colombia y Canadá.

El evento “El Sargazo: Retos y Oportunidades”, se organizó en colaboración con la Secretaría de Relaciones Exteriores a través de la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) y con la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCyTU), efectuándose el 19 y 20 de septiembre de 2019, en el salón José María Morelos y Pavón de la Secretaría de Relaciones Exteriores.



El Sargazo: Retos y Oportunidades



Acudieron al evento, además de ponentes y legisladores, más de 80 académicos, estudiantes, autoridades federales, estatales, municipales, organizaciones internacionales y nacionales vinculadas con el cuidado del medio ambiente, así como Embajadores y representantes diplomáticos de Brasil, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Belice, Países Bajos, Estados Unidos y Noruega.

Estas Memorias recogen los trabajos expuestos por los ponentes tal como fueron presentados, en el idioma y formato que decidió el autor, respetando el contenido de la exposición, salvo en el caso del Dr. Sergio Rubén Trejo-Estrada, quién posteriormente entregó su presentación para los fines de esta Memoria.

INAUGURACIÓN

Día 1

Jueves 19 de septiembre de 2019.

17:00 horas.

Salón José María Morelos y Pavón, Secciones A y B, Secretaría de Relaciones Exteriores.

Sen. José Luis Pech Vázquez, Secretario de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República.

Distinguido auditorio.

Quiero iniciar saludando y agradeciendo la gentileza de la Dra. Martha Delgado Peralta, Subsecretaria para Asuntos Multilaterales y Derechos Humanos, quien en representación del Licenciado Marcelo Ebrard Casaubón, Secretario de Relaciones Exteriores, inaugura este evento. Muchas gracias. Nos permitimos disfrutar gracias a su anfitriona, de estas excelentes instalaciones. Agradezco también la presencia del Mtro. Fabián Medina Hernández, Jefe de la Oficina del Canciller, gracias por acompañarnos Don Fabián.

Asimismo, saludo y doy la bienvenida a los distinguidos representantes de países hermanos y de Gobiernos Estatales de México, a nuestros compañeros legisladores, a los científicos y especialistas, a la comunidad académica y a todos quienes son responsables de afrontar el reto y descubrir las posibles oportunidades que puede brindarnos el fenómeno del Sargazo en las playas de nuestro país.

Es alentador y gratificante contar con la presencia en este foro del Contralmirante Diplomado de Estado Mayor, Enrique Flores Morado, Coordinador de la Estrategia del Gobierno Federal para atender el fenómeno del Sargazo en la costa de Quintana Roo y sus municipios. Su presencia con nosotros permitirá tener la visión de quien enfrente cotidianamente el fenómeno.

También hago un justo reconocimiento a nuestra Presidenta, la Senadora Beatriz Paredes Rangel, quien preside la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República, por esta iniciativa y el esfuerzo conjunto que hoy cristaliza al hacer realidad este necesario y urgente evento: “El Sargazo: Retos y Oportunidades”.

También doy mi sincera felicitación y reconocimiento a toda la gente de Quintana Roo, que también nos acompaña esta tarde.

El tema que nos ocupa es un tema complejo. Hago énfasis en que en este foro atiende este fenómeno bajo dos aspectos fundamentales. Porque es una necesidad y es una urgencia. Este evento responde a una necesidad porque, a pesar de que con mucho trabajo y buena intención se encara el fenómeno, los resultados

El Sargazo: Retos y Oportunidades



obtenidos hasta ahora son limitados. Atienden fundamentalmente los efectos, pero poco las causas que lo generan. Aún más, la complejidad y la poca difusión del conocimiento científico sobre sus orígenes no han permitido la unión de esfuerzos regionales e internacionales para atenderlo de manera preventiva y en forma coordinada.

Nos falta escuchar de manera ordenada, sin tendencias ni afanes, la voz de la ciencia y de la experiencia. Necesitamos oír más a nuestros investigadores y expertos mexicanos, al igual que a los científicos de otros países que han estudiado y han enfrentado el fenómeno del Sargazo. Dialogar de una manera franca, directa, para que con las evidencias y el ejercicio teórico producto de la investigación profesional se pueda fortalecer el trabajo que en la actualidad está realizando los Gobiernos Federal, Estatal y Municipal, cada uno desde su área de competencia, así como también lo realizan diversos grupos de la sociedad civil.

Participar en un ejercicio que nos conduzca al análisis y la reflexión para decantar sugerencias basadas en las vivencias, en los estudios, en los éxitos y fracasos en el ámbito nacional e internacional. Necesitamos enriquecer la visión y el conocimiento de todos, incluyendo a quienes desde la trinchera legislativa pueden contribuir a la suma eficaz de estos esfuerzos. Hay que escuchar para concebir mejores soluciones.

Este foro también atiende a una urgencia. Y es una urgencia en varios sentidos. Empezando con el de la protección de nuestro hábitat, hasta la urgencia por responder a las expectativas sociales y económicas de los habitantes de las áreas afectadas. Existe el riesgo de que se incremente el deterioro de nuestro ecosistema regional y, por qué no decirlo, con efectos posiblemente hacia otras regiones geográficas. Esto afecta negativamente la imagen de nuestras maravillosas playas, lesiona la actividad económica turística y reduce las oportunidades en la zona.

Desde la perspectiva de un gobierno responsable, atender el fenómeno del Sargazo es también un reto urgente que se asocia con el bienestar de muchos ciudadanos que esperan respuestas rápidas y efectivas para poder continuar con su vida normal.

Es un evento sorpresivo que puede significar un parteaguas en la esperanza y que la ciudadanía tiene sobre la capacidad de las autoridades para devolverle, al menos, su estado de bienestar. Hago votos porque en este encuentro podamos obtener ideas y propuestas positivas que surjan del conocimiento lúcido a cerca de lo que realmente es el Sargazo, su impacto y su papel en el ecosistema, sus orígenes y efectos, y su naturaleza como plaga o como posible recurso con potencial y utilidad para el hábitat o la economía.

Tengo la plena confianza de que una vez concluido nuestro encuentro sabremos con mayor precisión qué es lo que aún nos falta por conocer sobre el Sargazo.

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Abriremos la puerta de la inquietud con un horizonte más amplio para avanzar en la solución. Con optimismo les aseguro que por necesidad o por urgencia, haber logrado esta reunión es ya un éxito. En consecuencia, los buenos frutos de este evento producto de la coordinación entre la Secretaría de Relaciones Exteriores y el Senado de la República, así como de la buena voluntad de los aquí presentes, deberán evidenciarse muy pronto.

Por todo ello, me siento muy honrado esta tarde en hacer patente a ustedes, en nombre de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República, que preside la Senadora Licenciada Beatriz Paredes Rangel, nuestro profundo agradecimiento por acompañarnos. Enhorabuena a todos.

Dra. Martha Delgado Peralta, Subsecretaria de Asuntos Multilaterales y Derechos Humanos y representante del Secretario de Relaciones Exteriores.

Distinguida Senadora Beatriz Paredes. Distinguido Senador Miguel Ángel Osorio Chong. Distinguidos Senadores, Senadoras. Distinguidos invitados, bienvenidos a la Cancillería. Señor Jefe de la Oficina del Secretario de Relaciones Exteriores.

Tengo aquí unas palabras preparadas, que parecen como una ponencia que no pienso dar, lo único que me gustaría decirles es que este es un tema de enorme importancia para la Secretaría, lo ha estado investigando y lo ha estado siguiendo el Dr. Fabián Medina con mucho, con un mandato particular del Canciller Ebrard, para poder contribuir regionalmente a resolver este problema.

Si me permiten una reflexión inicial, sería la siguiente: este es un problema que me atrevo a equiparar con lo que vivimos en los noventas, que fue la contaminación del aire en los ochentas, en donde teníamos una crisis, teníamos la polución, teníamos compuestos en la atmósfera que no sabíamos de dónde venían y que estaban afectando fuertemente la salud de una comunidad muy grande en la Ciudad de México y en ese entonces se tomaron decisiones muy relevantes relacionadas 1) Se creó una Comisión Ambiental Metropolitana en donde todos los municipios y los estados tenían que coordinarse para enfrentar una problemática que les era común. 2) La segunda decisión relevante pues fue tener un cuerpo de científicos a los que se les hizo caso para que pudieran determinar cuáles eran los precursores del ozono, de las partículas, qué es lo que estaba ocasionando la contaminación y con base en eso. 3) La tercera parte del éxito me parece que fue hacer un programa de calidad del aire que duraba diez años. Fue la primera vez que en la ciudad y en el país se hacían programas tan largos que no eran de tres, que no eran de seis, eran de décadas, y se hicieron esos programas.

Ahora cuando vemos la problemática del Sargazo, me acuerdo de ese entonces y creo que es una ruta que es interesante, proponer una ruta en la que necesitamos primero un enfoque regional, necesitamos colaborar con nuestros países que están cerca y que también son no solamente receptores, parte de los que tienen el

El Sargazo: Retos y Oportunidades



problema del Sargazo, sino también muy probablemente parte del origen del problema que se está dando, según algunos estudios, hasta desde Brasil. Entonces la colaboración regional de todos los países del Caribe y de estos mares en donde estamos recibiendo cantidades grandes del Sargazo, están impactando en la parte turística, ecológica, ambiental, económica de la región, va a ser relevante, por eso le agradecemos mucho al cuerpo diplomático su presencia, acompañamiento e interés por este tema. Y la segunda cosa que mencioné fue la creación de ésta, de este espacio de reflexión y de atención a los científicos y a los estudiosos de este tema. Junto con ustedes, vamos a tener la capacidad de tomar las mejores decisiones desde todos los gobiernos, de tal manera que creo que este es un espacio, Senadores muchas gracias por generarlo, por facilitarlo, es un espacio muy particular de atención para definir estos retos y oportunidades que se pueden dar con esta suerte de plaga que tenemos en esa región del país.

Y finalmente, bueno, la parte de tener un plan y creo que siempre a partir de estas reuniones, es momento de poder pensar en que tengamos un plan de acción y que sea de un plazo correcto. Ahorita estamos tranquilos porque el Sargazo ya se fue, pero dentro de siete meses estaremos otra vez preocupados, y estas apariciones cíclicas del fenómeno muchas veces nos hace tomar decisiones coyunturales, y no darle los tiempos que necesitan los planes.

De tal manera que felicitamos y agradecemos mucho la posibilidad de poder reflexionar con todos y sobre todo el interés del Senado de la República, el compromiso del Gobierno del Estado de Quintana Roo y de las muy diferentes dependencias de la Administración Pública Federal que están involucradas en esto: la Secretaría de Marina, la Secretaría del Medio Ambiente, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, todos ellos con un rol particular.

Mtro. Fabián Medina Hernández, Jefe de la Oficina del C. Secretario de Relaciones Exteriores.

Tengo el gusto de conocer a varios de ellos (científicos presentes) que durante cinco meses nos metimos a conocer el fenómeno del Sargazo aquí en la Cancillería. No es un tema que le competa a las atribuciones de la Secretaría de Relaciones Exteriores, sin embargo, teníamos un mandato que atender y lo atendimos al parecer con atingencia, convocamos a varios de los aquí presentes, Brigitta, Amaro, centros de monitoreo, en fin. Una serie de científicos para conocer qué pasaba. Porque ustedes saben más que yo del tema, pero les voy a hacer un par de comentarios.

El Sargazo representa un fenómeno que afecta al 8.2% del Producto Interno Bruto de este país. Así de sencillo y simple. Afecta en el litoral y en la rívera mexicana a 420 kilómetros en una franja de mil kilómetros de costa de punto a punto de las dos costas mexicanas. Nosotros recibimos el Sargazo y cuando entra al Mar Caribe, por el cambio de temperatura entre 1.5 y 2 grados, el Sargazo se multiplica por 10 y

El Sargazo: Retos y Oportunidades



hasta por 20 según los estudios que nos han referido varios de los aquí presentes. En una medición que hizo Brigitta, aquí presente, en el 2015 el Sargazo, para que tengamos una dimensión, ocupó 950 piscinas olímpicas. De esa dimensión, de ese tamaño es el fenómeno que tenemos que enfrentar. No es un fenómeno aislado. No es una moda. Es un fenómeno de la naturaleza que llegó para quedarse y tenemos que enfrentarlo bajo una perspectiva regional. México quiere encabezar los esfuerzos para este fenómeno que afecta a 24 países y específicamente a 19 por todo lo que es la rívera de los países caribeños. Queremos liderar esfuerzos para que tengamos una solución de fondo, y si no para erradicar el Sargazo, que lo veo muy complicado, sí para enfrentar el fenómeno de una manera ordenada tanto en la contención como en la recolección y en la disposición final.

Yo hacía una serie de reflexiones con varios de los legisladores con los que tuve el privilegio de platicar del fenómeno, y les decía que el día que le pongamos precio al Sargazo se van a pelear por él. En Francia y en España, específicamente en Galicia, pagan a 1 euro el kilo de Sargazo. Nosotros tuvimos más de un millón 500,000 toneladas de Sargazo. Pero para eso necesitamos legislación. Platicué con Luis Alegre, que no está por aquí, que necesitamos legislar en torno al Sargazo. ¿De quién es el Sargazo? Cuando está en aguas internacionales pareciera ser que es de quien lo pesca, pero cuando llega a las costas, de algún país, toca su mar territorial, ese es el propietario del Sargazo. En el caso de México, por la división de poderes y las competencias que existen en este país por disposición de la Constitución y las leyes, hay una competencia federal, hay una competencia local y hay una competencia municipal. ¿De quién es el Sargazo? Tenemos que imponer, tenemos que sacar un provecho extractivo del Sargazo, tenemos que ponerle un impuesto al Sargazo. Cuando nosotros hagamos eso, todos los países aquí representados por su cuerpo diplomático vamos a tener dinero de sobra. Pero necesitamos legislar en torno a eso.

Nos enfrentamos también ante empresas que querían dragar el Sargazo en altamar. Eso representa un ecocidio, según la opinión de varios de los aquí presentes, porque el Sargazo va generando ecosistemas propios a lo largo de su trayecto hasta que llega a las aguas someras con paredes de hasta 6 o 7 metros de profundidad, donde trae plantas, seres vivos, huevecillos, todo un ecosistema que es imposible dragar. También nos enfrentamos ante una propuesta por ahí de una empresa rusa que quería fumigar el Sargazo en altamar con un gel para desintegrarlo. En fin, hay una serie de propuestas y una serie de planes pilotos que ninguno ha llegado a concretarse porque no hay una sola agencia gubernamental que pueda certificar que el Sargazo es nocivo para la salud.

En fin, podríamos aquí disertar sobre muchas cosas que afortunadamente aprendimos a lo largo de cinco meses por la generosidad de los comentarios de Senadores, Diputados y sobre todo de los científicos a los que hay que escuchar, porque ellos sí saben qué es y qué hay que hacer para contener y controlar el Sargazo. Y ahora queremos liderar un esfuerzo para enfrentar el fenómeno.



El Sargazo: Retos y Oportunidades



En nombre del Canciller Marcelo Ebrard, les doy la más cordial de la bienvenida a todos. Declaro formalmente inaugurado este *Simposium*, siendo hoy 19 de septiembre, además, una fecha muy sentida para nosotros los mexicanos en el marco del recuerdo por los sismos de 1985 y del 2017.



PROGRAMA GENERAL

19 de septiembre 2019

**Salón José María Morelos y Pavón Secciones A y B,
Secretaría de Relaciones Exteriores**

INAUGURACIÓN

De 17:00 hrs a 17:30 hrs

MESA 1. EL SARGAZO

De 17:30 hrs. a 19:00 hrs.

a) ¿Qué es? b) Su importancia en los servicios ecosistémicos del planeta c) Hábitat natural y cambio climático; d) ¿De área protegida a plaga? e) Variabilidad hidrográfica en el Caribe mexicano f) ¿Qué falta por conocer?

1	Dra. Dení Claudia Rodríguez Vargas	Facultad de Ciencias - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	México
2	Dra. Elva Escobar Briones	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	México
3	Dra. Maria Teresa Menezes de Széchy	Instituto de Biología – Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
4	Dr. Joseph Peter Montoya	Georgia Institute of Technology	EUA



MESA 2. EL SARGAZO EN EL CARIBE MEXICANO

De 19:00 hrs a 20:30 hrs

a) Magnitud del problema b) Tipo de afectaciones a la industria turística, industria pesquera, salud, a la sociedad, valoración económica y social c) ¿Fenómeno estacionario o permanente?

5	Dr. Sergio Cerdeira Estrada	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)	México
6	Mtra. Rosa Elisa Rodríguez Martínez	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	México
7	Dr. James Francis Roderick Gower	Fisheries and Ocean Canada	Canadá
8	Lic. David Ortíz Mena	Presidente de la mesa directiva de la Asociación de Hoteles de Tulum 2018-2021	México
9	Dr. Julio Sheinbaum Pardo	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE)	México
10	Contralmirante C.G. D.E.M. Enrique Flores Morado	Secretaría de Marina	México

20 de septiembre 2019

MESA 3. LA PROBLEMÁTICA; EXPERIENCIAS EN LAS REGIONES COSTERAS CON EL SARGAZO

De 9:00 hrs a 10:30 hrs

a) Países del Atlántico templado, subtropical y tropical b) Las costas de Estados Unidos c) Mar Caribe d) Formas de control y alternativas de uso.

11	Dra. Brigitta Ine Van Tussenbroek	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	México
12	Dr. José Eduardo Martinelli Filho	Universidade Federal Do Pará	Brasil
13	Dr. James Stevenson Franks	Gulf Coast Research Laboratory - The University of Southern Mississippi	EUA
14	Dra. Adriana Santos Martínez	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
15	Dr. Jonathan Muthuswamy Ponniah.	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	México



MESA 4. EL SARGAZO COMO RECURSOS VIVO DE INTERÉS ECONÓMICO

De 10:30 hrs a 13:00 hrs

a) ¿Qué potencial ofrece? b) ¿Recolección mar adentro? C) El sargazo en la zona costera: riesgo y afectaciones. D) ¿Es posible diseñar medidas de erradicación? E) ¿Hay medidas de control? f) Otras alternativas g) Nueva economía azul: recolección, maquinarias, depósitos y utilidades diversas.

16	Dra. Dalila Aldana Aranda	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N (Cinvestav)	México
17	Mtra. Alyson Stacy Myers	The Fearless Fund	EUA
18	Dra. Rosa María Leal Bautista	Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	México
19	Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera	Colegio de Postgraduados (COLPOS)	México
20	Dr. Sergio Rubén Trejo-Estrada	Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA) del IPN	México



El Sargazo: Retos y Oportunidades





El Sargazo: Retos y Oportunidades



MESA 1: EL SARGAZO



El Sargazo: Retos y Oportunidades





Dení Claudia Rodríguez Vargas



- Doctoral studies at the Facultad de Ciencias, UNAM.
- Two-year of postdoctoral stay at the Pontificia Universidad Católica de Chile.
- The main field of study was on the Taxonomy of an important group of macroalgae of order Gelidiales (Rhodophyta).
- Professional work has always been as Faculty at the UNAM.
- Profesor Titular "B" full time, in the Laboratorio de Ficología (Biología Marina) under her responsibility. Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM.
- She has several awards from the UNAM of almost 45 years of works and has published more than 30 scientific articles.
- Her experience in the field of phycology has been diverse, mainly in the field of taxonomy and systemics. The group that has received her efforts for the longest time, are red algae (Rhodophyta), specifically the genera *Gelidium*, *Pterocliadiella* (Gelidiales) and *Hypnea* (Cystocloniaceae, Gigartinales). In the important group of brown algae, she has devoted an important time to working with the genus *Sargassum* and particularly with *S. liebmannii* that is located her main area of study that is the Mexican tropical Pacific. Part of her work has also been the ecology of coastal communities.
- More recently, my interest is in finding ecological indicators in macroalgae and their associated fauna (invertebrates) that allow evaluations of the impact of different stressors on the coast: increased sedimentation and increases in nutrient concentration (N, P and mainly) in areas of high tourist impact.



SARGASSO A necessary questioning

Dení Rodríguez
septiembre 2019

1

A brown spot advances along the coasts of
West Atlantic Ocean.



Thousands of tons of plant-like photosynthetic organisms
overshadow the sea and occupy the beaches.

2



We are in the presence of a complex natural phenomenon that demands maximum attention from the scientific community.

What do we know about that stain?

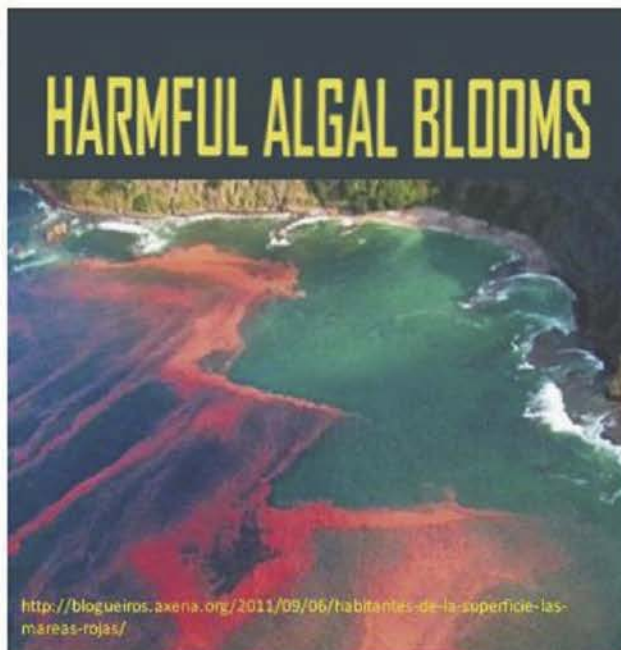
We have many questions and few answers yet.

3

We know...

When an "ecological mismatch" (changes in water temperature, increase in the concentration of nutrients, etc.) affected the aquatic systems, the organisms particularly algae, can respond by massively increasing the size of their populations.

They are harmful blooms that drift across the ocean.

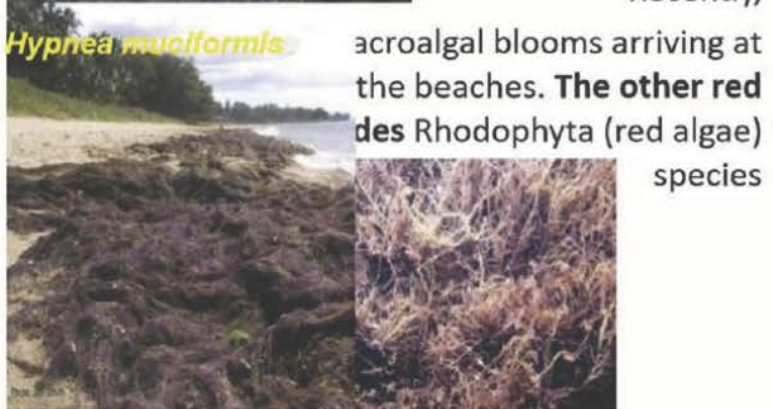


4

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Tides of colors occur, forming as a **pernicious rainbow**. The best-known blooms are those of microalgae that in many cases can be toxic (neurotoxins, hepatotoxins, etc.)



5

The big green tides
Chlorophyta (green algae):
Cladophora spp.,
Honokowai, Maui, Hawaii
Ulva spp.
China



Brown tides or golden tides
Phaeophyceae algae

All these species are potentially invasive, and there is a high risk of producing massive blooms.



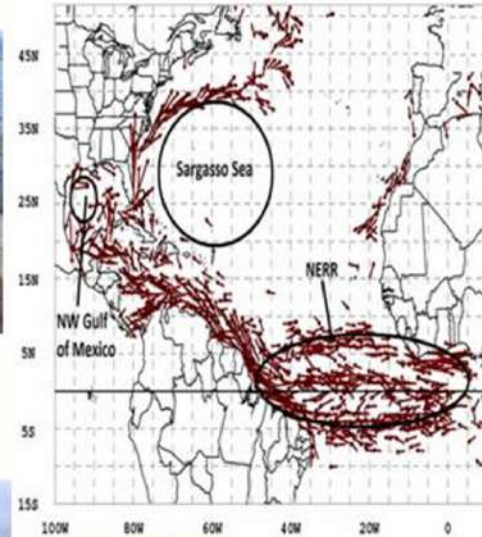
6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



At present large patches of Sargasso drifting by the Atlantic Ocean for several years.

These macroalgal blooms are becoming a worldwide problem.



7

What do we know about the identity of the organisms that float and circulate through The Atlantic Ocean?

And why is it important to know the identity of the species involved?

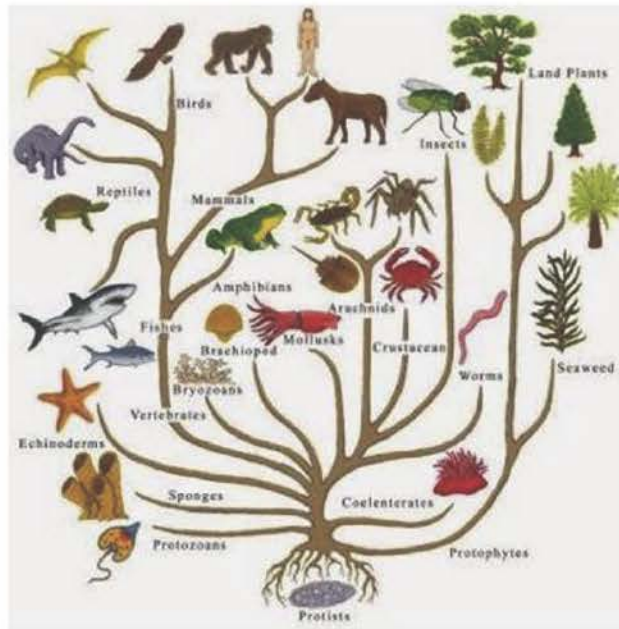
8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



We know...
Throughout the evolutionary process of the planet and living beings, a great organismic diversification has occurred.

“Many ways and many ways of doing things...”



That is to say... Each species with its particular biological form (structure, inheritance, history) and its ecological role (trophic level, biotic interactions, etc.), affects to its environment and its relationships by a different route.

9

If we confuse species ... we will confuse the answers that will clarify the phenomenon we attend.

We know...
The Sargasso is an algae, it's a photosynthetic organism that grows and reproduces floating in the surface waters of the ocean.

They are structurally complex organisms that can reach large sizes.



They look like plants, but they are not. They belong to a phylogenetically clade very distant from Plantae.



Aguilar-Rosas et al. (2011). Revista Electrónica JATAY, 1, 1-5.

Especímenes adultos de *Sargassum muticum* y *S. horneri*

10

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Just to quickly observe the phylogenetic distance between *Sargassum* (Phaeophyceae) and Plantae.

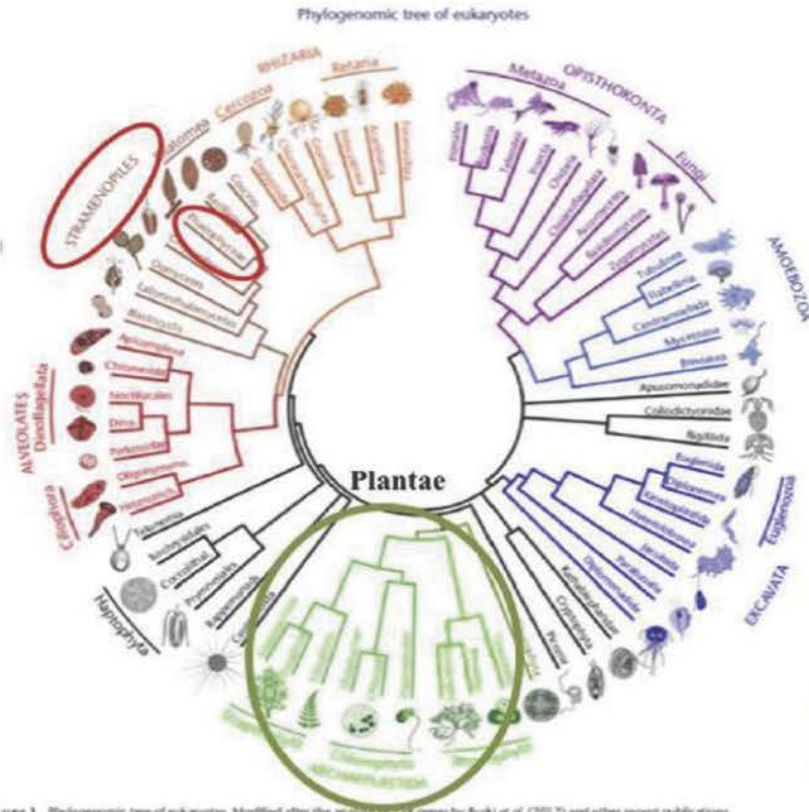
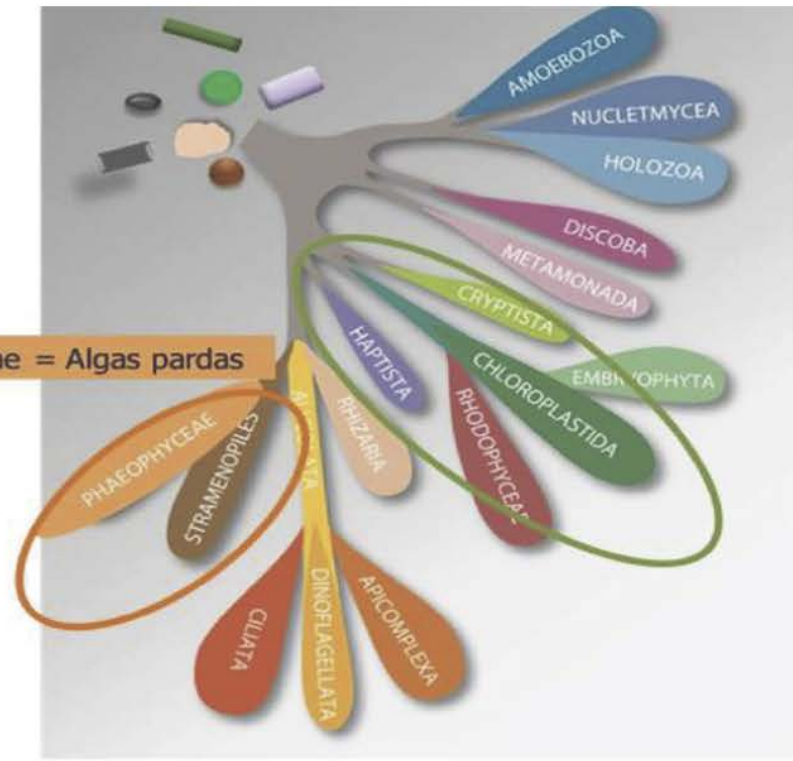


Figure 1 Phylogenomic tree of eukaryotes. Modified after the analysis of 228 genes by Borki et al. (2012) and other recent publications.

11

Phaeophyceae = Algas pardas



Adl, S. M., Bass, D., Lane, C. E., Lukeš, J., Schoch, C. L., Smirnov, A., ... & Cárdenas, P. (2019). Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 66(1), 4-119.

12



These organisms are classified within the genus *Sargassum*

Classification:
Empire Eukaryota
Kingdom Chromista
Phylum Ochrophyta
Class Phaeophyceae
Subclass Fucophycidae
Order Fucales
Family Sargassaceae
Genera *Sargassum*

The original description of the genus is by C. Agardh in 1820 ...

Two centuries ago !!!



13

But we also know...

There are more than 500 specific epithets within the genus *Sargassum* and that currently only 358 are validated as species in nature (Guiry & Guiry 2019)

The majority of *Sargassum* species are benthic.



fixed to the substrate

floating



And only two species are pelagic:
Sargassum natans y
Sargassum fluitans

And it is precisely those two species that are found in the blooms drifting through the ocean

14

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Sargassum natans (Linnaeus) Gaillon 1828
Gaillon, B. (1828). Résumé méthodique des classifications des Thalassiophytes. Dictionnaire des Sciences Naturelles [Levrault] 53: 350-406, Tables 1-3.

Sargassum fluitans (Børgesen) Børgesen 1914
Børgesen, F. (1914). The marine algae of the Danish West Indies. Part 2. Phaeophyceae. Dansk Botanisk Arkiv 2(2): 1-68, 44 figs.



Sloane. 1696a. An account of four sorts of strange beans, frequently cast ashore on the Orkney Islands, with some conjectures on the manner of their being brought thither from Jamaica. Philos. Trans, Roy. Soc...

Mazé & Schramm. 1870. Essai de classification des algues de la Guadeloupe. Impr. Du Gouvernement.

15

59 Taxonomic Guide to Pelagic *Sargassum* in the Caribbean Sea & North Atlantic Ocean

COREY WRINN^{1,2}, JEFFERY SCHELL², DEBORAH GOODWIN² & AMY SIUDA²
cwrinn@umass.edu, jschell@sea.edu
¹Univ. of Massachusetts, Amherst USA ²Sea Education Association, Woods Hole, MA USA

transport & distribution of *Sargassum* throughout the greater Atlantic Ocean.

Sargassum natans I

Open structure, frequent branches & lower complexity
Long, thin blades (L: 14.8 ± 0.5, W: 1.0 ± 0.07 mm)
Spherical floats (diameter: 1.9 ± 0.6 mm)
No thorns on stem
Float spine present



Sargassum Field Guide

Sargassum natans II

Dense structure, frequent branches & high complexity
Long, thin blades (L: 21.8 ± 1.07, W: 2.2 ± 0.3 mm)
Spherical floats (diameter: 2.0 ± 0.08 mm)
No thorns on stem
No float spine



Sargassum natans VIII

Dense structure, fewer branches & lower complexity
Long, broad blades (L: 24.3 ± 0.8, W: 4.5 ± 0.2 mm)
Spherical floats (diameter: 2.6 ± 0.06 mm)
No thorns on stem
No float spine



Sargassum fluitans III

Dense structure, frequent branches & high complexity
Short, broad blades (L: 14.3 ± 0.7, W: 2.5 ± 0.26 mm)
Oblong floats (diameter: 2.4 ± 0.08 mm)
Thorns on stem
No float spine



Relatively efficient diagnostic characters but large morphological plasticity

Since 1939, Parr came with a morphotype classification

Due to this high variation of morphological characters, other instruments for accurate identification are required.

Parr, A. E. (1939). Bull. Bingham oceanogr. Coll., 6, 1-94.

16

El Sargazo: Retos y Oportunidades



a. Clump appearance

S. natans I Parr

S. fluitans III Parr

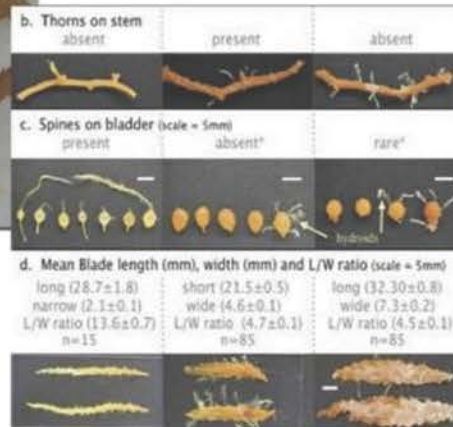
S. natans VIII Parr



The different morphotypes of pelagic *Sargassum*

Schell, J., Goodwin, D. & Siuda, A. 2015. Recent *Sargassum* Inundation Events in the Caribbean: Shipboard Observations Reveal Dominance of a Previously Rare Form. *Oceanography*. 28:8–10.

A high degree of morphological variation in all characters is evident



17



Sargassum natans

Sargassum fluitans

Each square represents 1 square centimeter. Credit: A. N. S. Siuda



It is essential to have the genetic information to determine the species identity.

18

El Sargazo: Retos y Oportunidades



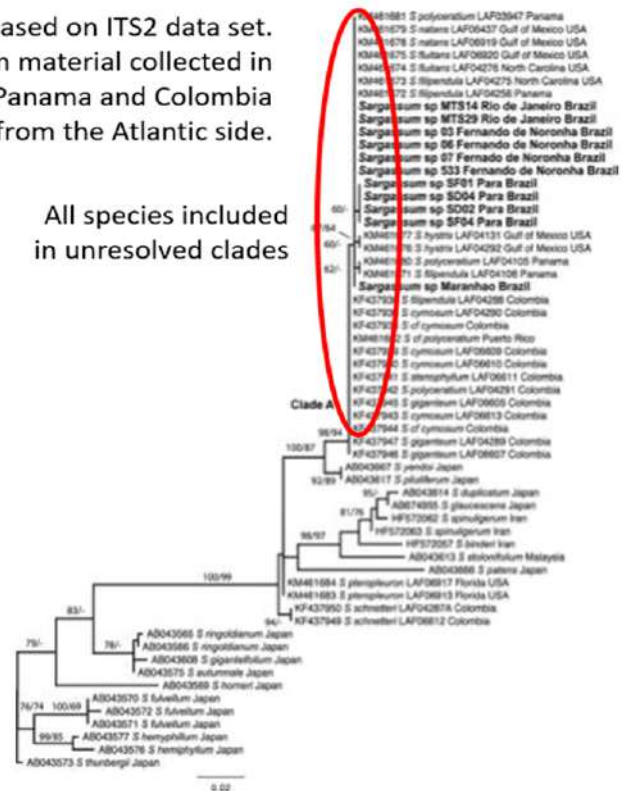
Maximum likelihood phylogram based on ITS2 data set. Names in bold are sequences from material collected in Brazilian waters. Sequences of the Panama and Colombia materials are from the Atlantic side.

However, we still do not have enough molecular evidence to distinguish the *Sargassum* species. Even less to distinguish morphotypes.

The markers currently used are limited in their resolution power.

A lot of work is needed to solve these specific identity problems

All species included in unresolved clades



Sissini et al 2017 Phycologia Volume 56 (3), 321–328

19

What do we know about the origin of these floating forms of *Sargassum*?

20

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Chamberlain since 1914, recognized "Sargassum natans (the most common) and Sargassum fluitans as true pelagic algae, living perennially in the open sea.

"He suggested the possibility that they have descended from benthic species of the West Indies (today recognized as the islands of the Antilles and Bahamas in the Caribbean) and the neighboring US coast, suggesting an ecological significance and evolutionary phenomenon...



<http://espanol.alemdiver.com/Sargazo-un-barometro-del-cambio-global>

Chamberlain, C. J. (1914). Cytology and Embryology of Sargassina. Botanical Gazette, 57(5), 441-442.



<https://www.cesampr.com/blog/-cuales-son-las-posibles-causas-detras-de-la-mas-reciente-invasion-en-nuestras-costas>

21

Today we know that another species, *Sargassum horneri*, originally a benthic component of coastal communities, forms massive blooms with floating specimens causing damage on coastal ecosystems and local economies



Amaral-Zettler, L. A., Dragone, N. B., Schell, J., Slikas, B., Murphy, L. G., Morrall, C. E., & Zettler, E. R. (2017). Ecology and evolution, 7(2), 516-525.

However, in its benthic form, form forest with a fundamental functioning role in the ecosystem, and the maintenance of biodiversity, as well as for the services it provides to the other associated organisms: refuge, spawning area, offspring protection, food, etc.

***Sargassum horneri* is a fact that should not be underestimated because of the process of generating more floating species and new tides, may occur in other species**

22



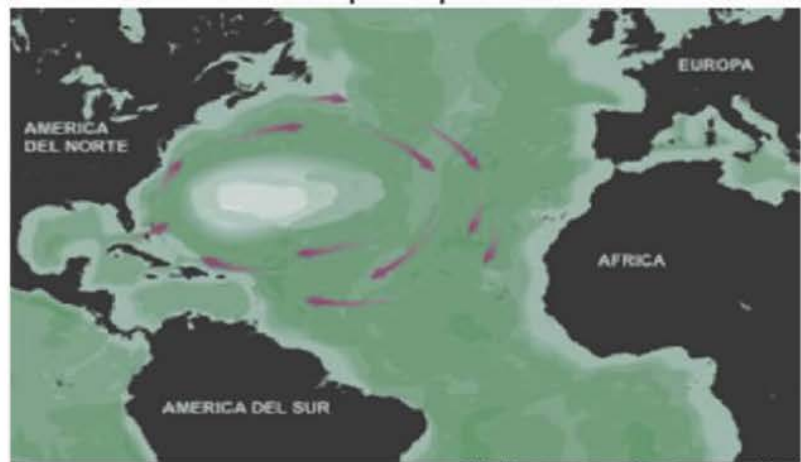
What do we know about the *Sargassum* mass arrive phenomenon?

23

SARGASSO SEA

We all know this sea located in the northwestern Atlantic. It is a strange sea of calm waters, not limited by any land, that revolves around the Bermuda Islands (an area equivalent to two-thirds of the US extension).

In the surface waters, where the light arrives, the plant plankton abounds, It consumes salts such as phosphates and nitrates.



<http://www.moar.net/mar/sargazos.htm>

24

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Extensive Sargassum masses circulate which constitute the basis of a closed ecosystem, that depends on the primary productivity of these algae.



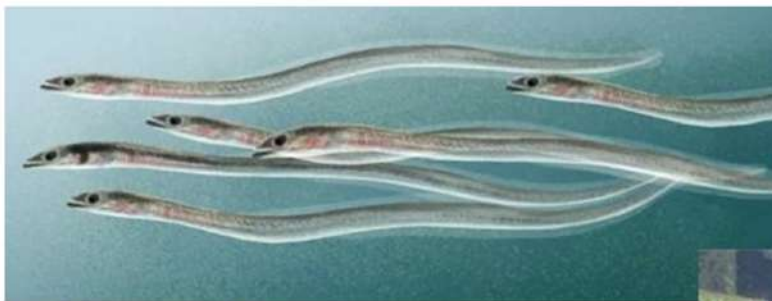
There is a whole series of sedentary organisms living attached to the rough surface of the algae: smaller algae, coelenterate hydroxides, a kind of soft coral, tuberos worms that filter the water in search of food particles, bryozoan colonies, and many others.

<http://www.mgar.net/mar/sargazos.htm>

25

https://www.ecured.cu/Mar_de_los_Sargazos

Regarding emblematic organisms we have different species of eel, in particular, the conger species, spawning swimming across the Atlantic from Europe and North America. After laying, the eels die and the juveniles



spend a year or more living among the sargassum before emigrating to Old continent or North America.

Eels migrating to the Sargasso Sea



Youth conger and the adult



26



27

It is a unique ecosystem in the open sea



And «suddenly», part of the algal biomass went out of course and began to travel "freely" across the ocean to reach the shores of the Greater Caribbean!



28

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Massive arrival of pelagic *Sargassum*



Although there are hypotheses, we do not know the access routes to each of the different places along the Caribean coasts

29

We do know is that *Sargassum* biomass arriving at the coast produces at least, severe impacts on coastal communities:



van Tussenbroek, B. I., Arana, H. A. H., Rodríguez-Martínez, R. E., Espinoza-Avalos, J., Canizales-Flores, H. M., González-Godoy, C. E., ... & Collado-Vides, L. (2017). Marine pollution bulletin, 122(1-2), 272-281.



1. Light reduction
2. Oxygen reduction (hypoxia - anoxia)
3. Changes in pH
4. Increase in nutrient concentration
5. Change in native communities (seagrasses by seaweed and calcareous algae)
6. Mortality of corals

All of the above could produce a process of desertification of the bottom sea .

30

El Sargazo: Retos y Oportunidades



As say Dr. van Tussenbroek:

"There is no doubt that sargasso can change ecosystems, so in the Caribbean, it is already a natural disaster.

Unprecedented amounts of organic matter and nutrients production, in addition to other harmful and even toxic compounds released during the decomposition process transform the litoral systems.

If this continues and is not managed holistically, our ecosystems will change permanently.



31

What causes excessive proliferation in the biomass of *Sargassum*?

Is the result of the increase in sea surface temperature?

Is the result of water eutrophication, due to the increase in nutrient concentrations, mainly of anthropogenic origin? We know the poor management of waste in densely populated coastal areas.

Is it a combination of temperature higher, nutrients in excess on the reproductive biology of the pelagic species of *Sargassum* that we hardly know?

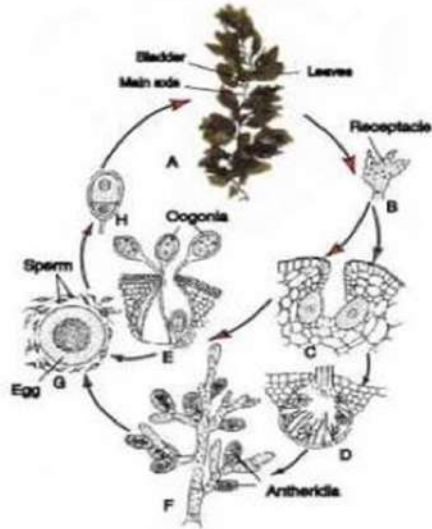


32

El Sargazo: Retos y Oportunidades



The floating species of *Sargassum* reproduce sexually.



It's a complex cycle where produce numerous fertilization and recombination events. Each egg is a new organism, at least potentially.

But we don't know, among many other things:

Does sexual reproduction occur in populations during the drift?

Do the morphs retain their interfertility?

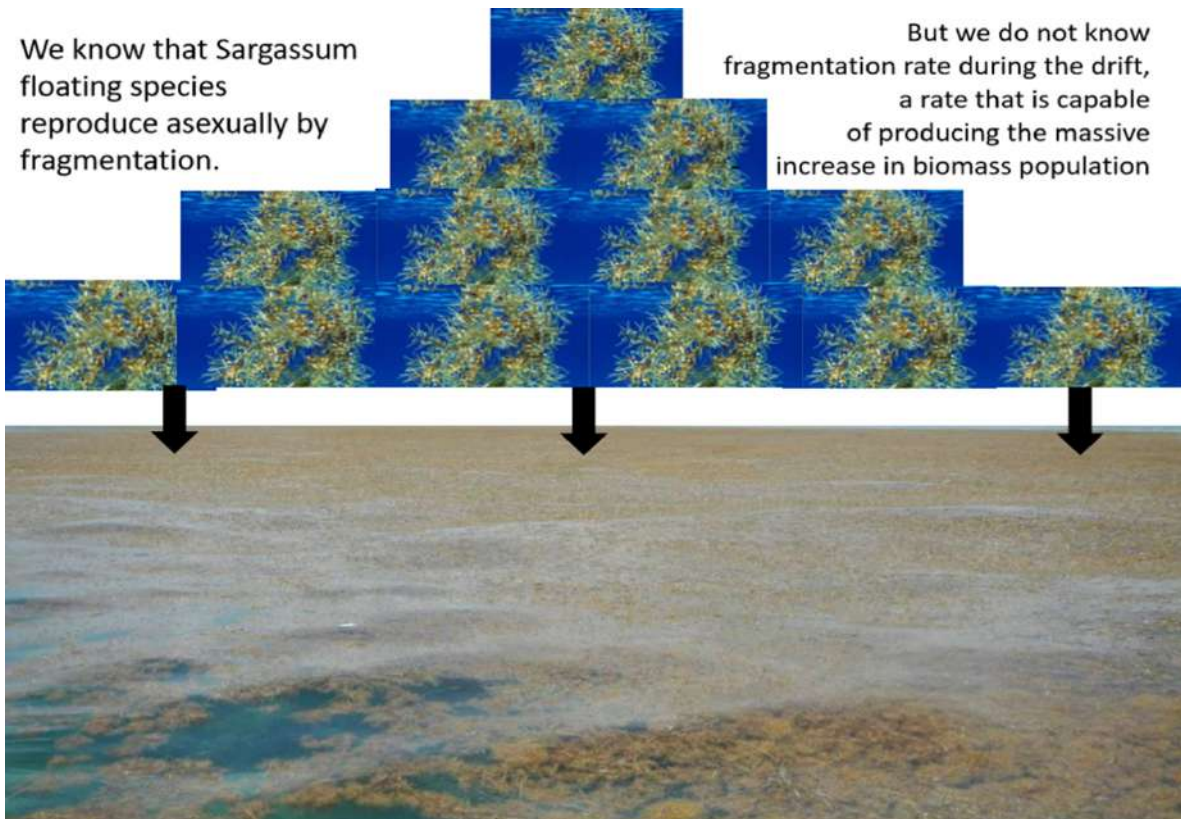
What is the frequency of genetic recombination of the different morphs in the two species?

How affects the resulting high genetic variability on the complexity of populations and their associated species?

33

We know that *Sargassum* floating species reproduce asexually by fragmentation.

But we do not know fragmentation rate during the drift, a rate that is capable of producing the massive increase in biomass population



34

El Sargazo: Retos y Oportunidades



<https://www.tiempo.com/ram/descubren-el-mayor-florecimiento-de-algas-en-el-mundo.html>



One more problem

We know that very recently, that the biomass itinerant in the Caribbean contains three of the morphs described:

Sargassum natans I

Each morph has a different associated fauna that also varies in abundance.

Sargassum natans VIII

Sargassum fluitans III

Martin, L. M. (2016). Pelagic Sargassum and Its Associated Mobile Fauna in the Caribbean, Gulf Of Mexico, and Sargasso Sea (Doctoral dissertation).

35

The associated fauna, although variable in species richness and abundance, is made up of crustaceans, mollusks, polychaetes, etc., and even fish.

Each with his each!

For example, *Sargassum natans* VIII, characterized by broader but less abundant fronds, houses a less diverse and less abundant fauna than the other two morphs.



36

El Sargazo: Retos y Oportunidades



<https://www.landcareresearch.co.nz/resources/identification/algae/identification-guide/identify/guide/descriptions/cyanobacteria>



https://www.taringa.net/+mascoletas/problemas-con-las-algas-en-los-acuario-plantas-solucion_12pap6



<https://www.alamy.es/imagenes/algas-rojas-epifitas.html>



We also know, as a result of a recent prospective study on the coasts of Miami, FL., confirmed the presence of three *Sargassum* morphs described.

We recognize *S. natans* I as the most frequent and the most scarce is *S. natans* VIII.

In several portions of the thalli, there are a series of epiphytic algae belonging to Cyanobacteria, Chlorophyta, and Rhodophyta, with different frequency and distribution on the three *Sargassum* morphs.

Rodriguez, Gold & Collado-Vides. 2019. Associated epiphytes on floating *Sargassum* of Miami west coast.

37

All those associated species to *Sargassum* biomass drifting by Caribbean coastlines and the western Atlantic constitute a serious risk.

They are a set of species potentially competitors and/or predators of the native species, that can modify dramatically the relationships and interactions of species in the native systems.



They are therefore potentially invasive and harmful.

38

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Restrain the invasions, and ultimately determine actions of mitigation, eradication, or restoration in the native coastal systems it depends on knowledge about «Who is who in the game».



39

El Sargazo: Retos y Oportunidades





Elva Escobar Briones



Dr. Elva Escobar Briones is the Director of Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) from the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). The Institute addresses multidisciplinary research in inland waters, coastal and open ocean ecosystems in Mexico.

Dr. Escobar Briones received her Ph.D. in Biological Oceanography from UNAM. She and her students conduct field work on board UNAM's oceanographic research vessel "Justo Sierra"; in collaboration with national and international institutions where she evaluates the changes of the deep sea benthic community and habitat diversity and how these respond to the ocean processes variability and climate change in Mexico. She has authored over 85 peer reviewed papers and directed thesis from more than 60 students.

Her expertise supported decision making by the United Nations Legal and Technical Committee of the International Seabed Authority 2006-2015; she is one of the 5 executive persons of the Deep Ocean Stewardship Initiative since 2013 and a member of the EBSAs committee of the Convention of Biological Diversity since 2015, she is one of the participants that prepared the draft outline for the report at the scoping meeting in 2016.

She received the UAM-Iztapalapa distinguished graduate Recognition in 2017. She is a member of the US NASEM UGOS committee since 2018 and is currently an elected member of the Executive Planning Group in support of the Development of the UN Decade of Ocean Sciences for the Sustainable Development 2021-2030.



THE SARGASSUM: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES EL SARGAZO: RETOS Y OPORTUNIDADES

TABLE 1: THE SARGASSUM MESA 1. EL SARGAZO

Elva Escobar Briones
Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Septiembre 19, 2019

1

Contenido Content

- **Su importancia en los servicios ecosistémicos del planeta**
• Its importance in the ecosystem services of the planet
- **Hábitat natural y cambio climático**
• Natural habitat and climate change
- **¿De área protegida a plaga?**
• From protected area to pest?
- **Variabilidad hidrográfica en el Caribe mexicano**
• Hydrographic variability in the Mexican Caribbean
- **¿Qué falta por conocer?**
• What remains to be known?

2

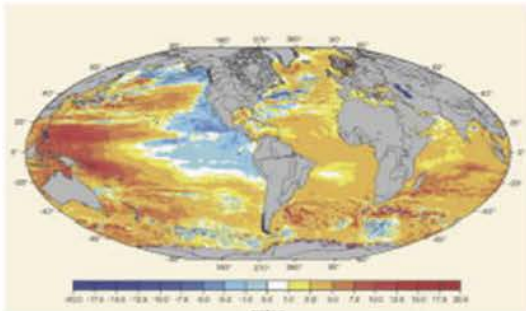
El Sargazo: Retos y Oportunidades



Sistema entrelazado Clima-Sociedad-Océanos
Climate-Oceans-Society interlaced system

Sociedad impacta océanos
Society impacts oceans

Océanos impacta a la sociedad
Oceans impact society



3

IMPORTANCE IN PLANET'S ECOSYSTEM SERVICES
IMPORTANCIA EN LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL PLANETA

4



Ecosystem services to mankind Sistemas ecosistémicos para la humanidad

- **Carbon fixation**
• Fijación de Carbono
- **Primary Production and oxygen production**
• Producción Primaria y producción de O₂
- **Habitat for fauna and larval stages of economical importance**
• Hábitat de fauna y estadios larvarios de especies de importancia económica
- **Food**
• Alimento
- **Biomasa**
• Biomass
- **Resources (genetic, energy, health, fiber)**
• Recursos (genéticos, energía, salud, fibra)

5

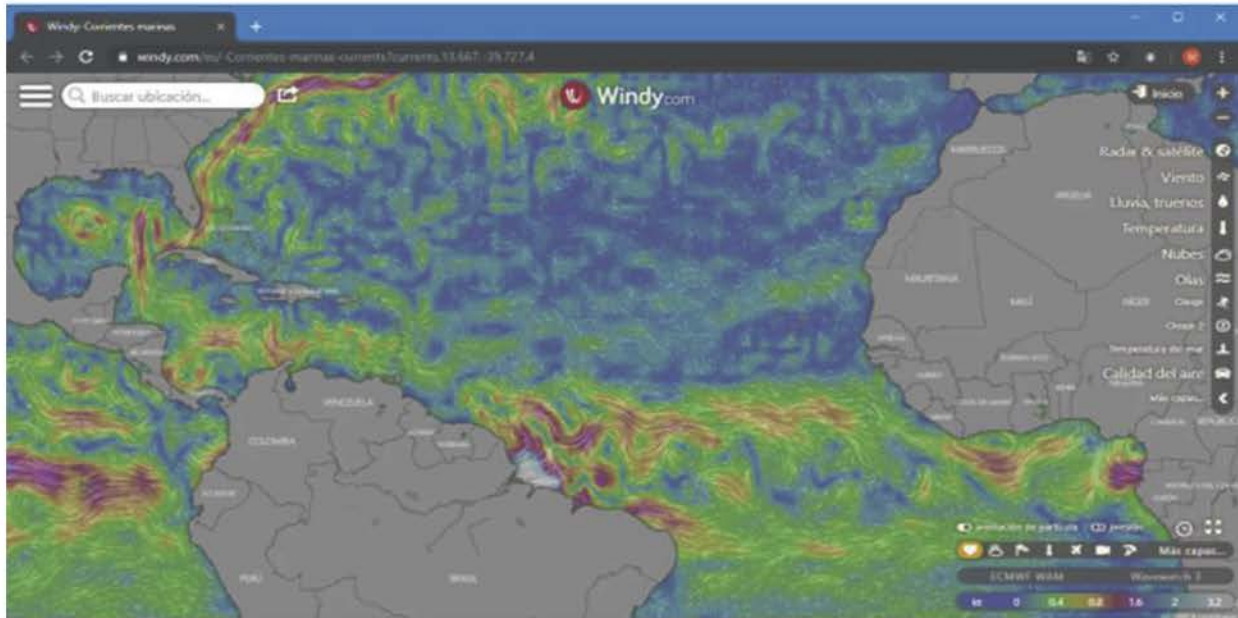
NATURAL HABITAT AND CLIMATE CHANGE HÁBITAT NATURAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

6

El Sargazo: Retos y Oportunidades

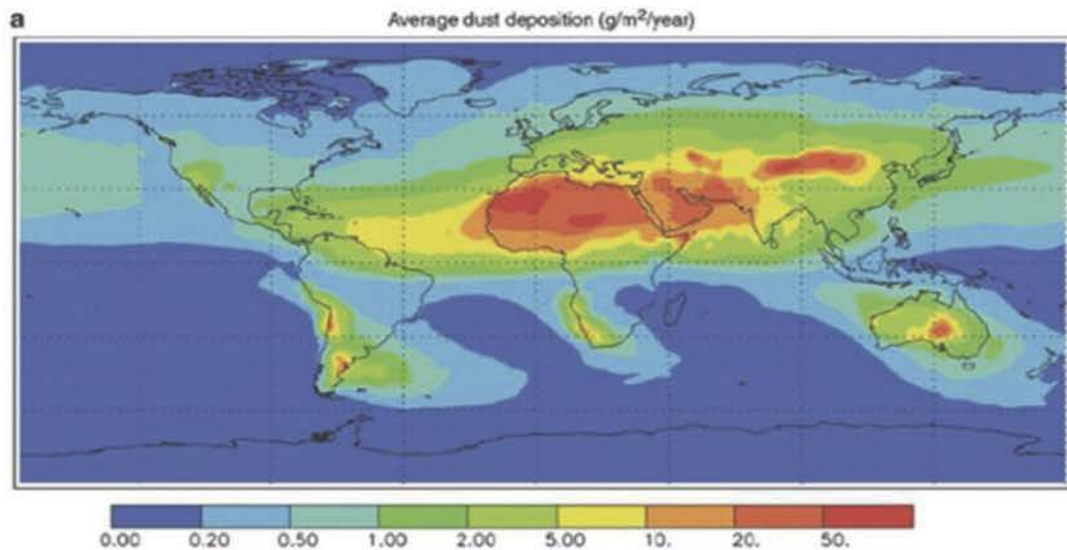


Geographical variability La variabilidad geográfica



7

Encyclopedia of Marine Geosciences
DOI 10.1007/978-94-007-6644-0_56-3
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2015



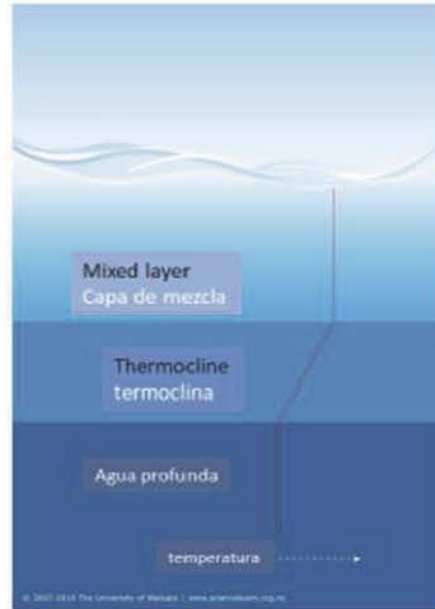
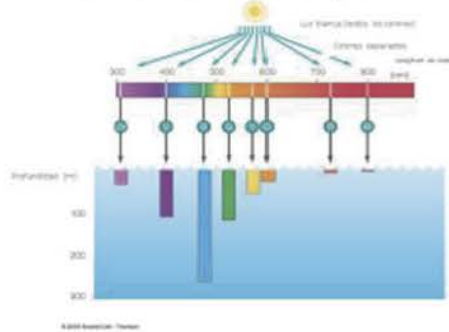
8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Vertical Gradients, zonation of the water column

Gradientes verticales, zonación de la columna de agua

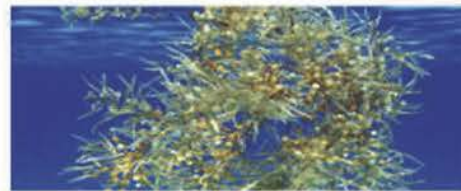
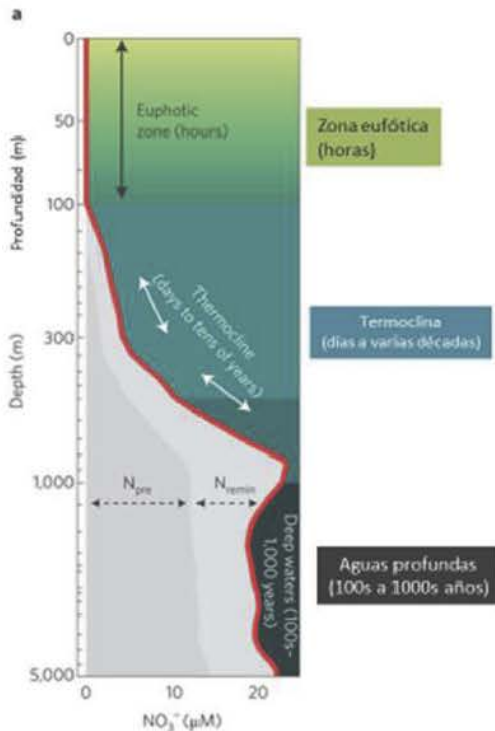


- Light
- luz
- Temperature
- temperatura
- Pressure
- presión

9

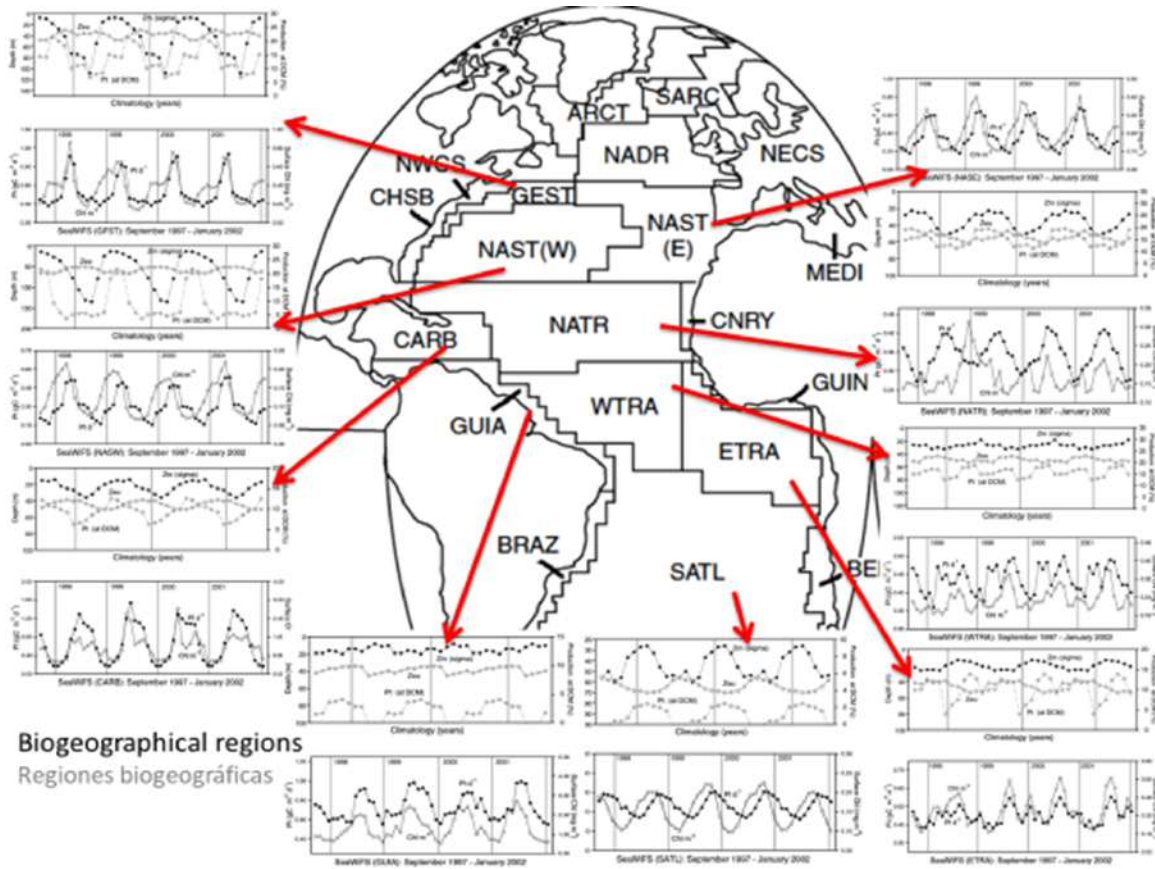
Las Zonas de los mares responden en escalas de tiempo diferentes

The ocean zones respond at different time scales



10

El Sargazo: Retos y Oportunidades



11

Climate tipping elements:

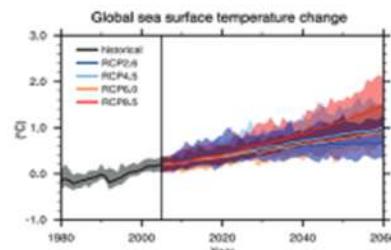
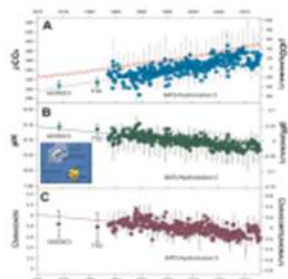
What are they and how worried should we be?

- Most immediate threats
- Threshold in distant future
- Disastrous, yet uncertain
- Competing factors at play
- More research needed
- Gradual changes



Elementos de inflexión climática
Umbrales

SINERGIAS SYNERGIES



12

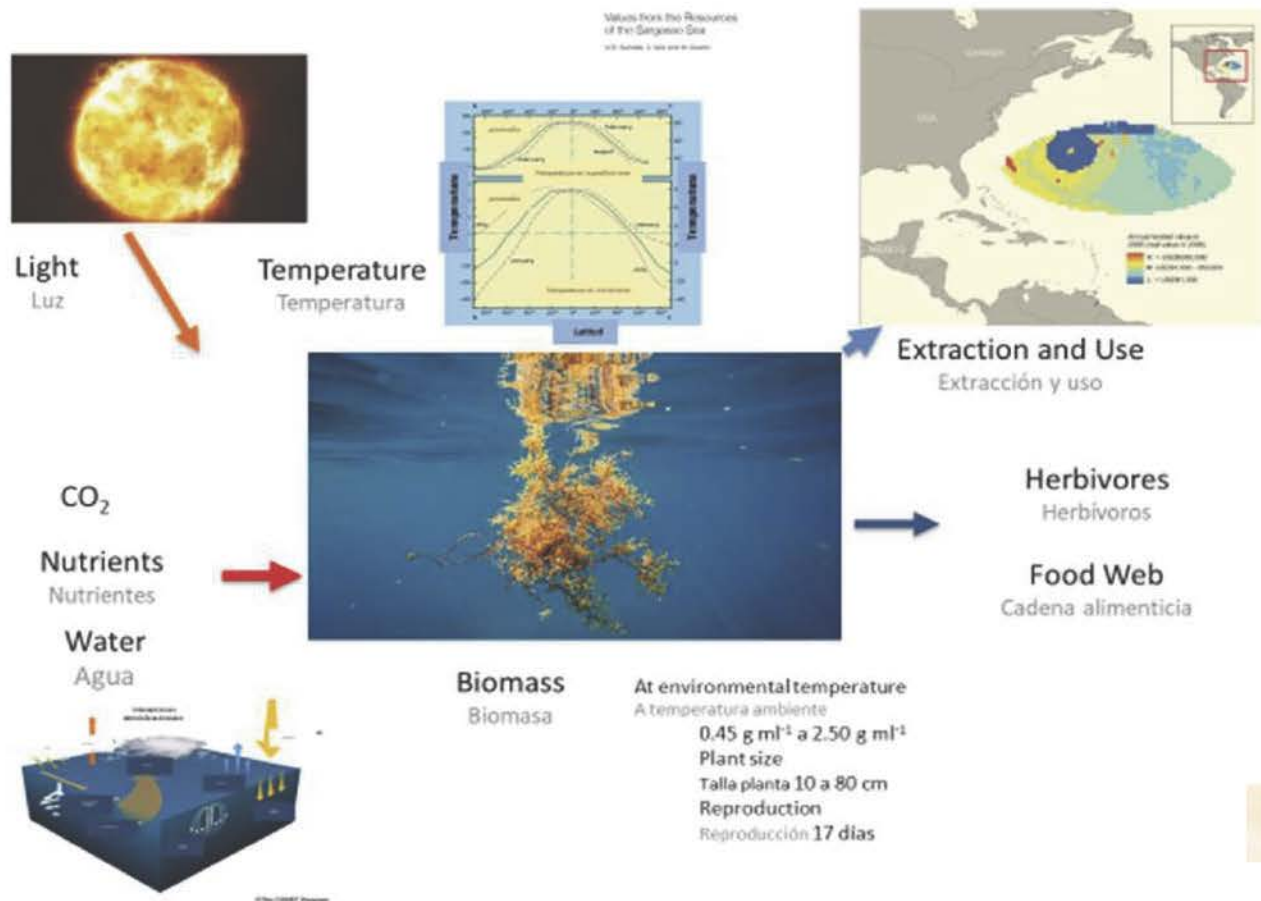
El Sargazo: Retos y Oportunidades



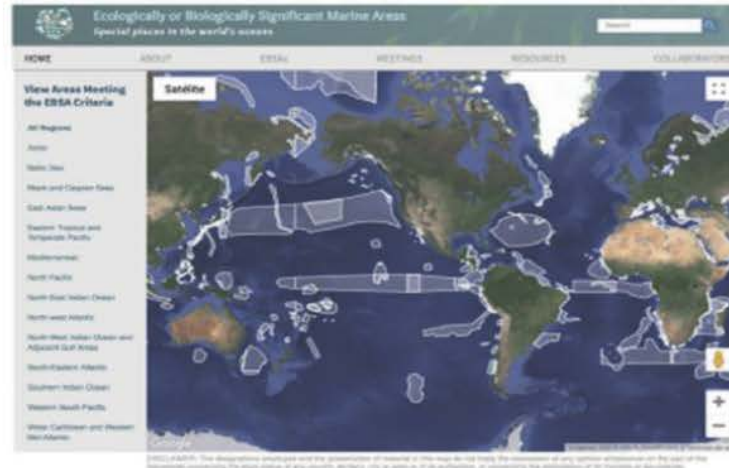
Temperatura
Luz
Viento
Corrientes

LOS FACTORES QUE DEFINEN AL HÁBITAT

13



14



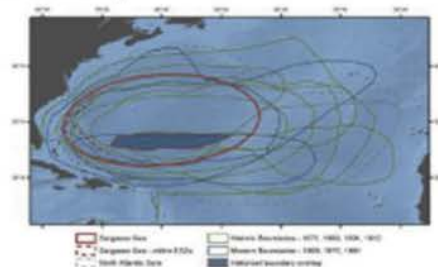
FROM PROTECTED AREA TO PEST? ¿DE ÁREA PROTEGIDA A PLAGA?

15

A Sea within a Sea: Scientific case

Un mar dentro de un mar: un caso para la ciencia

- Authors from 7 countries 26 organisations
- Autores de 7 países y 26 organizaciones
- 9 reasons global conservation importance
- 9 razones de la importancia de conservación
- Compiling science and evidence Sargasso Sea Alliance
- Evidencia científica a solicitud de Sargasso Sea Alliance
 - Sargasso Sea shrinking over time (Stoner 1983)
 - Reducción del área a lo largo del tiempo
 - Strong seasonal variation
 - Variación estacional
- Autosustainable (Parr, 1938)
- Autosustentabilidad



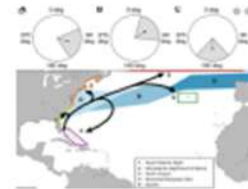
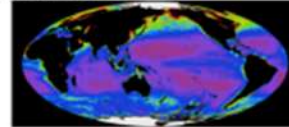
16



CBD uniqueness criteria (annex 1, decision IX/20)

Criterio de Unicidad de la Convención de la Diversidad Biológica (2011)

- **Center distribution self-sustaining community holopelagic drift algae**
- Centro distribución comunidad autosustentable de algas holopelágicas
- **Paramount importance provision of structural endemic, threatened and commercially important species**
- Suministro primordial especies endémicas, amenazadas y de importancia comercial
- **Comparison 4 gyres**
- Se comparó con otros 4 anillos oceánicos
- **Loss of Sargassum weed habitat**
- Pérdida del hábitat que ofrece el sargazo
 - **Loss of, or reduction in, important endemic species**
 - Pérdida o reducción de especies endémicas asociadas
 - **Importance for threatened, endangered or declining species and/or habitats**
 - Importancia de especies amenazadas, en peligro o en decline y sus hábitats
- **Tracking Juvenile Loggerhead Sea Turtles**
- Seguimiento de Tortugas marinas juveniles



17

In synthesis En síntesis

- **Remote Sensing**
- Sensores remotos
- **in situ sources: oceanic drifters mean annual velocity**
- Byas y mediciones in situ
- **Climatologically**
- Climatología
 - **Predictable annual, episodic events, and non predictable decadal longer term events**
 - Eventos episódicos anuales predecibles y eventos de largo plazo no predecibles
 - **mean probability of cyclonic eddies**
 - Probabilidad media de giros ciclónicos
 - **Annual mean geostrophic currents**
 - Corrientes geostróficas anuales
 - **Dynamic ocean currents, advection transport, turbulent diffusion**
 - Corrientes oceánicas dinámicas, transporte advectivo, difusión turbulenta
- **Sea Education Association (SEA) 32-year in situ dataset N Atlantic**
- Asociación SEA con 32 años de datos del Atlántico del N
- **MERIS satellite data 2000-2011 (5-km resolution monthly maximum value composites of Maximum Chlorophyll Index)**
- Datos satelitales de 2000.2011 (resolución mensual de 5km del índice de Chl-a)

18



Uses and Value Usos y Valor (Sumaila et al., 2013)

- Valor por uso
 - Bienes ecosistema
 - Servicios que apoyan la actividad económica (pesca)
 - Bienestar (recreación)
- Valor por no uso
 - Apoyo indirecto bienes y servicios ecosistema
- Mayor concentración Mar Sargazos: cosecha 4-11 mi T
- Desde los años 50s México pesca en Mar de los Sargazos, máximo 90s

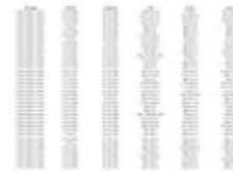
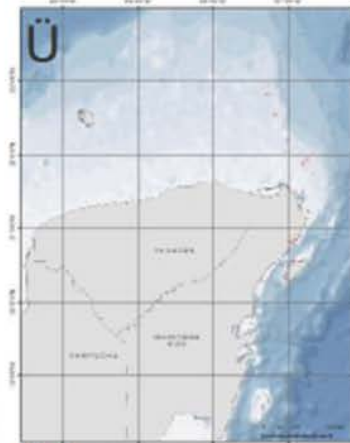
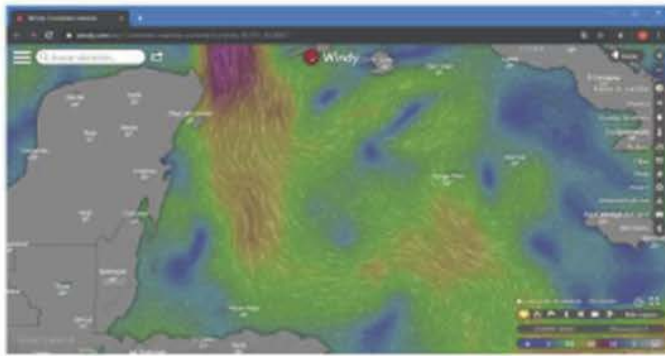
COUNTRY	LARGOS (T)	PRECIO (\$/T)	COND. (T)	SERVICIOS (\$/T)	BENEF. MULTIFUN. (\$/T)	BENEF. MULTIFUN. (\$/T)
Mexico	1732.87	949	1212	56	1122	0.84
Venezuela	916.08	918	162	106	1.44	1.88
Spain	1144.49	979	642	442	1.81	1.86
Japan	3038.19	8854	761	761	0.86	2.75
USA	9488.81	1228	838	748	1.79	3.03
Trinidad Tob.	846.68	9889	889	431	0.28	1.22
Cuba	832.21	9889	421	462	0.28	1.22
St Vincent	1731.79	1062	493	1136	0.28	1.22
Turkey	911.98	4221	830	211	0.87	3.28
Brazil	741.78	9823	472	124	0.81	2.29
Vietnam	488.19	8919	106	1112	0.81	3.29
Barbados	1341.28	9848	109	188	1.29	3.71
Greenland	421.8	9811	411	2188	0.28	1.22
Norway	215.87	2711	287	1042	0.78	3.45
Norway	215.88	2711	287	1042	0.78	3.45
Mozambique	179.27	9838	411	884	0.81	1.82
India/Andhra	751.31	1111	618	47	0.28	1.22
Costa Rica	918.81	9811	441	528	0.52	2.39
Bahia	89.21	831	287	1011	0.78	3.45

TABLE 1
Summary
data used in
analysis

19

- Uso industrial regulado en ZEE (EEUU, 2002) máx. sostenido 100,000 T/año
- Carolina N Aqua-10 Laboratories
 - 1976-1997 448,000 lb peso húmedo
 - secado y procesado como fertilizante y complemento alimenticio
 - \$30 USD/lb procesada
 - Ganancia 1995-1997 \$43,000 USD/año
 - Prohibida actualmente
- Indicador de valor futuro
 - Patentes uso del alga
 - 100 hacia julio 2011
 - US Patent and Trademark Office
 - World Intellectual Property Organization
 - Usos médicos, industriales, bioenergéticos, cosméticos y alimento
 - (espesante, gelificante, control, hidratación, estabilizante, limpieza, celulosa, biomasa, fibra, película, interacción silicatos)

20



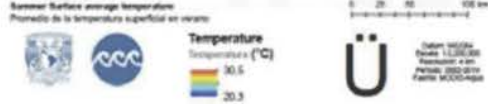
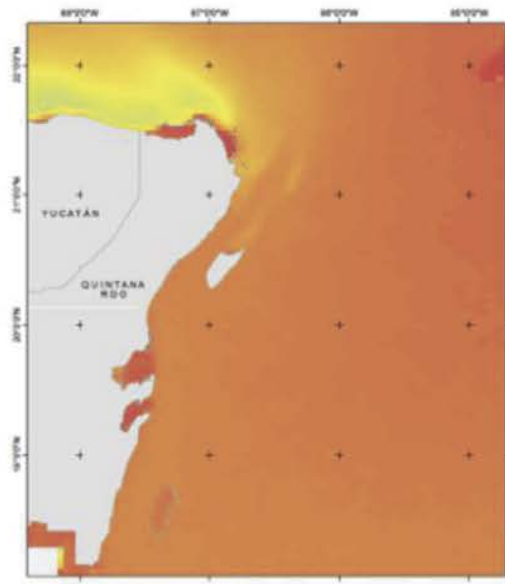
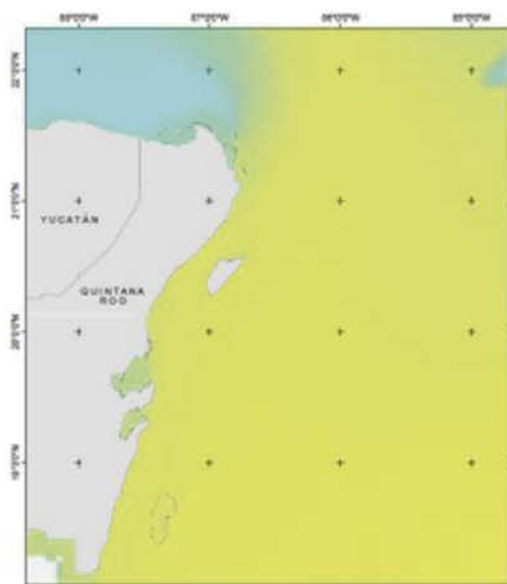
Biological records
Registros Biológicos en Yucatán

HYDROGRAPHIC VARIABILITY IN THE MEXICAN CARIBBEAN

VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA EN EL CARIBE MEXICANO

21

Mean surface temperature °C Temperatura superficial promedio

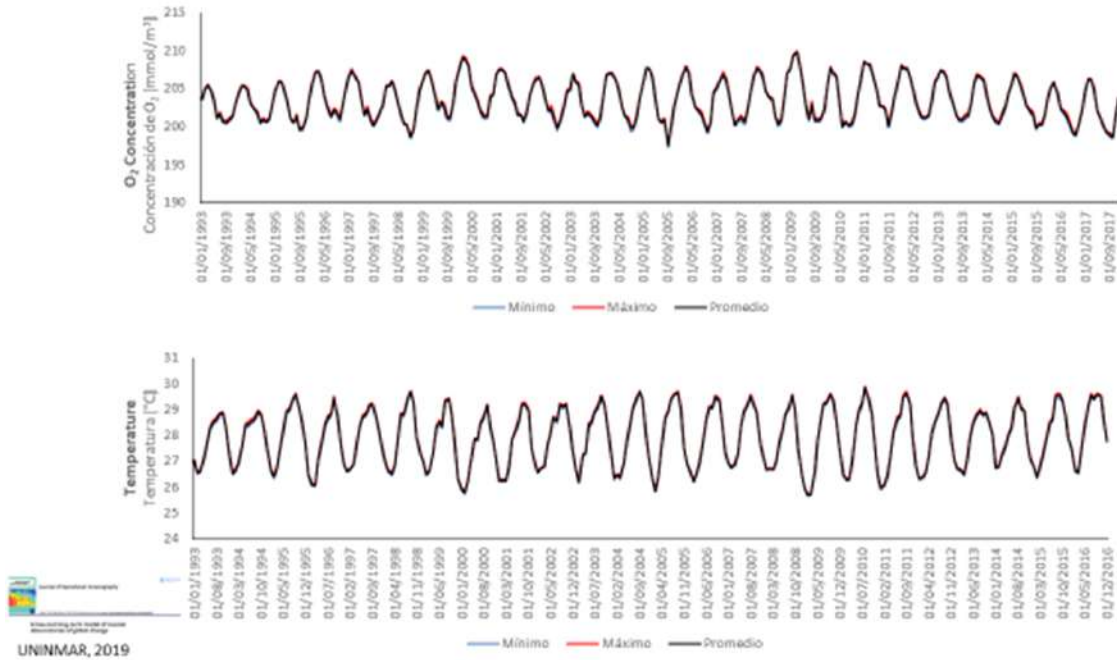


22



O₂ concentration and temperature variability

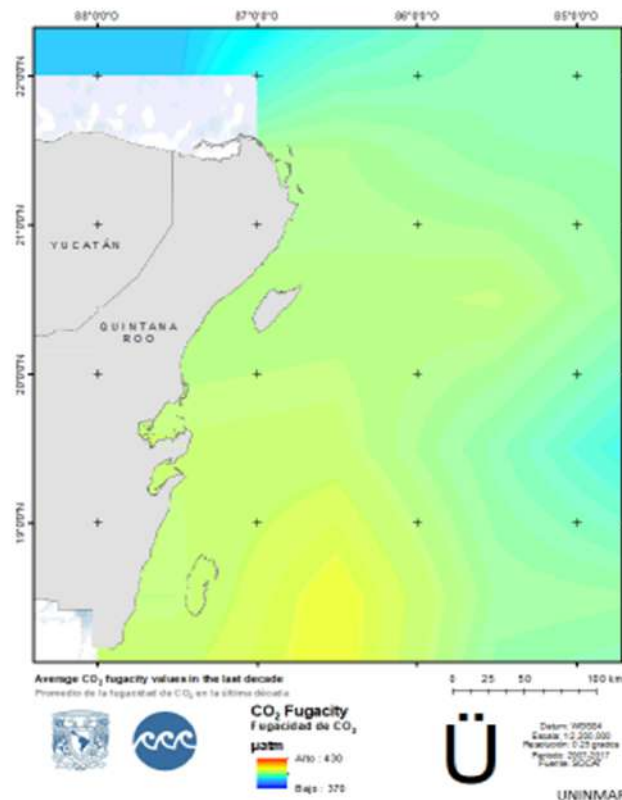
Variabilidad en el tiempo de la concentración de O₂ y la Temperatura



23

CO₂ Concentration

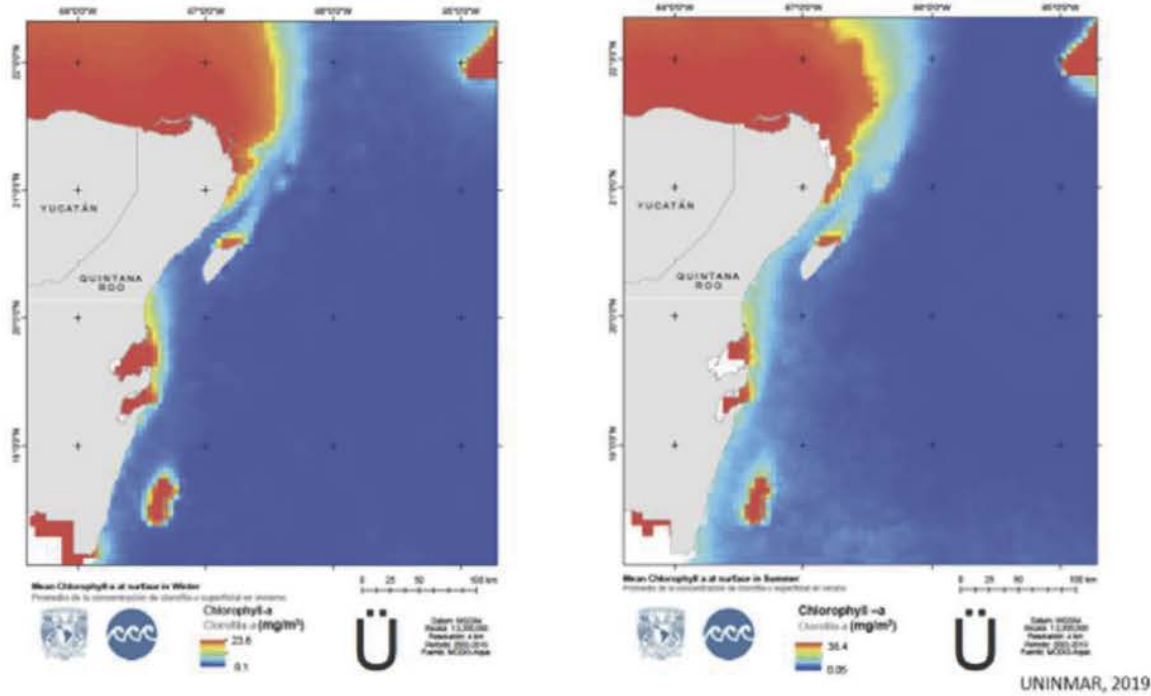
Concentración de CO₂



24

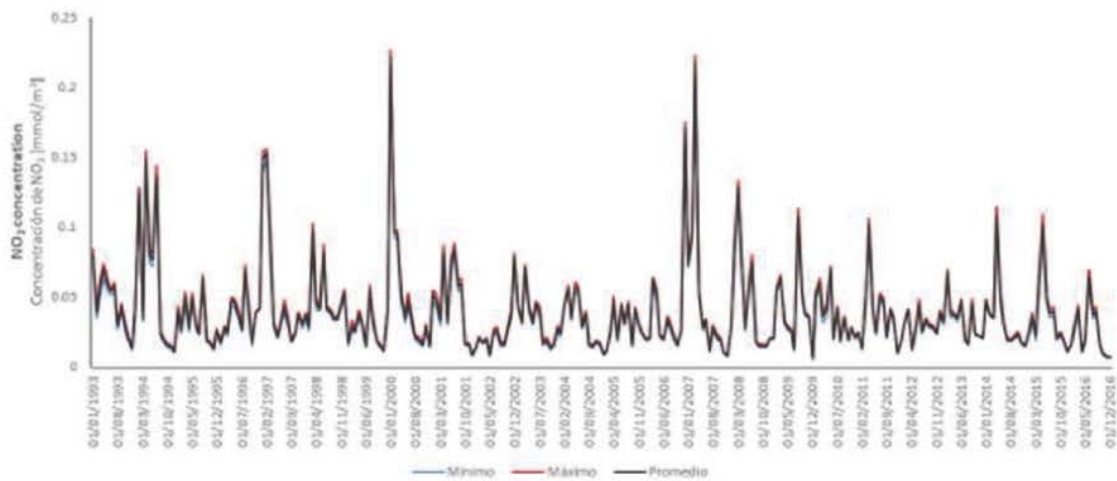


Mean Chlorophyll-a in surface Concentración promedio de la clorofila-a en superficie



25

Coastal NO₃ variability in time Variabilidad del NO₃ en aguas costeras en el tiempo

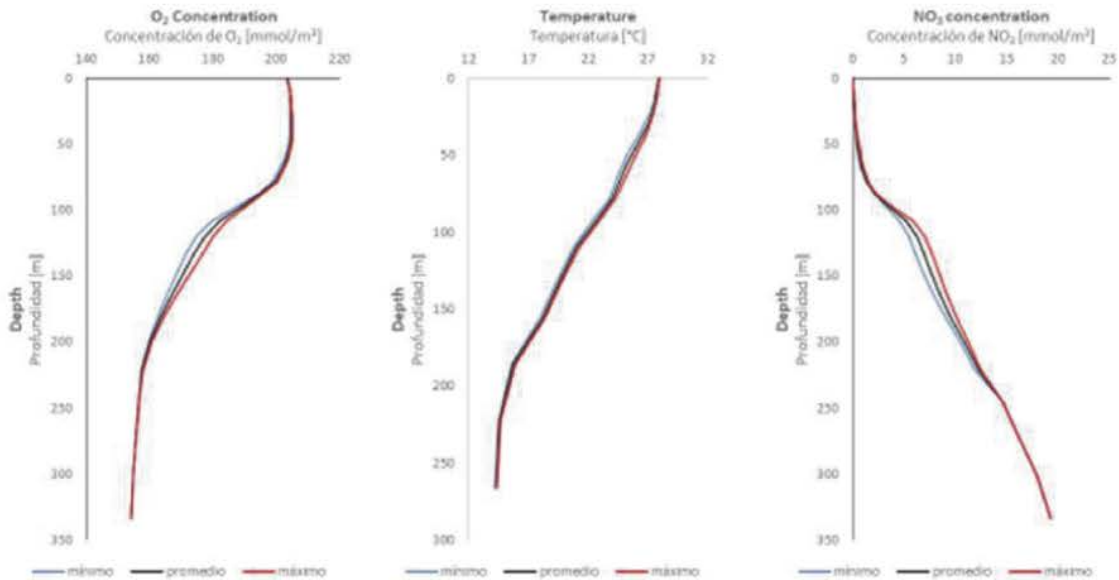


26



Environmental variables vertical profiles

Perfiles verticales de variables ambientales

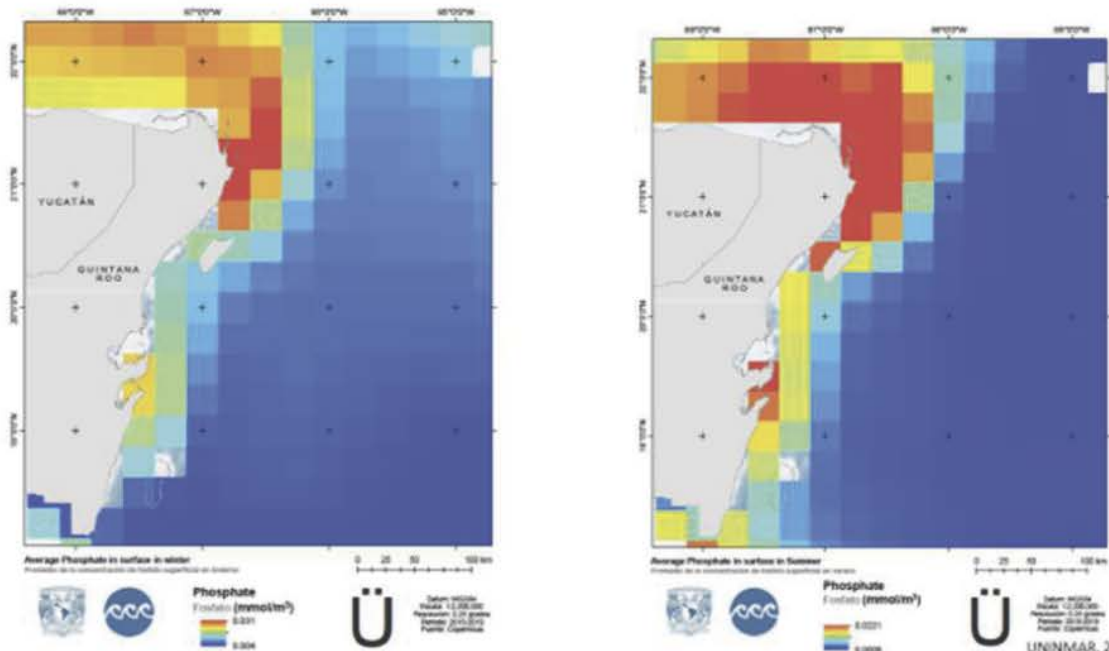


UNINMAR, 2019

27

Mean Surface Phosphate Concentration

Valores promedio de fosfato en la superficie

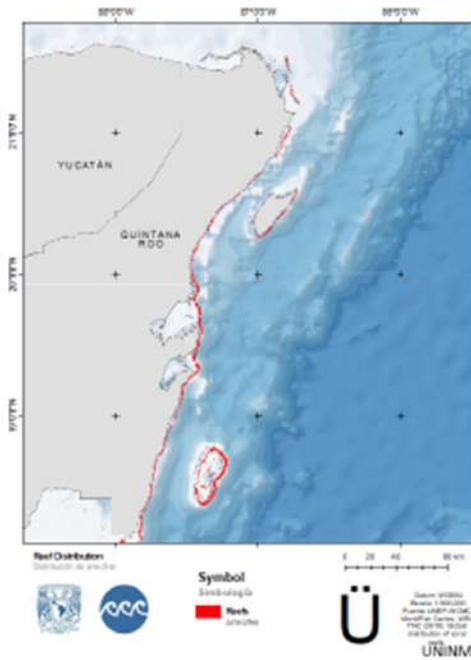
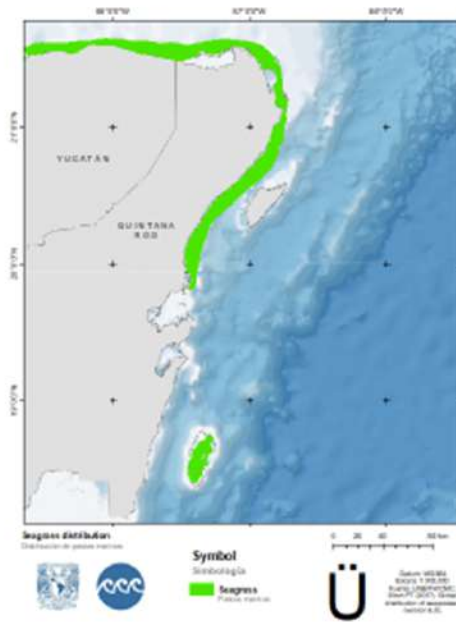


UNINMAR, 2019

28



Mayor coastal ecosystems Ecosistemas costeros importantes



29

- **Where it originates, how long it lives, and where it accumulates?**
¿Dónde se origina? ¿Cuánto vive? ¿Dónde se acumula?
- **Life time cohort tables**
Tablas de vida
- **Mortality (Natural, Herbivory rates, extraction)**
Evaluar la mortalidad

WHAT REMAINS TO BE KNOWN?
¿QUÉ FALTA POR CONOCER?

30



- **What do we have?**
¿Qué tenemos?
 - **National Sargassum Agenda**
Agenda Nacional del Sargazo
 - **Navy Plan**
Plan de la SEMAR
- **What do we needed?**
¿Qué necesitamos?
 - **Articulated national and international programs among sectors and nations**
Programas nacionales e internacionales articulados entre sectores y países
 - **Open access public environmental databases**
Bases de datos ambientales públicas y de acceso abierto
- **Required Action plans**
Planes de acción requeridos
 - **Restoration of ecosystems**
Restauración de ecosistemas
 - **Use of marine genetic resources associated to sargassum**
Uso de recursos genéticos asociados al sargazo
 - **Education and literacy programs**
Programas educativos y culturales

31

Multi-hazard Information and Alert System for the Wider Caribbean Project

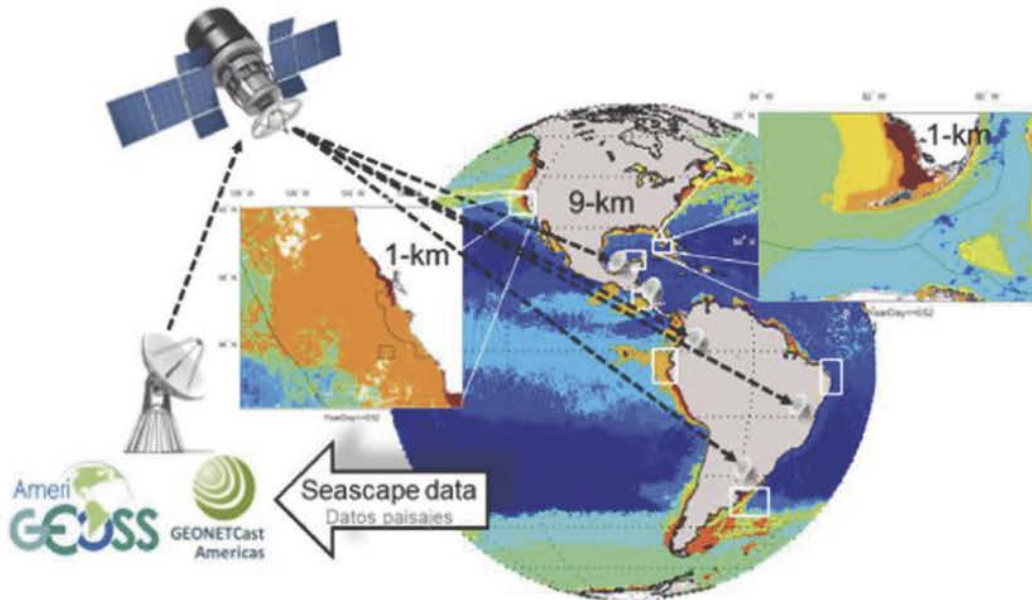
Proyecto del Gran Caribe de información contra riesgos y de sistema de alerta

- IOC-UNESCO IOCARIBE
- IOCARIBE-GOOS - GEO Blue Planet
- **Challenges /Retos**
 - **oil spills** Derrames
 - **influx beachings and coastal overabundance of floating sargassum seaweed** Arribazones de sargazo
 - preventing deployment - retrieval fishing gear *afecta pesca*
 - clogging beaches, harbors and bays *afecta playas puertos*
 - **illegal dumping of oil- contaminated waste by ships**
- **Implemented in 2 phases** Implementada en 2 fasos
 - **Phase I (2018 – 2019)** Fase I
 - **Phase II (2020 – 2021)** Fase II

32

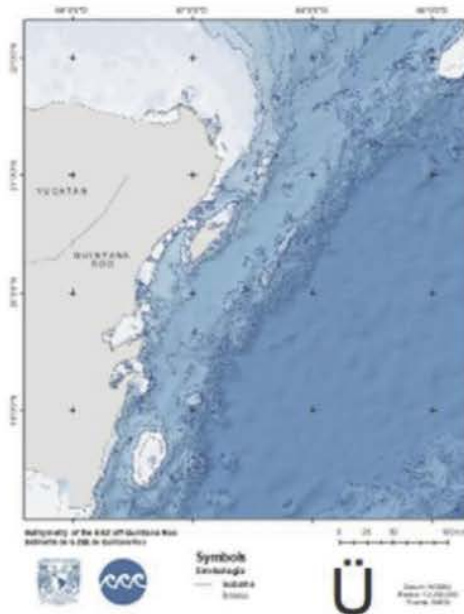


Biogeographic Seascapes of biological diversity Paisajes biogeográficos de biodiversidad



(<http://www.geonetcastamericas.noaa.gov/>)

33



OBJECTIVE (IV) COOPERATION IN OBSERVATION, DATA AND OTHER INFRASTRUCTURE
OBJETIVO (IV) COOPERACIÓN EN OBSERVACIÓN, DATOS Y OTRA INFRAESTRUCTURA.



To reinforce predictive models
Para reforzar los modelos predictivos

34

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Regional effort

- publicly available
- monitoring platform and alerting system
- data (e.g. satellite data and in situ data)
- framework for information management and delivery and mechanisms
- demonstrate utility of ocean observation and products.

Esfuerzo regional

- Acceso abierto, público
- Plataforma de monitoreo y sistema de alerta
- Sensores remotos y de campañas
- Toma de decisiones, mecanismos de entrega
- Productos de observación de los océanos

35

MARINE BIOTECHNOLOGY BIOTECNOLOGÍA MARINA

- Solution to challenges
- Solución a retos en
 - seguridad alimenticia, energética;
 - salud de la población, y
 - procesos industriales sustentables
- The 60s
- Los años 60s
 - medicinas,
 - cosméticos,
 - nutracéuticos,
 - producción alimenticia
 - aplicaciones industriales (bio-refinería)
- Today
- Actualidad
 - US\$4.8 mil millones en 2020
 - US\$6.4 mil millones en 2025 (Smithers Rapra, 2015).
 - €1 mil millones en 2020
 - Crecimiento 6-8% (año)
 - Creación 10,000 nuevas plazas

LOS GENES DEL OCEANO

El mar es un gran reservorio de diversidad genética y funcional. En él se encuentran miles de millones de especies de organismos que han desarrollado una gran variedad de adaptaciones para sobrevivir en un entorno tan hostil. Estas especies son una fuente inagotable de nuevos productos y servicios que pueden mejorar nuestra vida y el planeta.

El Proyecto Genoma del Océano (PGO) es un esfuerzo conjunto de científicos de todo el mundo para secuenciar y analizar el genoma de miles de especies marinas. Este proyecto nos permitirá descubrir nuevos genes y proteínas que pueden tener aplicaciones en medicina, agricultura, biotecnología y conservación.

El PGO es un proyecto de gran envergadura que requiere la colaboración de muchos países y organizaciones. El CSIC y el Observatorio del Océano de la Fundación BBVA son socios importantes en este proyecto.

36



Participación Investigación Científica

Problema complejo

- Esfuerzos múltiples niveles
- Reconocer sinergias (contaminantes, cambio climático)

Localmente

- PLANSARG 5 ejes de acción
- ZOFEMAT

Guía en toma de decisiones

- con el mejor conocimiento científico

Evaluación de calidad

- Agua (marina, subterránea)
- Recursos pesqueros
- Residuos y disposición
 - Laboratorios certificados
 - Buenas prácticas

Generación de conocimiento básico

- Restauración
- Uso sustentable
- Mitigación

Apoyo con pronósticos

- Validación

37

THE SARGASSUM: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
EL SARGAZO: RETOS Y OPORTUNIDADES

TABLE 1: THE SARGASSUM

MESA 1. EL SARGAZO

Elva Escobar Briones
Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
escobri@cmarl.unam.mx

38



Maria Teresa Menezes de Széchy



She holds a degree in Biology from the Federal University of Rio de Janeiro (1980), a master's degree in Biological Sciences (Botany) from the Federal University of Rio de Janeiro (1986) and a doctorate in Biological Sciences (Botany) from the University of São Paulo (1996).

She is a permanent professor at the Federal University of Rio de Janeiro since 1984, where she participated in undergraduate and postgraduate courses in Botany. She is supervisor in the Postgraduate Program in Science (Botanical mode) of the National Museum at Rio de Janeiro city. Her research areas are marine biological and botanical oceanography, acting on the following topics: taxonomy, ecology, phytobents, macroalgae, rocky coast. Her research areas are Biological Oceanography and Marine Botany, acting on the following subjects: taxonomy, ecology, phytobenthos, macroalgae, rocky coast.

Since the 1990s, she has been developing studies focusing on environmental monitoring, using Sargassum and other brown algae as indicator species. Among her scientific production (33 original articles and 6 book chapters), approximately half of them deals with Sargassum. She is also currently involved in environmental education projects.

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Maria Teresa Menezes de Széchy



Departamento de Botânica / Instituto de Biologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Ilha Grande Bay

1



Macroalgal assemblages
from rocky shores

Shallow sublittoral zone

taxonomy

ecology



Monitoring
purposes
based on
Sargassum

2



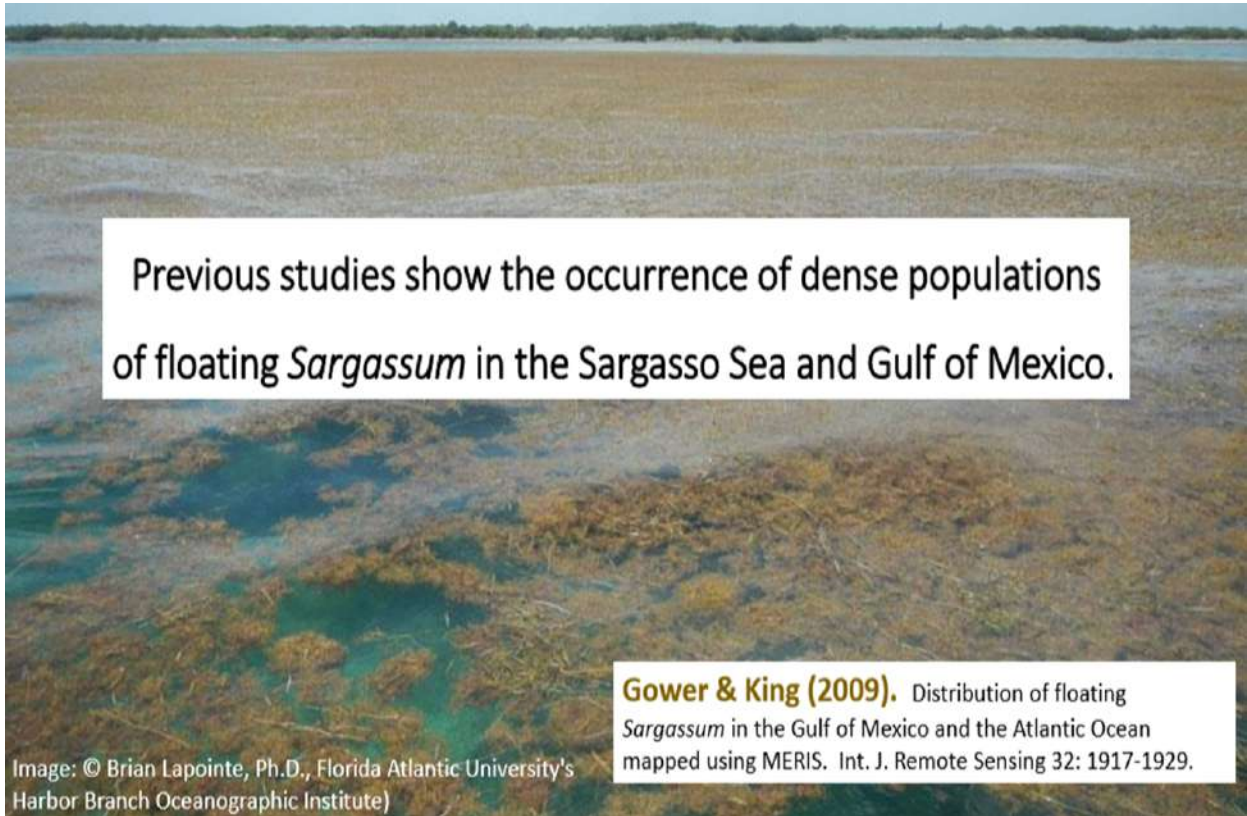
Topic 1. The *Sargassum* problem

- a. [What is it ?](#)
- b. *Sargassum* importance in the ecosystem services of the planet.
- c. Natural habitat and climate change.
- d. From protected area to pest?
- e. Hydrographic variability in the Mexican Caribbean.
- f. [What remains to be known?](#)

3

**THE SARGASSUM FROM THE BRAZILIAN COAST
AND ITS CONNECTION WITH THE SARGASSUM
PROBLEM IN THE CARIBBEAN SEA**

4



Previous studies show the occurrence of dense populations of floating *Sargassum* in the Sargasso Sea and Gulf of Mexico.

Gower & King (2009). Distribution of floating *Sargassum* in the Gulf of Mexico and the Atlantic Ocean mapped using MERIS. *Int. J. Remote Sensing* 32: 1917-1929.

Image: © Brian Lapointe, Ph.D., Florida Atlantic University's Harbor Branch Oceanographic Institute)

5

Sargassum problem in the Caribbean Sea and its connection with the Sargassum from Brazil



Latter, studies suggest that floating *Sargassum* that arrives in the Caribbean Sea does not come from the Sargasso Sea.

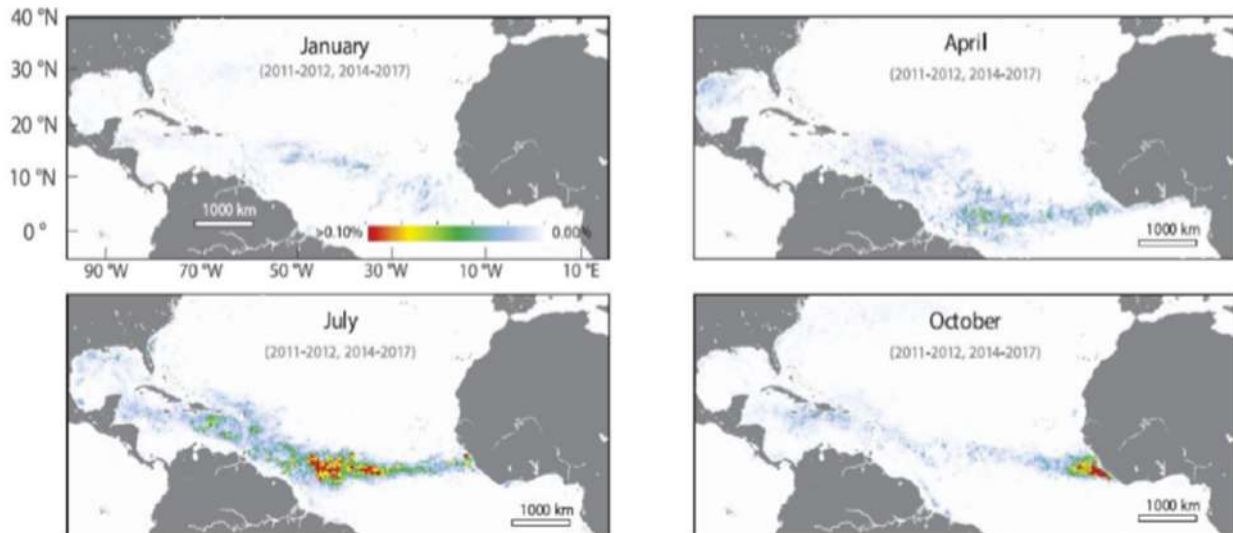
Gower et al. 2013. Satellite images suggest a new *Sargassum* source region in 2011. *Remote Sensing Letters* 4: 764-773.

6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Recently, data from NASA's satellite imagery (MODIS) show the biggest bloom of *Sargassum* occurring across de tropical Atlantic.



Monthly *Sargassum* % cover after excluding the nonbloom year of 2013.

Wang et al. (2019). The Great Atlantic *Sargassum* belt. *Science* 365: 83-87.

7

"*Sargassum* present in the western Equatorial Atlantic (West of longitude 50°W) has a high probability of entering the Caribbean Sea within a year's time. Transport routes include the **Guiana Current**, **North Brazil Current Rings** and the **North Brazil Current Retroflexion**."

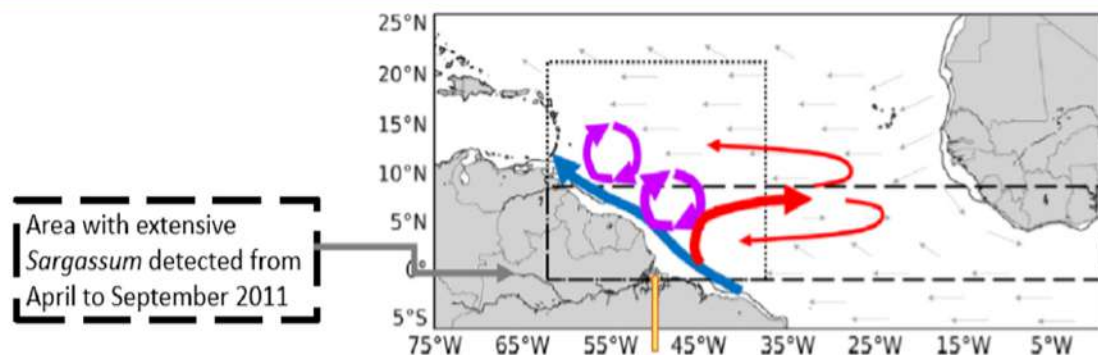


Fig. 1. Schematic of general surface circulation relevant to the transport of pelagic *Sargassum* from the Equatorial Atlantic into the Caribbean Sea.

Putman et al. (2018). Simulating transport pathways of pelagic *Sargassum* from the Equatorial Atlantic into the Caribbean Sea. *Progress in Oceanography* 165: 205-214.

8



Sargassum problem in the Caribbean Sea



Where does floating *Sargassum* come from?

9

THE SARGASSUM FROM THE BRAZILIAN COAST AND ITS CONNECTION WITH THE SARGASSUM PROBLEM IN THE CARIBBEAN SEA

Issues to address

I. *Sargassum* from the Brazilian coast

- Benthonic and pelagic species
- Geographical distribution
- Beaching events in Brazil

II. Connection with the floating *Sargassum* in the Caribbean Sea

- Populations near the transport route to the Caribbean Sea
- Genetic similarity among Brazilian and Caribbean populations

10



I. *Sargassum* from the Brazilian coast

What are the *Sargassum* species referred to the Brazilian coast?

Benthonic occurrence -
10 species

<i>S. cymosum</i>	<i>S. filipendula</i>
<i>S. rigidulum</i>	<i>S. furcatum</i>
<i>S. stenophyllum</i>	<i>S. hystrix</i>
<i>S. ramifolium</i>	<i>S. polyceratium</i>
	<i>S. vulgare</i>
	<i>S. platycarpum</i>

Planktonic occurrence

Holoplanktonic occurrence -

S. fluitans
S. natans

Széchy & de Paula (2010). Phaeophyceae. In: Catálogo de plantas e fungos do Brasil (Forzza, R.C. ed.). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

11



Floating *S. hystrix* and *S. platycarpum* 100 km from the coast - 18°15'S

"Floating specimens in the Brazil Current were related to the occurrence of benthic populations in deep bottoms of the area."

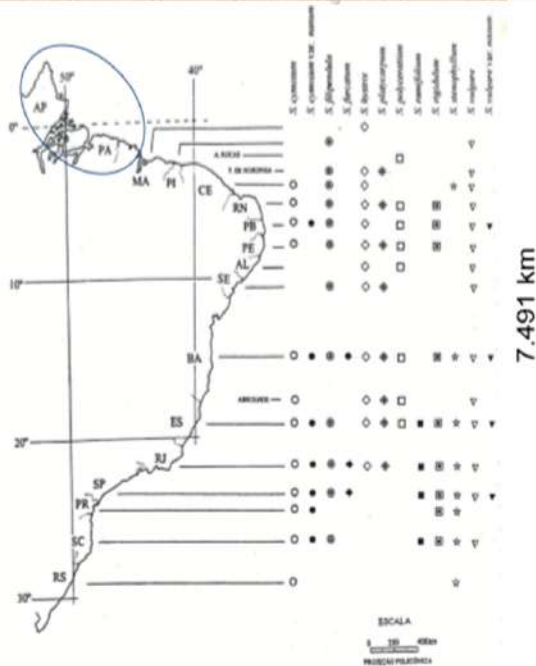
Oliveira Filho et al. (1979). Comunidades associadas a plantas de *Sargassum* flutuantes em águas da Corrente do Brasil. Bolm Bot. Univ. S. Paulo 7: 5-9.

12

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Horizontal distribution of benthonic *Sargassum* species along the Brazilian coast



Until 2010, there was no reference to the occurrence of *Sargassum* along the northern Brazilian coast.

Fortes-Xavier (2000). O gênero *Sargassum* C. Agardh no litoral brasileiro. Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

Széchy & de Paula (2010). Phaeophyceae. In: Catálogo de plantas e fungos do Brasil (Forzza, R.C. ed.). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

13

What are the main factors related to the low diversity of macroalgae in the shallow sublittoral zone of northern Brazilian coast?

The region is subjected to:

- Fast-flowing current
(North Brazilian Current)
- Strong winds
- High semidiurnal tidal ranges
- Freshwater plume → $1.3 \times 10^6 \text{ km}^2$



Salinity
Light penetration ↓

Horta & Oliveira (2000).

14



What are the main factors related the low diversity of macroalgae in the shallow sublittoral zone of northern Brazilian coast?

Coast of Pará state



Sediments ↑

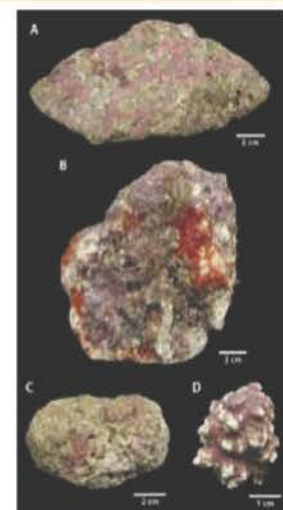


Rocky substrate ↓

15

But :

Recently *Sargassum* had been found on the northern Brazilian coast, **growing on rodoliths**, below the plume of the Amazon river, deeper in the sublittoral zone.



Moura et al. (2016)

14



Moura et al. (2016)

table S1. Algae recorded off the Amazon River mouth.

Ochrophyta	
<i>Dictyota</i> sp. 1	Compressed w/ branched or divided thallus
<i>Dictyota</i> sp. 2	Same as above
<i>Lobophora variegata</i> (Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira	Compressed w/ blade-like habit
<i>Sargassum</i> sp.	Thick leathery macrophytes

In the Southern Sector
Up to 30 m deep

15

How is the beaching of *Sargassum* in the Brazilian coast?



Atalaia Beach

It has been
impressive.

See Martinelli Filho

16

El Sargazo: Retos y Oportunidades



In 2011, patch of floating *Sargassum* about 5 nautical miles from the coast of Pará state.



July 9th 2011 – 04^o12'N – 47^o22'W
 01^o58'N – 48^o30'W
 03^o09'N - 49^o17'W
 03^o42'N – 48^o18'W
 04^o13'N - 47^o17'W
 Brazilian Air Force- oil spill?



July 14th 2011 – 02^o45'N – 48^o28'W
 Brazilian Navy

Patch about 5 nautical miles

Széchy et al. (2012). Verification of *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon (Heterokonthyta, Phaeophyceae) from the Sargasso Sea. Check List 8: 638-641.

17

In 2015, *Sargassum* beachings in different sites of the northern and northeastern coast of Brazil.

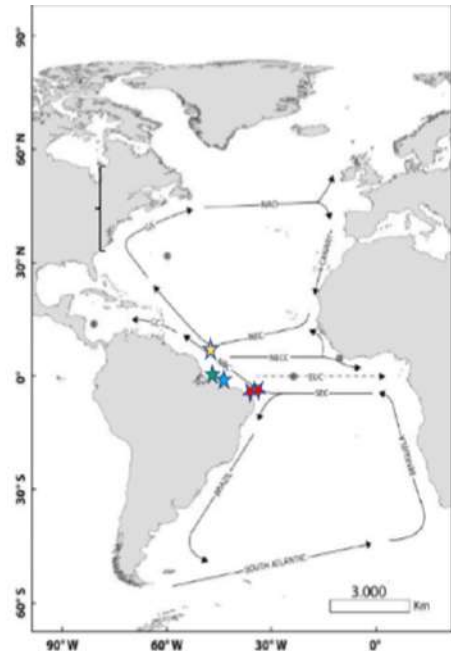


Continental beaches:

Pará state ★
 Maranhão state ★

Oceanic islands:

Fernando de Noronha Archipelago ★
 Rocas Atoll ★
 St Peter's and St Paul's Archipelago ☆



Sissini et al. (2016). The floating *Sargassum* of the South Atlantic Ocean – likely scenarios. *Phycologia* 56 (3):321-328.

18



II. Connection with the floating *Sargassum* in the Caribbean Sea

Benthonic populations of *Sargassum* from the Brazilian coast could have contributed as a source of fragments for the formation of blooms of floating *Sargassum* ?

19



Fragments from deep populations?

There are some references to *Sargassum* from deep bottoms off the northeastern Brazilian coast.

Example:

S. hystrix dredged from 90 m deep in the coasts of Ceará state during Canopus Commission - $05^{\circ} 55' S - 34^{\circ} 58' W$

But there are no quantitative data for the species !

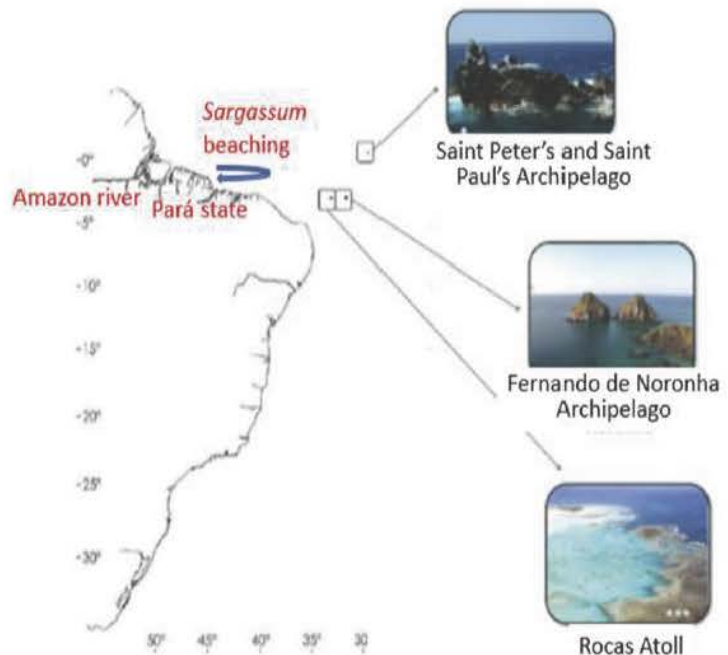
Guimarães et al. (1981). Deep water Phaeophyceae and their epiphytes from northeastern and southeastern Brazil. *Braz. J. Bot.* 4:95-113.

20



Fragments from populations from oceanic islands?

How abundant is *Sargassum* in the sublittoral zone of oceanic islands in the northeastern coast of Brazil?



21

Saint Peter's and Saint's Paul Archipelago

No *Sargassum* spp.

Pereira et al. (2005). Macroalgae from the Saint Peter's and Saint Paul's Archipelago (Brazil). *Phycologia* 36 (supl), 80.

Brasileiro (2013). Algas marinhas bentônicas na zona mesofótica da plataforma contineintal, montes submarinos e ilhas oceânicas brasileiras. Tese de doutorado, jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Previous surveys in the area:
Dickie (1874)
Hemsley (1885)
Oliveira Filho (1974)
Edwards and Lubbock (1983)



22



El Sargazo: Retos y Oportunidades



Fernando de Noronha Archipelago



There are *Sargassum* beds in the shallow sublittoral zone.

(Photo by R.C. Villaça)

23

Fernando de Noronha Archipelago

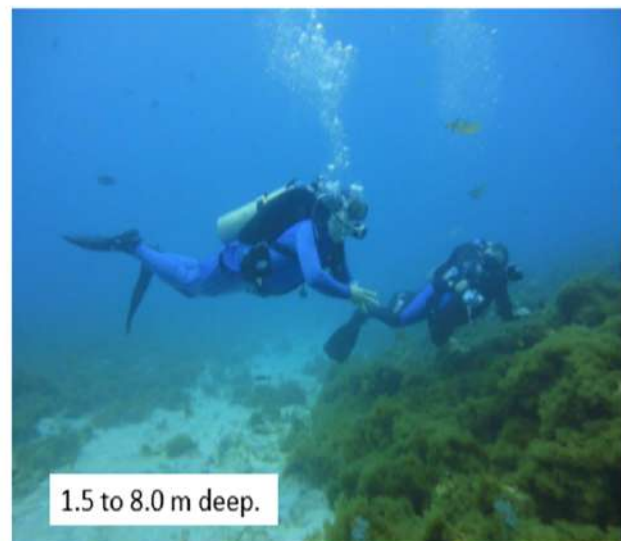
The dominant species are:

Sargassum platycarpum

Sargassum vulgare



High frequency (80% of the sampling sites)
Highest biomass



Eston et al. (1986). Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha archipelago (Brazil). *Bolm Inst. Oceanogr. S. Paulo* 34: 37-53.

Széchy et al. (1989). Contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas de Fernando de Noronha. *Rodriguesia* 41:

24

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Rocas Atoll



The reef front and the outer pools support the richest flora.

In this habitat, *Sargassum polyceratum* is dominant.

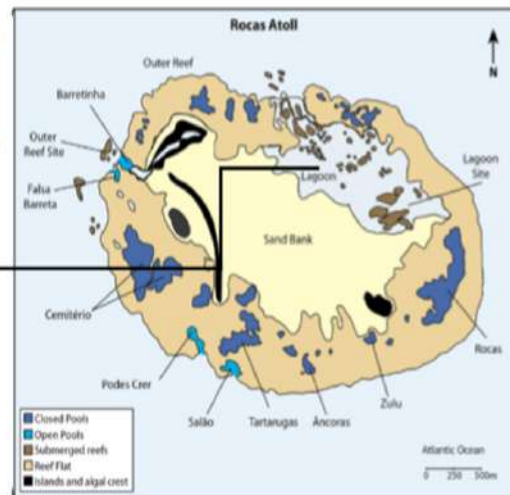
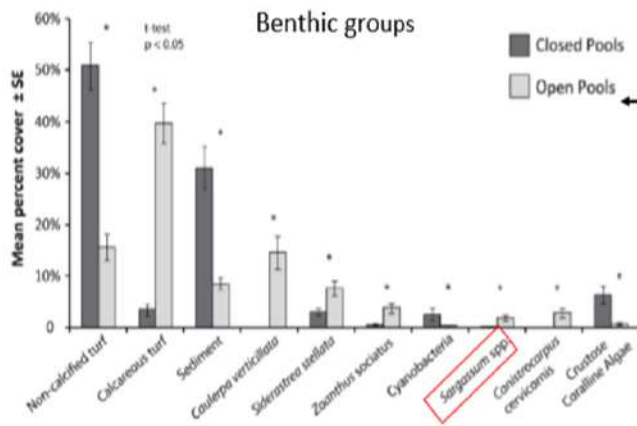
Sargassum hystrix J. Agardh
Sargassum polyceratum Montagne
Sargassum vulgare C. Agardh

Villaça et al. (2010). Species composition and distribution of macroalgae on Atol das Rocas, Brazil, SW Atlantic. *Botanica Marina* 53: 113-122.

25

Rocas Atoll

Sargassum species occur in open pools, but show low cover.



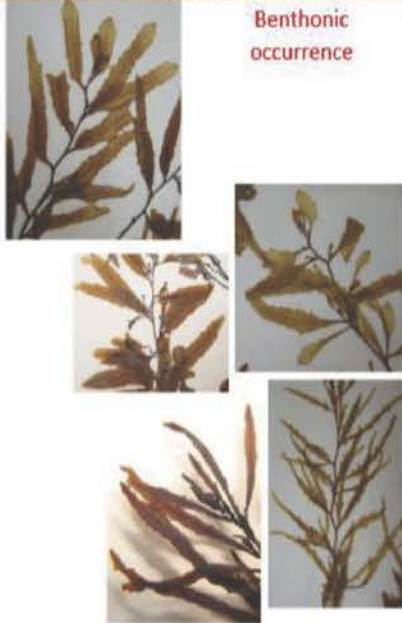
Longo et al. (2015). Between-habitat variability of benthic cover, reef fish assemblage and feeding pressure on the benthos at the only atoll in South Atlantic: Rocas Atoll, NE, Brazil. *PLOS One*. DOI 10.1371/journal.pone.0127176

26

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Are the species of *Sargassum* beaching in the Caribbean islands the same of the floating *Sargassum* in the Brazilian coast ?



Benthonic occurrence

Holoplanktonic occurrence

Specimens of different morphologies and from different locations of the Brazilian and the Caribbean coast

Genetic similarity

Barros-Barreto et al.
Unpublished data

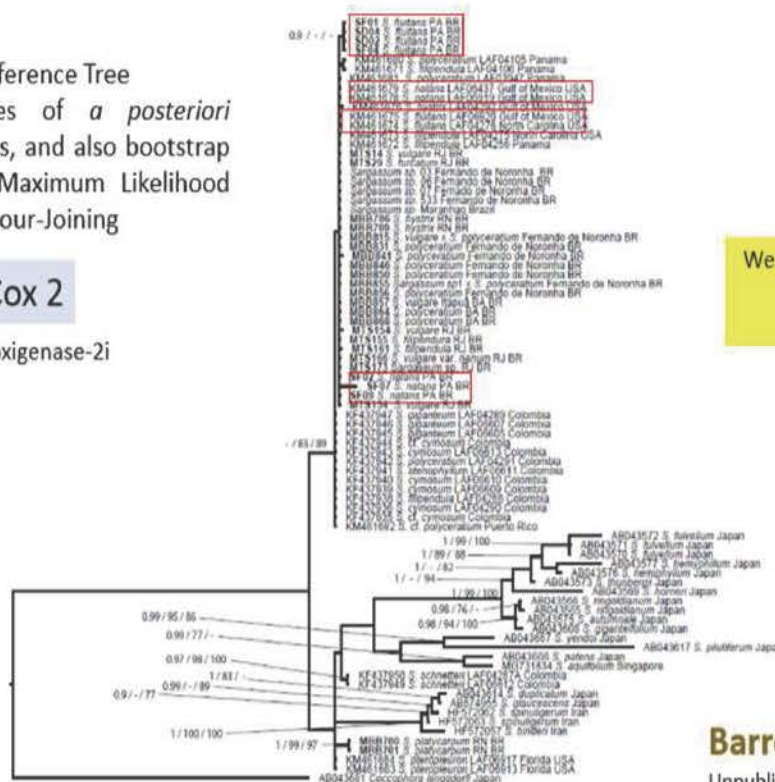
Photos: Conceição, E.B.A.

25

Bayesian Inference Tree with values of *a posteriori* probabilities, and also bootstrap values of Maximum Likelihood and Neighbour-Joining

Cox 2

Ciclo-oxigenase-2i



Western Atlantic Ocean
Brazil
Caribbean

Barros-Barreto et al.
Unpublished data

26



Similar trees using diferente markers

atp6
Cox 2
ITS 2
rbcl



Floating *Sargassum* from Pará state and benthic *Sargassum* of different morphologies and different regions of the Brazilian coast showed high genetic similarity.



The floating *Sargassum* offshore in the Brazilian coast showed high similarity with the floating *Sargassum* in the Caribbean region.

27

THE SARGASSUM FROM THE BRAZILIAN COAST AND ITS CONNECTION WITH THE SARGASSUM PROBLEM IN THE CARIBBEAN SEA

The probability that floating *Sargassum* in the Caribbean Sea comes from the Brazilian coast is reinforced by molecular data.

28



What remains to be known ?

- More field studies on the sublittoral hard communities of the tropical western Atlantic for describing temporal variation in the primary production and standing crop of *Sargassum*;
- ➔ - Physiological studies for testing the effects of different factors on the growth and survivorship of floating *Sargassum* offshore the Brazilian coast;
- More phylogenetic analyses of *Sargassum* including populations of the oceanic islands from the northeastern Brazilian sector.

29

Thank you.



Édison José de Paula (1951-2003)

Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo



Oliveira, M.C



Cassano, V.



Martinelli-Filho, J. E.
Lab. de Oceanografia Biológica
Instituto de Geociências UFP



Barros-Barreto, M.B.B



Santos, C. P. Casa, C. A.
Lab. Integrado de Ficologia
Instituto de Biologia
UFRJ

30



Joseph Peter Montoya



Joseph Montoya is a Professor in the School of Biological Sciences at Georgia Tech and a biological oceanographer with research interests at the interface of biology and geochemistry.

Dr. Montoya received an A.B. in Biology at the University of California and a Ph.D. in Organismic and Evolutionary Biology from Harvard University. He served on the faculty of the Departments of Organismic and Evolutionary Biology and Earth and Planetary Sciences at Harvard before moving to Georgia Tech in 1998.

He is a Professor in the School of Biological Sciences at Georgia Tech and a biological oceanographer with research interests at the interface of biology and geochemistry. His lab specializes in studies of the marine nitrogen cycle and the role of N₂-fixation (diazotrophy) in structuring the flow of nitrogen and energy through planktonic ecosystems.

Recent work in Dr. Montoya's lab has focused on the role of large tropical river plumes in shaping the plankton communities of offshore oceanic waters of the Western Atlantic (Amazon River plume) and the South China Sea (Mekong River plume).

Dr. Montoya's lab has also been deeply involved in studies of the impact of the Deepwater Horizon oil spill on offshore ecosystems of the Gulf of Mexico.



SARGASSUM IN THE WESTERN TROPICAL NORTH ATLANTIC: INFLUENCE OF THE AMAZON RIVER PLUME

Georgia
Tech

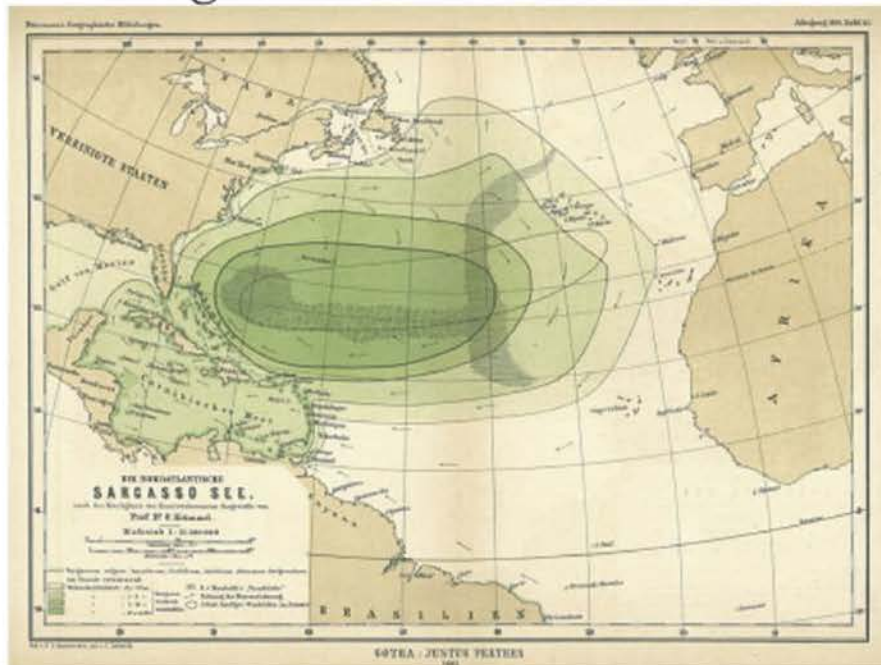


Joseph P. Montoya, Erica Strobe, Ajit Subramaniam,
Mengqiu Wang, Chuanmin Hu

Georgia Tech Biological Oceanography

1

Sargassum Distribution: 1891



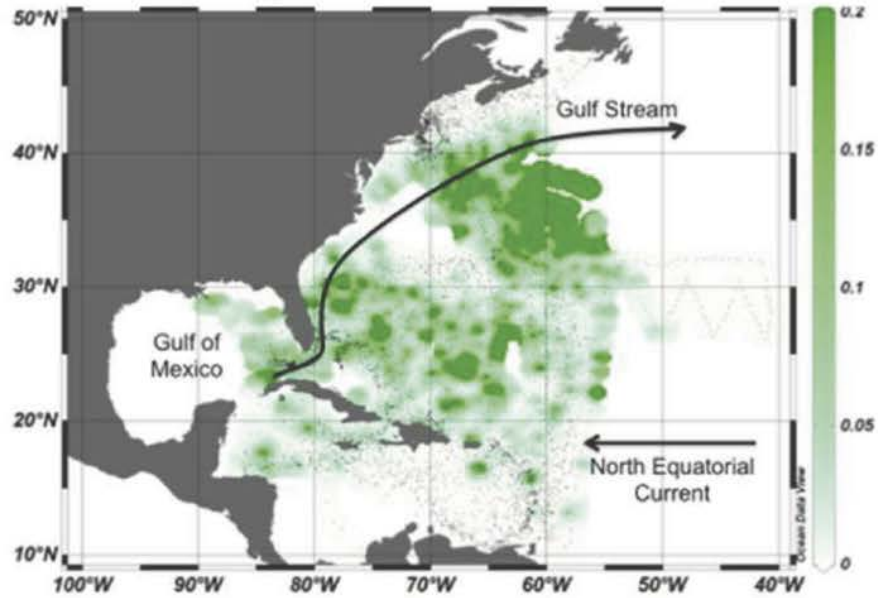
Georgia Tech Biological Oceanography

(https://www.gc.noaa.gov/images/gcil/1891_SargassoSee_Krummel_Petermanns_lores.jpg)

2



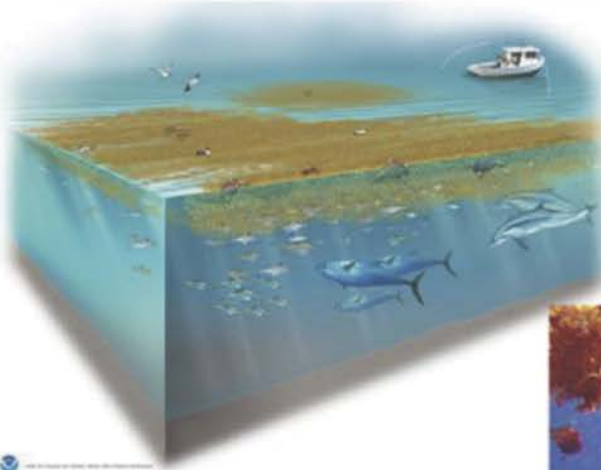
Sargassum Distribution



45 years of SEA surveys

3

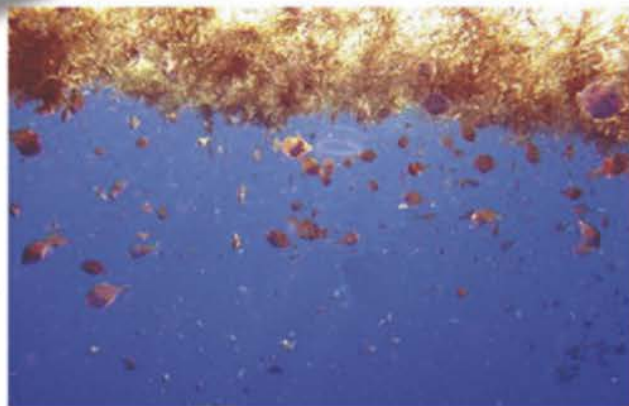
Georgia Tech Biological Oceanography
(https://www.sea.edu/sea_research/sargassum_ecosystem)



Sargassum Community

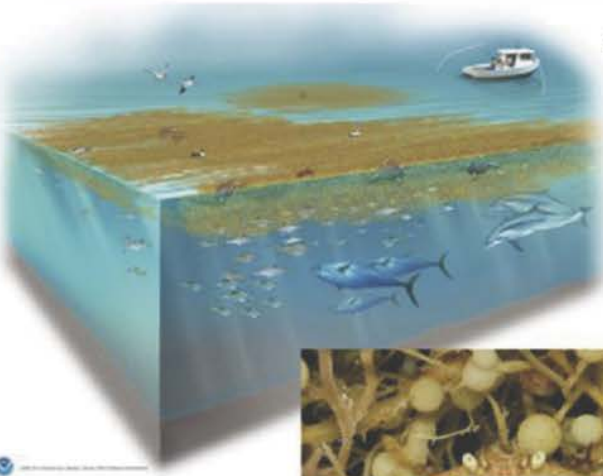
Sargassum mats provide a structured habitat in an otherwise homogeneous aquatic environment.

Numerous species of fish live in/around *Sargassum* mats, which act as nurseries for a number of commercially important species.



4

Georgia Tech Biological Oceanography
(L: <https://response.restoration.noaa.gov/about/media/what-happens-when-oil-spills-meet-massive-islands-seaweed.html>
R: <https://oceanexplorer.noaa.gov/facts/sargassum.html>)



Sargassum Community



(<http://fishescfaustralia.net.au/home/species/3837>)



(<http://focusnature.com/NorthernAmericanMarineLife.htm>)



<https://reefs.com/2014/08/19/drifters-look-sargassum-invertebrates/>

Sargassum mats also provide an important habitat for invertebrates.

Georgia Tech Biological Oceanography

5

Sargassum Strandings



(Guadeloupe)

Mass *Sargassum* strandings have become common in the Caribbean and Gulf of Mexico since 2011.

These strandings have a significant ecological and economic impact.



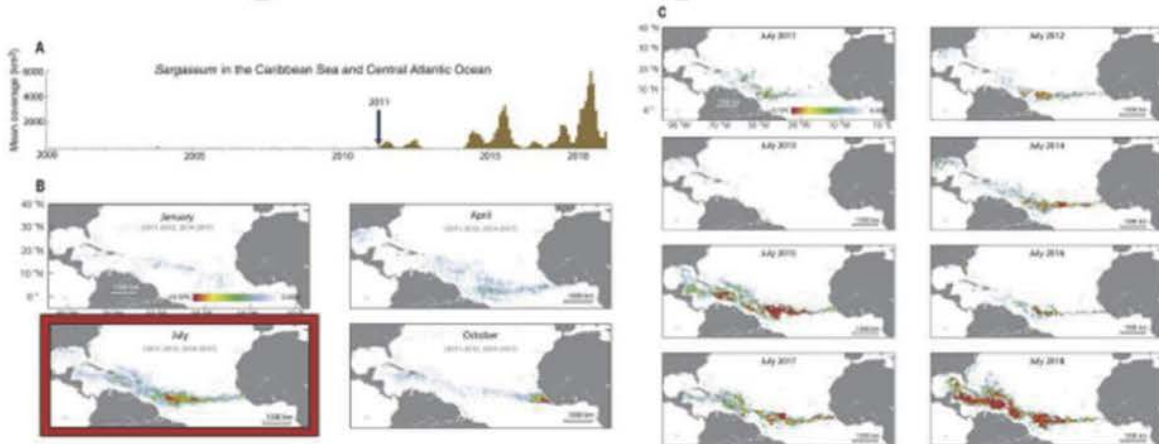
(Barbados)

Georgia Tech Biological Oceanography
(Figures from Langin 2018. Science. doi:10.1126/science.aau4441)

6



Sargassum in the Tropical Atlantic



Large populations of *Sargassum* have appeared in the Central and Western Tropical Atlantic almost every summer since 2011. We don't quite know why...

7

Georgia Tech Biological Oceanography

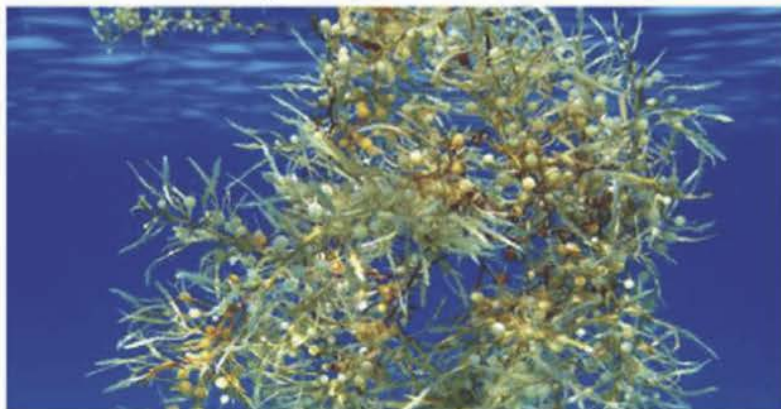
(Figure from Wang et al. 2019, *Science* 365: 81-87 DOI: 10.1126/science.1267019)

Sargassum Nutrient Requirements

Nitrogen:
proteins
nucleic acid

Carbon:
organic matter

Phosphorus:
lipids
nucleic acids

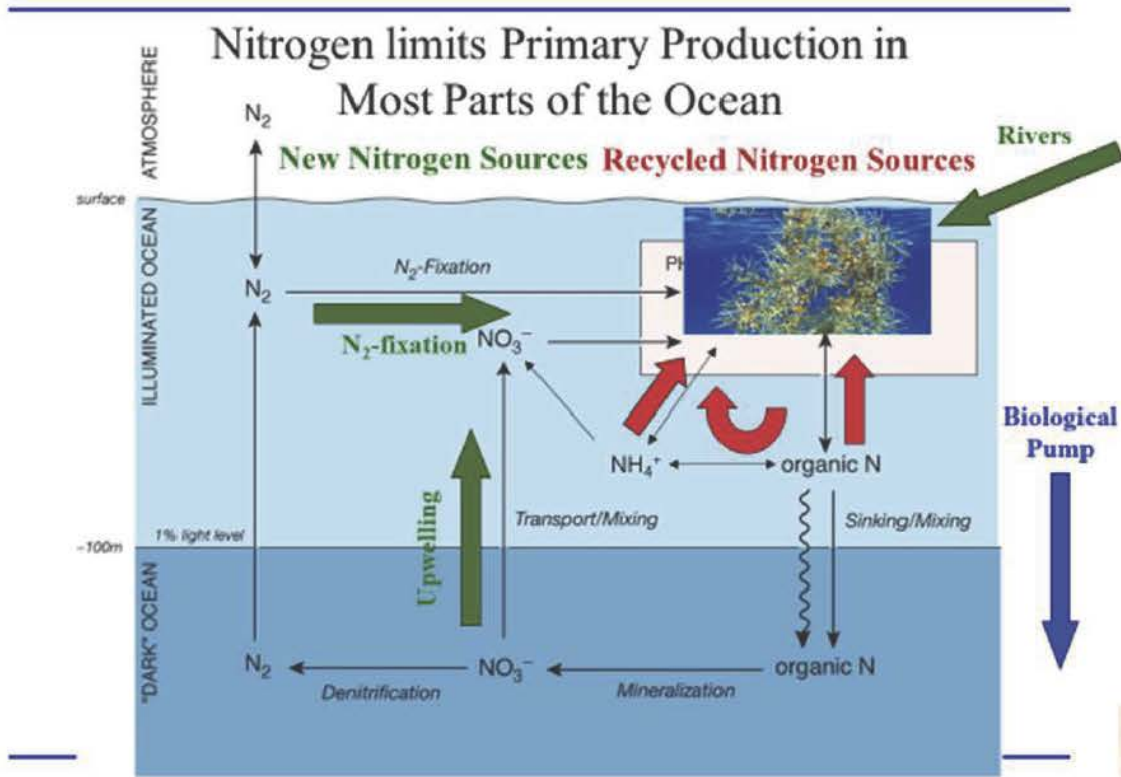


Sargassum requires nutrients in order to produce biomass
In most parts of the ocean, nitrogen availability limits production

Georgia Tech Biological Oceanography

(<http://www.cocumel4you.com/municipality/seaweed-cocumel/>)

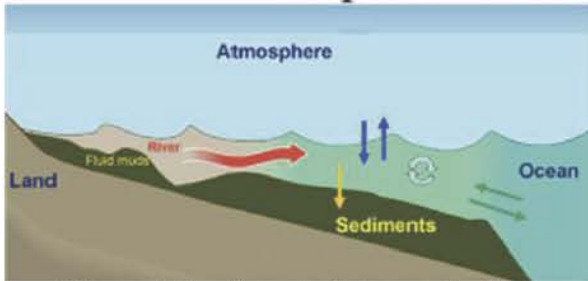
8



Schematic modified from http://www.up.ethz.ch/research/nitrogen_cycle/index
 From: <http://www.nature.com/news/feature-story/0,10550,421161a,00.html>

9

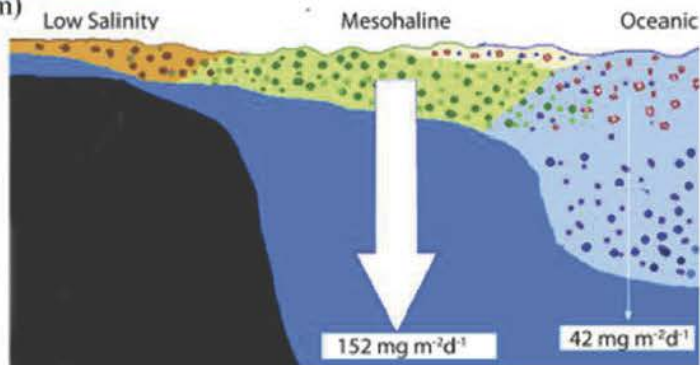
Tropical River Plume Impacts



(Figure stolen from A. Subramaniam)

River Plumes:
 Connect land and sea
 Inject nutrients & buoyancy
 Transfer human impacts

Large tropical rivers play an important role in structuring plankton communities and carbon fluxes to the deep sea.

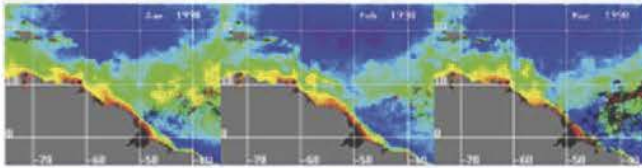


10



1156

C. Ho et al. / Deep-Sea Research II 51 (2004) 1153–1172



Amazon Plume

- Largest river in the world by discharge volume
- Seasonal Variation
 - Jan - Jun: NW
 - Jul - Dec: Retrofleets

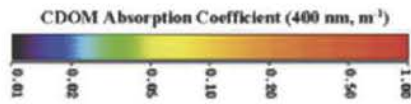
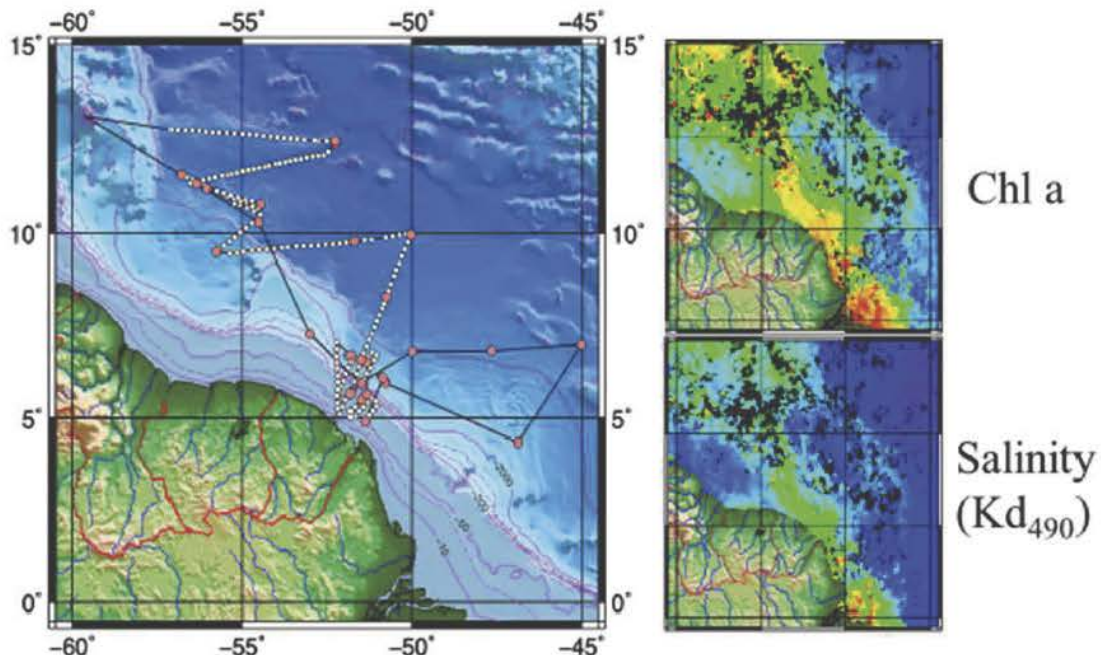


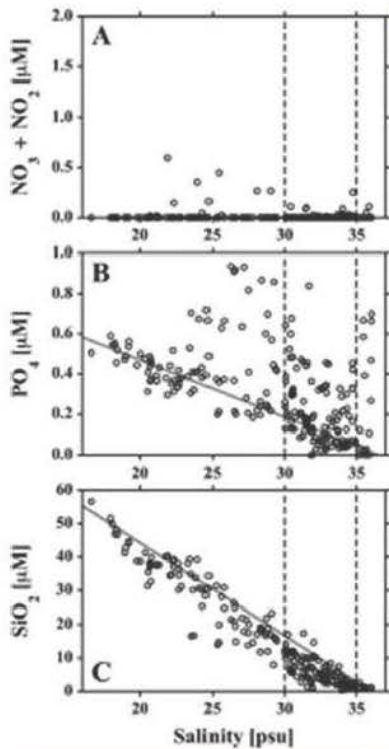
Fig. 2. Monthly composites of CDOM distribution maps estimated from SeaWiFS Version 4 data. Overlaid on the images are the *graphy* surveillance fleet locations. Note that the last group of images includes data from two partial years, namely 1997 and 2002.

11

KN197-8: May-June 2010



12



KN197-8 Nutrients

- DIN ~ absent from surface waters
- SRP shows lots of positive deviations from conservative mixing
- Silicate shows modest negative deviations from conservative mixing.

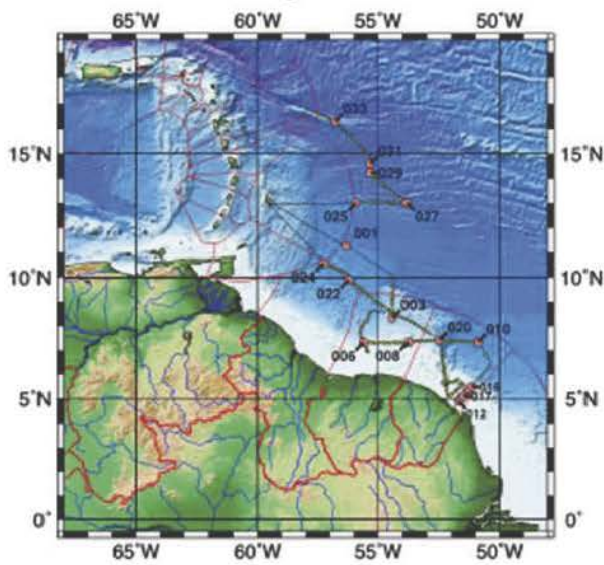
13

Georgia Tech Biological Oceanography

Weber et al. 2017. Limnology and Oceanography. 62:618-631

EN614: May-June 2018

EN614: 6 May – 1 June 2018



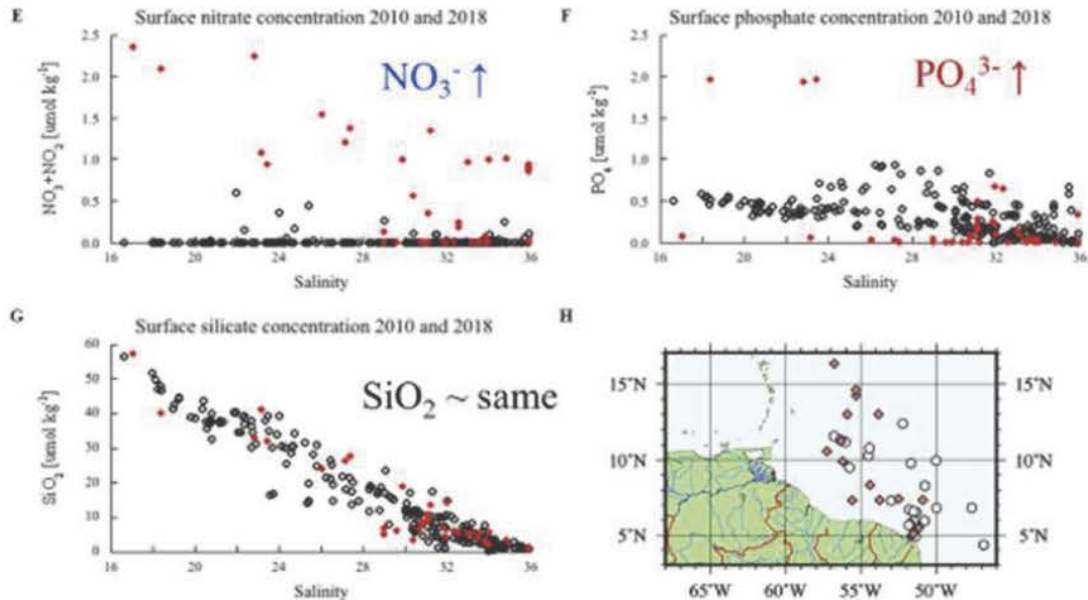
- 2018 Amazon Plume Cruise
- *Sargassum* rafts and windrows throughout our work area.
- Sampled the same region as our 2010 cruise.

14

Photo: J.P. Montoya



Amazon Plume Nutrients: 2018 vs 2010



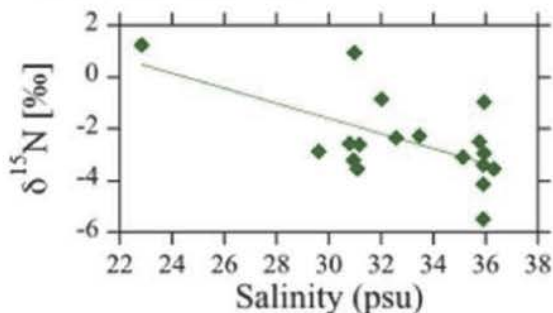
15

Georgia Tech Biological Oceanography

Figures from Wang et al. 2019. Science 365: 83-87. DOI: 10.1126/science.aaw7912



Cruise EN614 (2018) Sargassum Nitrogen Sources and Nutrient Status



- Stable N isotopes provide an index to N sources and N cycle processes
 Higher $\delta^{15}\text{N}$ \Rightarrow reliance on NO_3^-
 Lower $\delta^{15}\text{N}$ \Rightarrow reliance on N_2 -fixation and/or remineralized NH_4^+ .
- C:N Ratio reflects nutrient status (high C:N \Rightarrow strong N limitation)

16

Georgia Tech Biological Oceanography



Summary



- Nutrient availability in the Amazon Plume has changed in the last decade. This may reflect changes in land use in the Amazon Basin.
- *Sargassum* nitrogen sources vary spatially and with nutrient limitation in the WTNA.

17

Photos: J.P. Montoya



18



El Sargazo: Retos y Oportunidades



MESA 2: EL SARGAZO EN EL CARIBE MEXICANO



El Sargazo: Retos y Oportunidades





Sergio Cerdeira Estrada



Es físico desde 1991, maestro en ciencias básicas en 1999 y doctor en ciencias técnicas en el 2003 por la Universidad de La Habana, Cuba. Trabaja en la disciplina de Ciencias de la Tierra, en particular en geomática, óptica marina y oceanografía satelital, en las líneas de monitoreo marino in-situ y satelital asociado a procesos oceanográficos, florecimientos algales, estrés térmico en corales, variabilidad climática, coberturas corales y otros hábitats bentónicos; así como en ciencia ciudadana como apoyo al monitoreo marino y en el desarrollo de sistema de información y análisis de ecosistemas marinos de apoyo para la toma de decisiones.

Desde 1991 laboró en el Departamento de Oceanografía del Instituto de Oceanología de Cuba. Actualmente, y desde el 2005, labora en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), siendo Subcoordinador de Monitoreo Marino desde el 2012.

En sus más de 27 años de trabajo ha publicado 43 artículos, capítulos en libros o libros. Actualmente forma parte del comité editorial, de revisión y evaluación en algunas revistas científicas, así como de diversas comisiones académicas, de investigación y gubernamentales. Es miembro del Consejo Asesor del CONACYT para atender el arribo de sargazo a las costas. Es investigador nivel 1 dentro del sistema nacional de investigadores de México.



Sistema de información y análisis marino-costero: inteligencia para la toma de decisiones

SIMAR | CONABIO

Marine-Coastal Information and Analysis System: Intelligence for decision-making



Dr. Sergio Cerdeira Estrada
19 Septiembre 2019



1



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO

Es una **comisión intersecretarial** de carácter permanente desde marzo de 1992 (2019: 27 años)

Su **propósito** es generar la inteligencia que necesita el país para fundamentar políticas públicas y decisiones de la sociedad sobre biodiversidad.

Monitoreo Marino



Integramos conocimiento en un sistema de información y análisis marino-costero, enfocado en el desarrollo de inteligencia para la toma de decisiones en conservación y uso de la biodiversidad marino-costera.



2

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR | CONABIO

Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System

Constituye una herramienta de información y análisis de la biodiversidad marina que **permite estudiar los cambios en los ecosistemas marino-costeros mexicanos** a corto y largo plazo y la generación de conocimiento para un manejo sustentable, en un contexto de cambio y variabilidad climática.



<https://simar.conabio.gob.mx>

3



SIMAR | CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

Características de SIMAR:

- Nuevo desarrollo de la Conabio implementado desde el 2018 y construido sobre la base de más de 10 años de investigación;
- una plataforma web on-line interactiva y operacional;
- integra registros de monitoreos in-situ, satelitales y de modelos;
- se apoya de un servicio de información geoespacial;
- incluye herramientas interactivas de análisis geoespaciales, de series de tiempo, y de modelación numérica;
- deriva en indicadores de la salud ecosistémica en mares y costas;
- produce sistemas operacionales de evaluación de ecosistemas y alertas tempranas;
- cubre la cuenca del Mar Caribe, el Golfo de México y el Pacífico nororiental tropical (Lat. 1.0°, 33.0°; Lon. -123.0°, -59.0°) (20,489,601 km²); y
- está desarrollado en la nube de Google (servidores y discos duros).

4

Cerdas Estrada, S., R. Martín Dubois, R. Rest, J. Valdez. 2018. Sistema de información y Análisis Marino-Costero | Marine-Coastal Information and Analysis System (SIMAR). CONABIO, México. (<https://simar.conabio.gob.mx>)

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR CONABIO

Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>



5



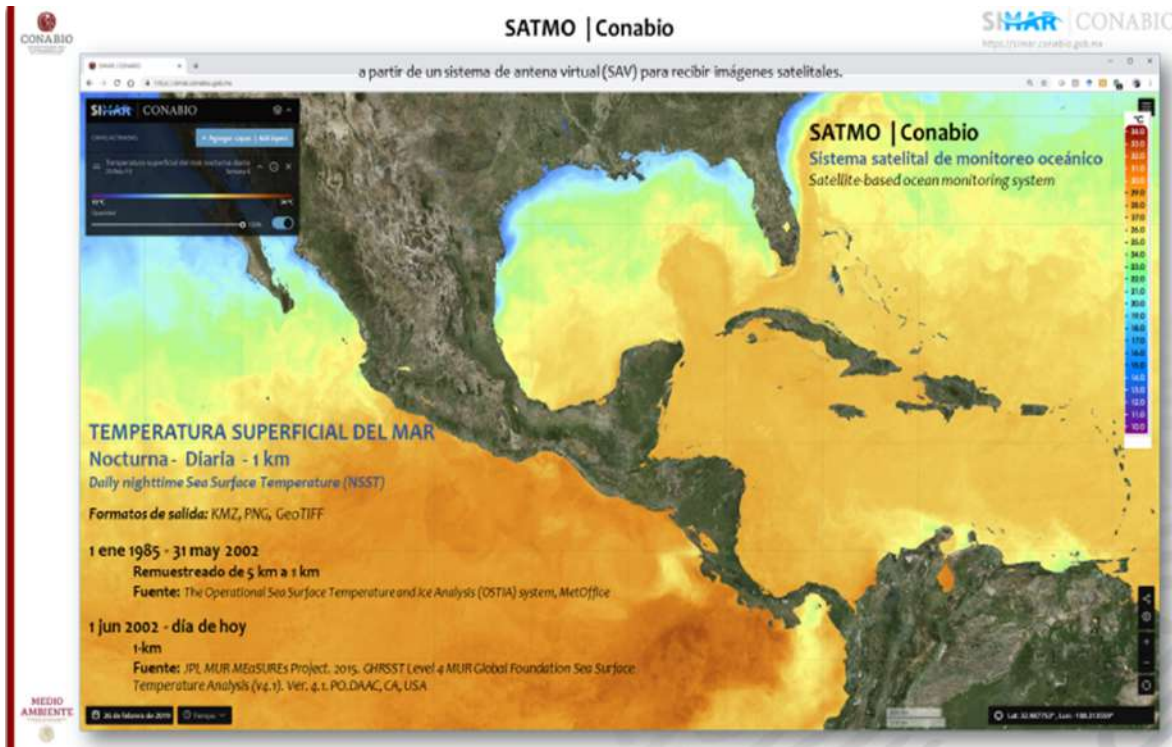
SIMAR CONABIO

Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

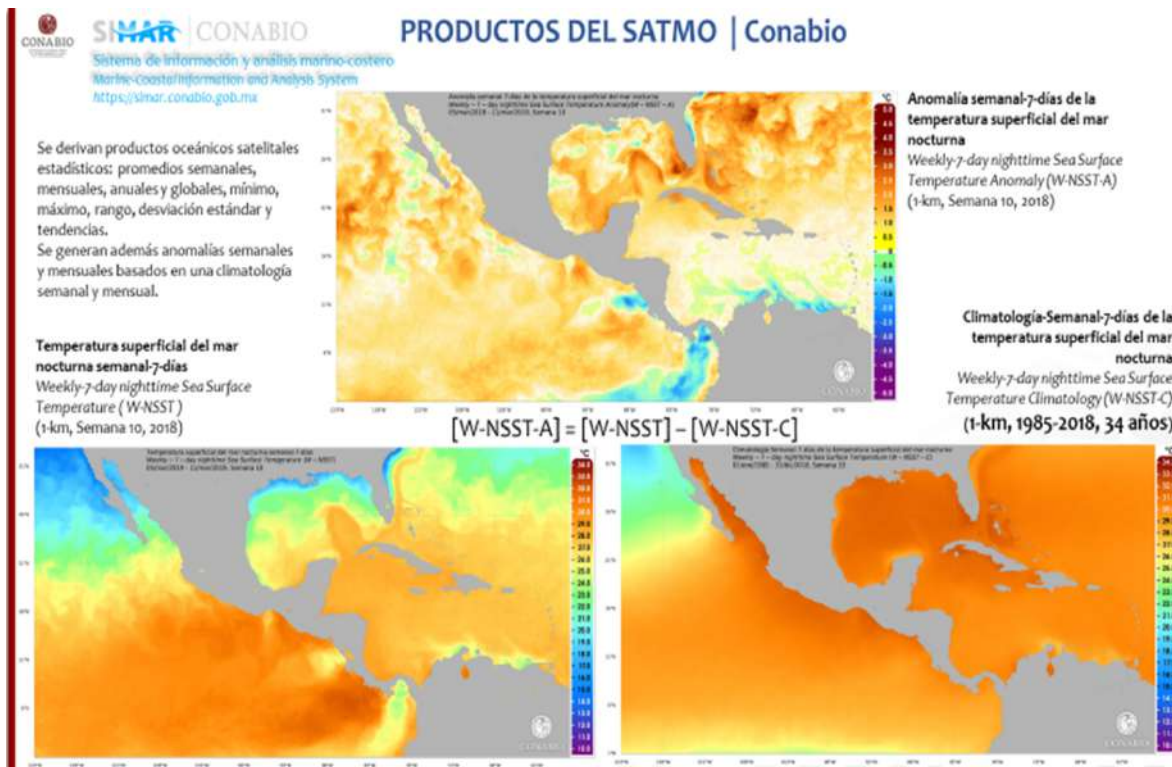


6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



7



8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR CONABIO
Sistema de Información y Análisis Marino-Costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

SATMO
Sistema satelital de monitoreo oceánico
Satellite-based ocean monitoring system

Concentración de la Clorofila a
Formatos de salida: KMZ | PNG | GeoTIFF

Del 1 junio 2002 al día de hoy (operacional)
1-km

... Entre otros productos de color del mar 1-km
MODIS & VIIRS - Blended L4

9

SIMAR CONABIO
Sistema de Información y Análisis Marino-Costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

SIDMO
Sistema in-situ de monitoreo oceánico
In-situ ocean monitoring system

Sistemas de adquisición de datos oceánico, atmosférico y espacial
Systems of acquisition of oceanic, atmospheric and spatial data

SNIB

- Especies**
 - Información de especies
 - Lista roja de especies
 - Catálogo de autoridades taxonómicas
 - Información ecológica y de uso
- Biodiversidad**
 - Índices de biodiversidad
 - Catálogo de sitios (región, país, región prioritaria, etc.)
 - Directorio de biodiversidad
- Ecosistemas**
 - Mapas de distribución de ecosistemas
 - Directorio de ecosistemas

* Hecho de acuerdo a la Ley de Acceso a la Información Pública

10

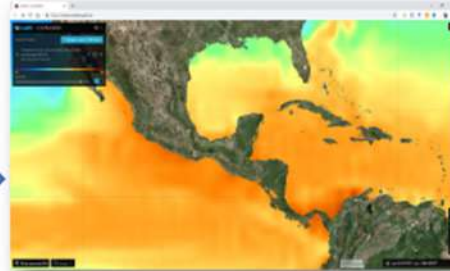


Sistemas de adquisición de datos oceánico, atmosférico y espacial
Systems of acquisition of oceanic, atmospheric and spatial data



SIMOD | Conabio

Sistema de modelos climáticos océano-atmósfera
System of ocean-atmosphere climate models



Temperatura del mar promedio mensual para el escenario RCP 4.5
Monthly Sea Surface Temperature for the RCP 4.5

Se presentan modelos del clima regional y global proveniente de diversas investigaciones.



Sistemas de alertas tempranas
Early warning systems

El Sargazo: Retos y Oportunidades

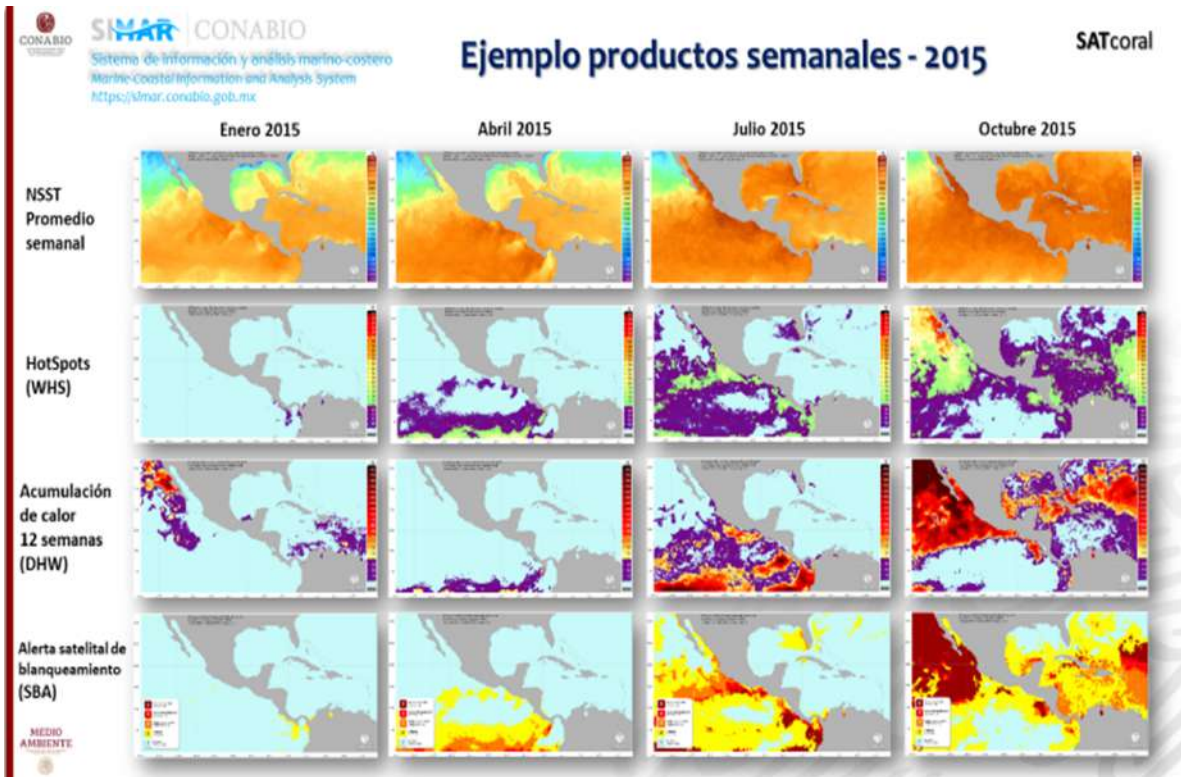


CONABIO
 Sistema de información y análisis marino-costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://smar.conabio.gob.mx>

Sistemas de alertas tempranas
Early warning systems

SATcoral Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales <i>Satellite-based early warning of coral bleaching system</i>	SATsum Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo <i>Satellite-based early warning of Sargassum system</i>
CostaMEX-Caribe Sistema de alerta del estado de salud de los ecosistemas costeros mexicanos: Mar Caribe <i>Warning system of the state of health for the Mexican coastal ecosystems: Caribbean Sea</i>	SATfa Sistema satelital de alerta temprana de florecimientos algales <i>Satellite-based early warning of algal blooms system</i>

13



14



SATcoral | Conabio

Niveles de alerta satelital de blanqueamiento de corales (SBA)

Nivel / Level	Nivel de estrés (texto) / Stress Level (text)	Definición con parámetros satelitales / Definition with satellite parameters	Efecto debido al estrés térmico / Effect due to thermal stress
1	Sin estrés / Without stress	$WHS \leq 0^{\circ}C$	No se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico / Direct effects of coral bleaching due to thermal stress are not expected
2	Vigilancia / Monitoring	$0^{\circ}C < WHS < 1^{\circ}C$	No se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico. Se recomienda vigilancia de corales / Direct effects of coral bleaching due to thermal stress are not expected. Coral monitoring is recommended
3	Posible blanqueamiento / Possible Bleaching	$WHS \geq 1^{\circ}C$ & $0^{\circ}C < DHW < 4^{\circ}C$	Advertencia de posibles eventos de blanqueamiento de corales / Warning of possible coral bleaching events
4	Probable blanqueamiento / Bleaching Likely	$WHS \geq 1^{\circ}C$ & $4^{\circ}C < DHW < 8^{\circ}C$	Alerta de probable eventos de blanqueamiento de corales / Alert of likely coral bleaching events
5	Probable mortalidad / Mortality Likely	$WHS \geq 1^{\circ}C$ & $DHW \geq 8^{\circ}C$	Alerta de probable mortalidad de corales / Alert of likely coral mortality events

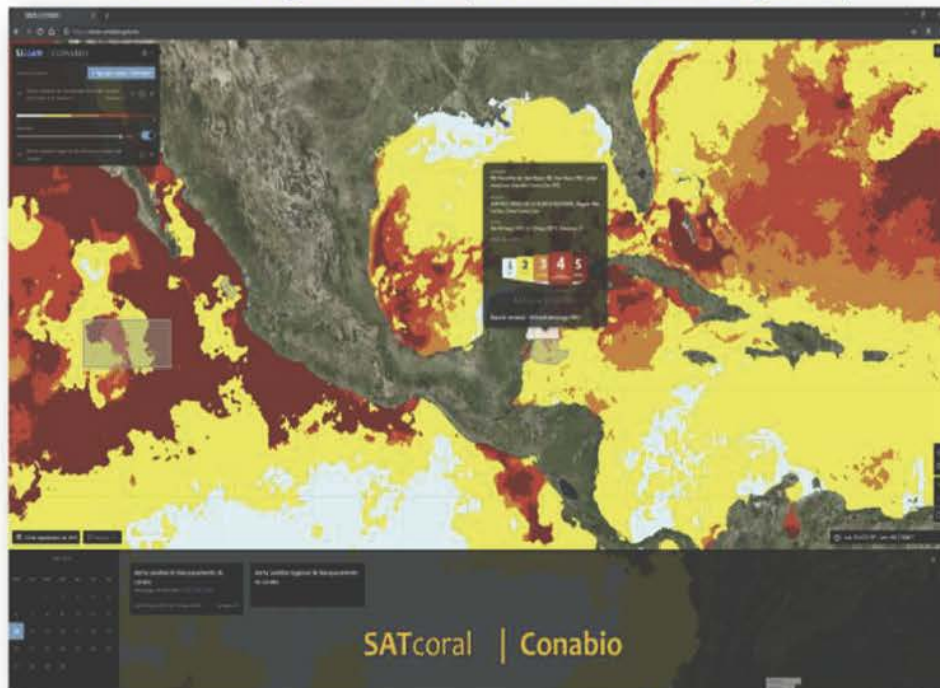
MEDIO AMBIENTE

15



Alerta satelital regional de blanqueamiento de corales (R-SBA)

SIMAR CONABIO



SATcoral | Conabio

MEDIO AMBIENTE

16

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Reporte semanal (ejemplo PDF): alerta satelital regional de blanqueamiento de corales (R-SBA)

SATcoral | Conabio
Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales
Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales

SATcoral - Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales
Sistema de Información y Análisis de Evolución Marina de México - SEMAN

Reporte semanal No. 101-01-2019
Fecha de reporte: 27/05/2019
Semana: 27
Año: 2019
Región: 03 - Océanos de San Juan, 03 - San Juan, 03 - Caribe mexicano (Océano Caribe Sur 03)

Fig. 1. R-SBA: Alerta satelital regional de blanqueamiento de corales

Resumen:
La alerta satelital regional de blanqueamiento de corales (R-SBA) es un producto semanal creado 7 días y 6 horas del año basado en la combinación del índice de blanqueamiento de corales (CIB) y el índice de blanqueamiento de corales (CIB) en la combinación del índice de blanqueamiento de corales (CIB) y el índice de blanqueamiento de corales (CIB). Este índice regional de blanqueamiento de corales (R-SBA) se genera a partir de los datos de los satélites de observación de la Tierra (EOS) y los datos de los satélites de observación de la Tierra (EOS). Para la región 03, se muestran 03 - Océanos de San Juan, 03 - San Juan, 03 - Caribe mexicano (Océano Caribe Sur 03) (Fig. 1), se reporta una alerta Nivel 4, según se define en la tabla 1 (Fig. 1).

Fig. 2. Ubicación de la zona de análisis para el R-SBA dentro de las áreas naturales protegidas marítimas de México

Tabla 1. Índice de alerta satelital de blanqueamiento de corales (R-SBA)

Nivel de alerta	Indicador de blanqueamiento de corales (CIB)	Indicador de blanqueamiento de corales (CIB)	Indicador de blanqueamiento de corales (CIB)	Indicador de blanqueamiento de corales (CIB)
1	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0
2	1.0 - 1.5	1.0 - 1.5	1.0 - 1.5	1.0 - 1.5
3	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0
4	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5
5	2.5 - 3.0	2.5 - 3.0	2.5 - 3.0	2.5 - 3.0

MEDIO AMBIENTE **CONABIO** **CONANP** **gef** **RESILIENCIA**

17

Ciencia ciudadana



Proyecto Monitoreo de Arrecifes Coralinos: blanqueamiento y enfermedades

Este proyecto forma parte del SATcoral | CONABIO, siendo el componente que recopilará la información obtenida por voluntarios y que servirá para calibración y validación.

SATcoral | Conabio
Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales
Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales

MONITOREO DE CORALES EN LOS MARES MEXICANOS: BLANQUEAMIENTO Y ENFERMEDADES

Estadísticas:
1187 Observaciones
86 Especies
160 Fotos

Fig. 1. Monitoreo de arrecifes coralinos: blanqueamiento y enfermedades

Fig. 2. Monitoreo de arrecifes coralinos: blanqueamiento y enfermedades

Actividad:

<https://www.naturalista.mx/projects/monitoreo-de-coralinos-en-los-mares-mexicanos-blanqueamiento-y-enfermedades>

MEDIO AMBIENTE **CONABIO** **CONANP** **gef** **RESILIENCIA**

18

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR | CONABIO
Sistema de Información y Análisis Marino-Costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

Sistemas de alerta temprana
Early warning systems

Sistemas de alerta temprana de blanqueamiento de corales	Sistemas de alerta temprana de Sargazo
Sistemas de alerta temprana de salud de los ecosistemas costeros mexicanos: Mar Caribe	Sistemas de alerta temprana de florimientos algales

SATcoral
Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales
Satellite-based early warning of coral bleaching system

SATsum
Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
Satellite-based early warning of Sargassum system

CostaMEX-Caribe
Sistema de alerta del estado de salud de los ecosistemas costeros mexicanos: Mar Caribe
Warning system of the state of health for the Mexican coastal ecosystems: Caribbean Sea

SATia
Sistema satelital de alerta temprana de florimientos algales
Satellite-based early warning of algal blooms system

Sistemas en desarrollo y en fase de implementación en SIMAR (para el segundo semestre del 2019) | Systems in development and in the implementation phase in SIMAR (for the second half of 2019)

SATsum | Conabio
Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
Satellite-based early warning of Sargassum system

SIMAR | CONABIO

19

ADMINISTRADOR DE CAPAS

- SATMO | Conabio: Sistema satelital de monitoreo oceánico
- SIDMO | Conabio: Sistema in-situ de monitoreo oceánico
- VirtuaSAT | Conabio: Sistema satelital de boyas virtuales para el monitoreo oceánico
- SATcoral | Conabio: Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales
- SATia | Conabio: Sistema satelital de alerta temprana de florimientos algales
- SATsum | Conabio: Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
- CostaMEX-Caribe | Conabio: Sistema de alerta del estado de salud de los ecosistemas costeros mexicanos: Mar Caribe

COBERTURA DE SARGAZO
Satellite Sargassum Coverage

ÍNDICE ALTERNATIVO DE ALGAS FLOTANTES (Experimental on Aquarius)
Daily Alternative Floating Algae

Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Aqua / MODIS
[CONABIO-USF, L3 Mapped, 14km, 1xJ2002-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹]

Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Terra / MODIS
[CONABIO-USF, L3 Mapped, 14km, 1xJ2002-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹]

Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Aqua / MODIS

DESCRIPCIÓN
Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Aqua/MODIS
Daily Alternative Floating Algae Index - Aqua/MODIS (1 km, L3 Mapped, 1xJ2002-realtime)

Producto / Product: Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Aqua/MODIS / Daily Alternative Floating Algae Index - Aqua/MODIS (Aqua)

Nombre corto / Short name: AFI-Aqua

Cobertura temporal / Temporal coverage: Jul 1, 2002 - (6a anterior al presente / 6a before the present)

Resolución temporal / Temporal resolution: Diario / Daily

Resolución espacial / Spatial resolution: 1 km - 0.01 grados (Latitud) x 0.01 grados (Longitud)

Nivel del producto / Product Level: L3 Mapped

Cobertura geográfica / Geographic coverage: 15, 33.0, -123.0, 56.0 grados (Algunos)

Proyección / Projection: Proyección cilíndrica equidistante (GCS)

20

El Sargazo: Retos y Oportunidades



CONABIO
SIMAR CONABIO
Sistema de Información y Análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

SATsum | Conabio
Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
Satellite-based early warning of Sargassum system

21/abr./2019
Semana 15
Índice Alternativo de Algas Flotantes
Índice - Aqua/MODIS
Daily Alternative Floating Algae Index -
Aqua/MODIS (AFAI-Aqua)
[1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime]



21

CONABIO
SIMAR CONABIO
Sistema de Información y Análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

SATsum | Conabio
Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
Satellite-based early warning of Sargassum system

21/abr./2019
Semana 15
Cobertura de sargazo diaria -
Aqua/MODIS
Daily Sargassum Coverage - Aqua/MODIS
(DSC-Aqua)
[1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime]



22

El Sargazo: Retos y Oportunidades

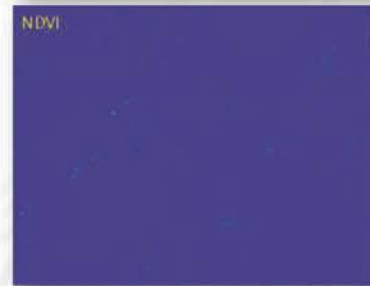
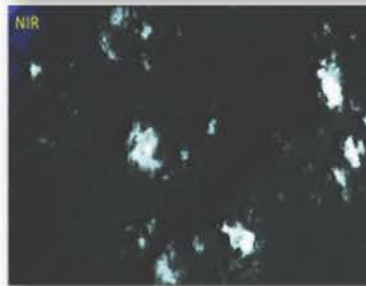
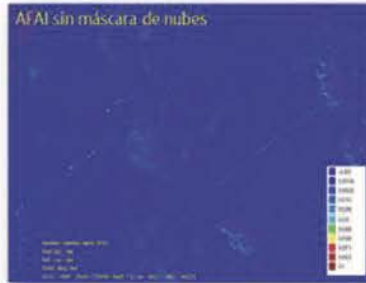





 Sistema de Información y Análisis marino-costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://simar.conabio.gob.mx>

SATsum | Conabio
 Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
 Satellite-based early warning of Sargassum system

AVANCES DEL
 PROCESAMIENTO
 CON SENTINEL-2
 15 Ago. 2018



23

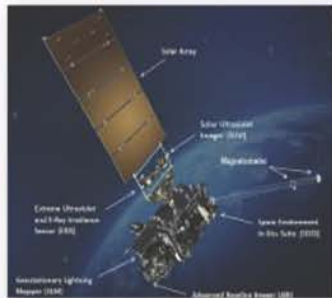



 Sistema de Información y Análisis marino-costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://simar.conabio.gob.mx>

SATsum | Conabio
 Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
 Satellite-based early warning of Sargassum system

AVANCES DEL
 PROCESAMIENTO CON EL
 SENSOR ABI DEL GOES-16

Detección de sargazo pelágico a escala regional por satélites geostacionarios



Sensor	Satélite	Operador	Bandas espectrales para los productos: Banda espectral (Resolución temporal (Reflectancia de Rayleigh))	Periodo analizado (Resolución espacial de los productos (FAI, AFAL, DSC, RSA))	Evolución temporal de los sensores para el área SIMAR y ZIC-México
ABI	GOES-16 GOES-East GOES-R GOES-X	NOAA/NASA	2A: 640 nm @ 300m 3A: 640 nm @ 300m 4: 640 nm @ 300m 5: 640 nm @ 300m	Dic-18, 2017 - Hoy en día @ 15km	cada hora durante el día

Acceso a datos en tiempo-real desde la nube de Amazon:
<https://noaa-goes16.s3.amazonaws.com/index.html#ABI-L2-CMIPM/2019/168/>

24

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SMAR CONABIO
 Sistema de información y análisis marino costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://smar.conabio.gob.mx>

SATsum | Conabio
 Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
 Satellite-based early warning of Sargassum system

Evaluación de impactos en la zona costera – Apoyo con imágenes de alta resolución



Dic. 2017

Ago. 2018

27



SMAR CONABIO
 Sistema de información y análisis marino costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://smar.conabio.gob.mx>

NATURALISTA - Conabio

SATsum
 Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo
 Satellite-based early warning of Sargassum system



Tabla 1. Nivel de acumulación de sargazo en playas (fotos e fotos representativas), asociado al nivel de impacto ecológico-social-económico, basado en observación in situ.

Nivel de acumulación	Descripción del nivel de acumulación	Fotos representativas al nivel de acumulación	Nivel de impacto	Descripción del nivel de impacto
1	Sin o muy poco sargazo		Sin impacto	Sin impacto ecológico en la arena (detrimento y erosión de la playa), el mar (corales, peces marinos, peces, aves), organismos bentónicos y calidad del agua; bienestar socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
2	Baja acumulación		Bajo impacto	Bajo impacto ecológico en la arena (detrimento y erosión de la playa) y en corales, peces marinos, peces, aves, organismos bentónicos y calidad del agua; Sin impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
3	Mediana acumulación		Impacto moderado	Medio impacto ecológico en la arena (detrimento y erosión de la playa) y en corales, peces marinos, peces, aves, organismos bentónicos y calidad del agua; Impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
4	Alta acumulación		Alto impacto	Alto impacto ecológico en la arena (detrimento y erosión de la playa) y en corales, peces marinos, peces, aves, organismos bentónicos y calidad del agua; Impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
5	Muy alta acumulación		Muy alto impacto	Muy alto impacto ecológico en la arena (detrimento y erosión de la playa) y en corales, peces marinos, peces, aves, organismos bentónicos y calidad del agua; Impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.

26



SIMAR | CONABIO
 Sistema de información y análisis marino-costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://simar.conabio.gob.mx>

Sistemas de alerta temprana

Early warning systems

Sistemas de alertas tempranas
Early warning systems

<p>SATcoral Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales <i>Satellite-based early warning of coral bleaching system</i></p>	<p>SATsurn Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo <i>Satellite-based early warning of Sargassum system</i></p>
<p>CostaMEX-Caribe Sistema de alerta del estado de salud de los ecosistemas costeros mexicanos: Mar Caribe <i>Warning system of the state of health for the Mexican coastal ecosystems: Caribbean Sea</i></p>	<p>SATIa Sistema satelital de alerta temprana de florecimientos algales <i>Satellite-based early warning of algal blooms system</i></p>

Sistemas en desarrollo y en fase de implementación en SIMAR (para el segundo semestre del 2019) | Systems in development and in the implementation phase in SIMAR (for the second half of 2019)

MEIO AMBIENTE

27

SIMAR | CONABIO
 Sistema de información y análisis marino-costero
 Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://simar.conabio.gob.mx>

Cartografía de la cobertura béntica y relieve submarino

CostaMEX - Caribe

Aguas poco profundas del arrecife mesoamericano mexicano

Ecosistema Arrecifal del Caribe mexicano

Verificación en campo (mapa de cobertura y relieve): Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Yuc.

23 imágenes satelitales WV-2; 674 observaciones *in situ*; más de 1 millón de datos de sondeo batimétrico o de profundidad; 1001.3 km² de área cartografiada; un promedio de 18 m de profundidad cartografiada

MEIO AMBIENTE

28

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

Cartografía de la cobertura béntica y relieve submarino

Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano

CostaMEX - Caribe
Área total: 1001.3 km²

Batimetría satelital

Cerdeña-Estrada, S., R. Martel-Dubois, T. Hoopes, L.O. Rosique-Dela Cruz, P. Bianchi, S. Orendorf, A. Múler, R. Silva-Castillo, U. Méndez-Tapia, M. J. Martínez-Corzo, L. Carillo, M. J. Cruz López, R. Post. 2018. Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano. Documento Técnico. Escala 1:8,000. Edición 1. CONABIO, UNAM, CIRESITAL, ECOLOGIA, MAREL. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/informacion/temas/temas/batimetria> <http://www.biodiversidad.gob.mx/marec>

Relieve Submarino

A. Primer nivel de Terraza
1. Piso Lagunar
2. Arrecife Posterior
3. Cresta Arrecifal
4. Arrecife Frontal
5. Macizo Rocosó

B. Segundo nivel de terraza

Cerdeña-Estrada, S., L.O. Rosique-Dela Cruz, P. Bianchi, A. Uribe-Martínez, R. Martel-Dubois, M. J. Martínez-Corzo, M. J. Cruz López, R. Post. 2018. Anverso Submarino del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano. Documento Técnico. Escala 1:8,000. Edición 1. CONABIO, UNAM, MAREL. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/informacion/temas/temas/batimetria> <http://www.biodiversidad.gob.mx/marec>

Cobertura bentónica

Cobertura bentónica por clases

Clase	Porcentaje
Primer nivel de Terraza	22%
Segundo nivel de terraza	31.7%
Macizo Rocosó	28.1%
Arrecife Frontal	2.5%
Arrecife Posterior	2.4%
Piso Lagunar	1.3%
Arrecife	1.6%
Macizo	1.4%
Arrecife Rocosó	0.2%

Evaluación por especies. Cantidad global: 22.57

Cerdeña-Estrada, S., M. J. Martínez-Corzo, L.O. Rosique-Dela Cruz, M. Kolla, A. M. González-Franco, A. Uribe-Martínez, R. Martel-Dubois, J.R. Carrero-Pérez, L. Álvarez-Piña, M. J. Cruz López, R. Post. 2018. Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano. Documento Técnico. Escala 1:8,000. Edición 1. CONABIO, UNAM, MAREL. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/informacion/temas/temas/batimetria> <http://www.biodiversidad.gob.mx/marec>

SIMAR CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-coastal information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

CostaMEX - Caribe

Programa de monitoreo de la biodiversidad marina en ANP del Caribe mexicano

Protocolo para el monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano

30

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR | CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://smar.conabio.gob.mx>



Herramientas para descarga,
geovisualización y análisis
*Tools for download, geovisualization and
analysis*



31



SIMAR | CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://smar.conabio.gob.mx>



Herramientas para descarga,
geovisualización y análisis
*Tools for download, geovisualization and
analysis*



VirtualSAT
Sistema satelital de boyas virtuales
para el monitoreo oceánico

*Satellite-based virtual buoys ocean
monitoring system*



32

El Sargazo: Retos y Oportunidades



VirtualSAT
Boyas virtuales
Virtual buoys

Se incluyen boyas virtuales (estaciones) predefinidas dentro de la Zona Económica Exclusiva de México, ZEE de Cuba, Mar Caribe y Golfo de México, que contienen series de tiempo sobre datos o información de todos los productos (capas) de SIMAR, que pueden ser graficadas y descargadas.

33

Boyas virtuales
Series de tiempo de datos satelitales

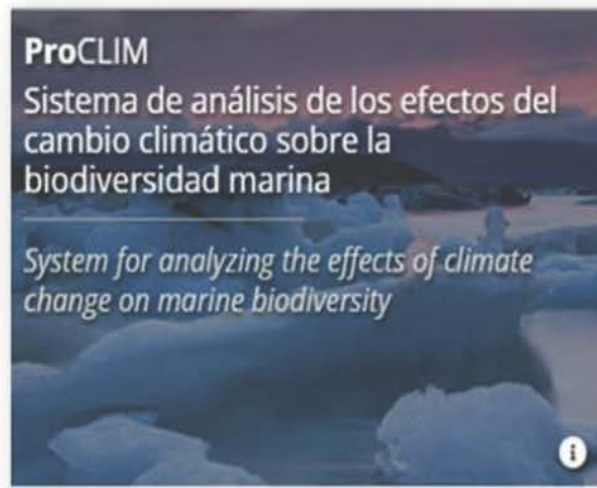
Puerto Morelos, QR, México
1 ene. 1985 al 15 mar. 2019
Promedio 7 días y Anomalías 7 días

34



35

Sistemas en fase de desarrollo en SIMAR
Systems in development phase in SIMAR



36

El Sargazo: Retos y Oportunidades



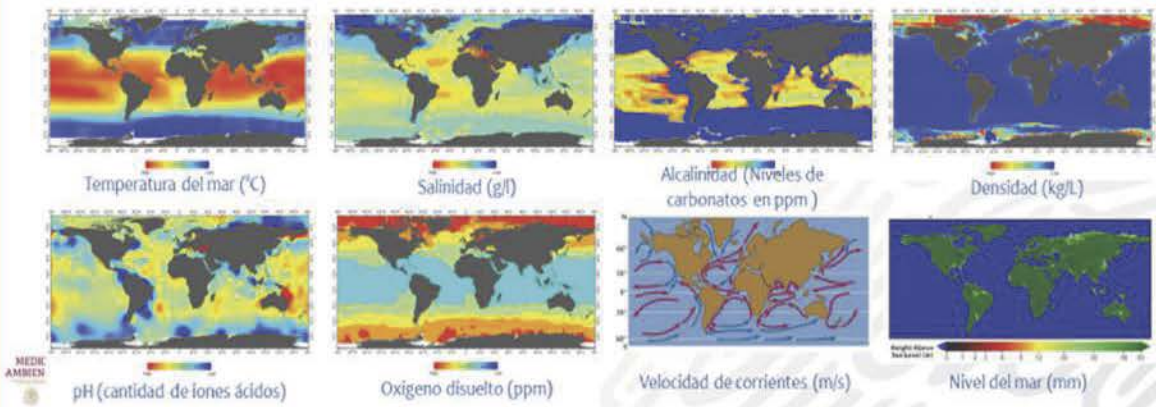
SIMAR CONABIO
Sistema de Información y Análisis Marino-Costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://simar.conabio.gob.mx>

SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS
INFORMATION AND ANALYSIS SYSTEMS

ProCLIM | Conabio

Sistema de análisis de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad marina
System for analyzing the effects of climate change on marine biodiversity

- Es un sistema de análisis geoespacial para proyección de las condiciones ambientales oceánicas y atmosféricas bajo las trayectorias de Concentración Representativas (RCP 4.5 y 8.5) propuestas por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), para el periodo 2005-2099



35



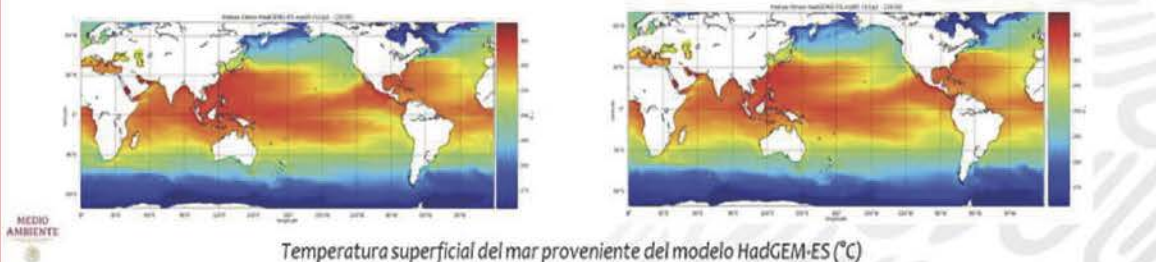
SIMAR CONABIO
Sistema de Información y Análisis Marino-Costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://simar.conabio.gob.mx>

SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS
INFORMATION AND ANALYSIS SYSTEMS

ProCLIM | Conabio

Sistema de análisis de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad marina
System for analyzing the effects of climate change on marine biodiversity

- En ProCLIM se utiliza únicamente el modelo de circulación general atmósfera-océano acoplado **HadGEM2-ES** desarrollado por el Met office Hadley Centre for Climate Science and Services, para simular la evolución del clima en mares mexicanos



Temperatura superficial del mar proveniente del modelo HadGEM-ES (°C)

36



SIMAR CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://prosimar.conabio.gob.mx>

SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS
INFORMATION AND ANALYSIS SYSTEMS

ProCLIM | Conabio

Sistema de análisis de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad marina
System for analyzing the effects of climate change on marine biodiversity

- Análisis de las proyecciones espacio-temporales de distribución de la biodiversidad marina asociada a las condiciones ambientales (ej. temperatura), bajo escenarios RCP4.5 y RCP 8.5 de cambio climático (2019-2099), en función de los umbrales de tolerancia de especies marinas para el desempeño de procesos biológicos del coral *Acropora palmata*.



Acropora palmata	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima
Reproducción y desarrollo	18.0°C	30°C
Desempeño fisiológico	18.0°C	29°C
Mantenimiento de poblaciones	18°C	31.5°C
Estado físico y salud	18°C	31.5°C

Algoritmo de máxima entropía (MAXENT)

MEIO AMBIENTE

37



SIMAR CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<http://prosimar.conabio.gob.mx>

El desarrollo de SIMAR constituye una herramienta de apoyo para las siguientes iniciativas internacionales:

- **Red de Observación de la Biodiversidad Marina (Marine Biodiversity Observation Network, MBON)**, para documentar los cambios que ocurren en la biodiversidad marina a lo largo de las costas de las Américas (Polo a Polo, desde el Ártico hasta la Patagonia y la Antártida)
- **Red Antares – ChloroGIN**, al integrar series de mediciones in-situ y satelitales para la detección de los cambios a largo plazo sobre los ecosistemas marinos de América.
- **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, particularmente el SDG14 - Vida debajo del mar**, para conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- **Metas de Aichi (Meta 10 - eje 1. conocimiento)**, para reducir al mínimo las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento.
- **Convenio de Cartagena o Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe (WCR)**, para la protección del Mar Caribe, respaldado por 3 protocolos: derrames de hidrocarburos, áreas especialmente protegidas y vida silvestre y contaminación marina basada en fuentes terrestres.

MEIO AMBIENTE

38

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SIMAR CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>

Alianzas y colaboraciones / Alliances and collaborations:



39



SIMAR CONABIO
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System
<https://simar.conabio.gob.mx>



GRACIAS!

Dr. Sergio Cerdeira Estrada
sergio.cerdeira@conabio.gob.mx



Referencia: Cerdeira-Estrada, S., R. Martell-Dubois, J. Valdéz, L. Rosique, R. Resal, 2018. Sistema de información y análisis marino-costero | Marine-Coastal Information and Analysis System (SIMAR). CONABIO, México. (<https://simar.conabio.gob.mx>)

40

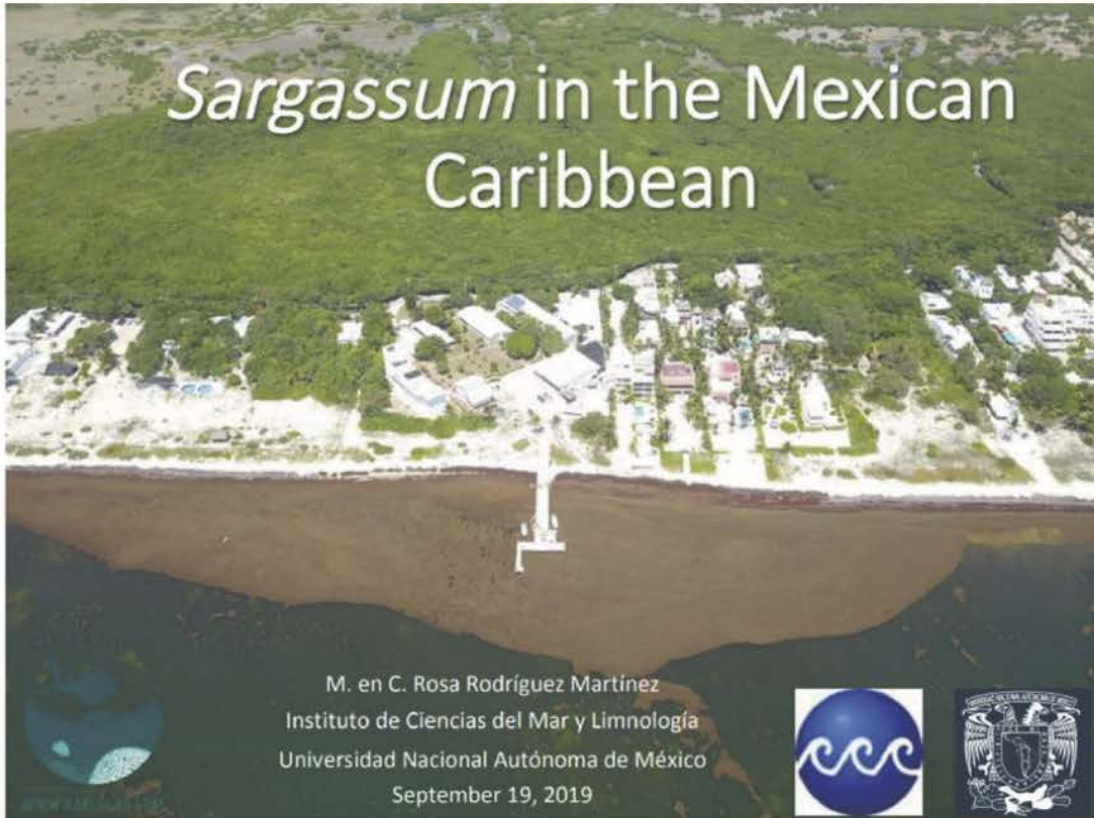


Rosa Elisa Rodríguez Martínez



She obtained her master's degree in science (Biology) from the Universidad Nacional Autónoma de México. Since 1997, works as an Academic Technician in the Coral Reef Ecology Laboratory of the Coral Reef Unit (Puerto Morelos, Quintana Roo), from the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Her main area of research are the natural and anthropogenic factors that affect coral reefs. Her work has been focused in four areas: research, conservation of natural resources, environmental education and public awareness. She has been co-authoring of 19 peer reviewed manuscripts, five book chapters and 37 public awareness articles. Her publications have received 1004 citations (i10 index = 18). She was a promotor for the creation of the Puerto Morelos reef national park and president of the advisory council from 2001-2007. In 2018, she was awarded with the Sor Juana Ines de la Cruz medal from the Universidad Nacional Autónoma de México for her academic production.

Since 2015, she has been involved with different governmental and non-governmental groups to try to have a better understanding and management of the massive arrival of pelagic Sargassum to the Mexican Caribbean coast. She co-authored a book chapter describing the Sargassum event of 2015 on this coast and two manuscripts describing the ecological impact of Sargassum beaching and decomposition on coral reef fauna and sea-grasses. She is advisor of the Puerto Morelos Protocol, an NGO dedicated to find an adequate solution for the management of Sargassum, including its removal from the ocean and the beach, its transportation, its final disposition and its use.



1

Study area



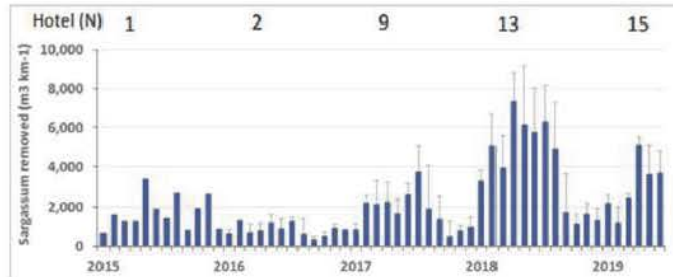
2

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Increment in biomass from 2015 to 2018

Hotels adjacent to Puerto Morelos Reef National Park (Mean ± SE)



Year	m ³ km ⁻¹
2015	19,780
2016	10,270
2017	20,990
2018	48,523
2019-July	19,632

* Mixed w/sand & seagrass

3

Environmental problems

Erosion,
Compaction,
destruction
of turtle
nests &
hatchlings



Source: Google Earth

4

El Sargazo: Retos y Oportunidades



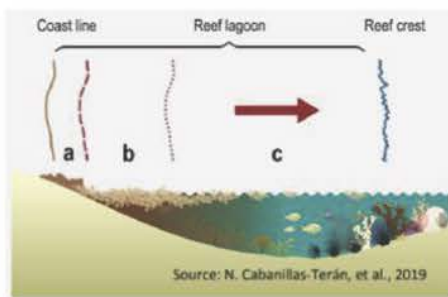
Rapid change in water quality along the coast since 2015



Source: Dr. Eric Jordán, UNAM

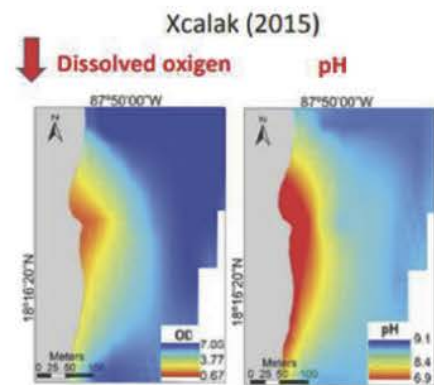
5

Mortality of benthic flora (since 2015)



Puerto Morelos (2015)

	Before <i>Sargassum</i> (Feb. 2013)	After <i>Sargassum</i> (Oct. 2015)
Sediment organic matter (%)	1.0 ± 0.4	14.5 ± 4.3



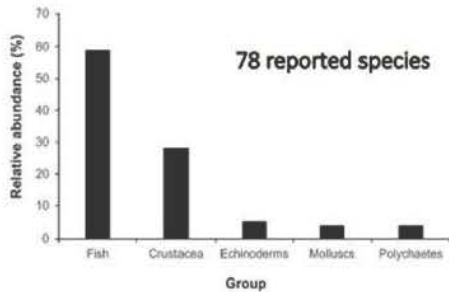
Source: van Tussenbroek et al. 2017

6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Mortality of motile fauna (since 2018)



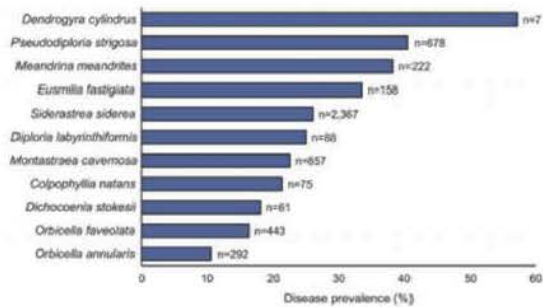
	Normal Puerto Morelos reef	2018*
Oxygen (mg/L)	5.5	1.9-2.4
Ammonium ($\mu\text{mol/L}$)	0.03 - 0.24	4.6-6.8
Phosphorus ($\mu\text{mol/L}$)	0.32 - 0.57	3.9-6.1

*Up to 480 m from the shore

Source: Rodríguez-Martínez et al., (2019)

7

Massive mortality of corals (since 2018)



82 sites surveyed (July 2018- April 2019) - 450 km

24 species affected (out of 46)

Possibly local extinctions of *Dendrogyra cylindrus* and *Meandrina meandrites*

Source: Alvarez-Filip et al. 2019

8

Mortalities of 80-100% in monitored colonies of *Pseudodiploria strigosa* (Jordán, UNAM)

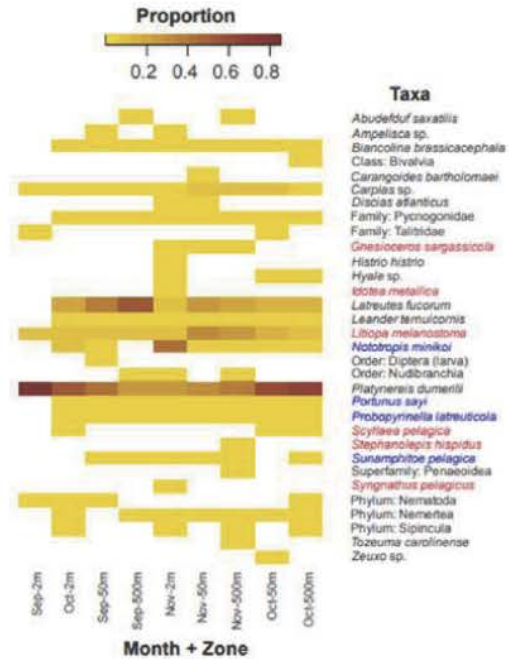
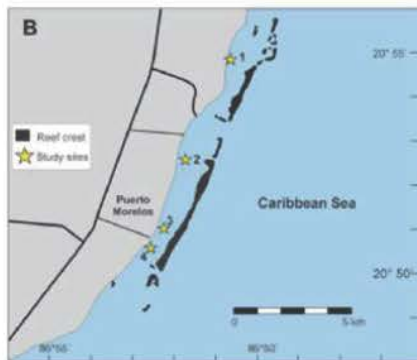
El Sargazo: Retos y Oportunidades



Possible introduction of species to coastal systems

32 Taxa (N = 10,296 ind)

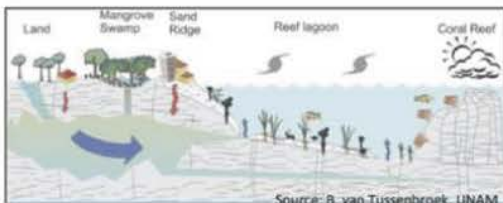
2m, 50 m, 500 m



9

Source: Monroy-Velazquez et al. (accepted JEMA)

Potential pollution of aquifer with nutrients & metals



Source: B. van Tussenbroek, UNAM

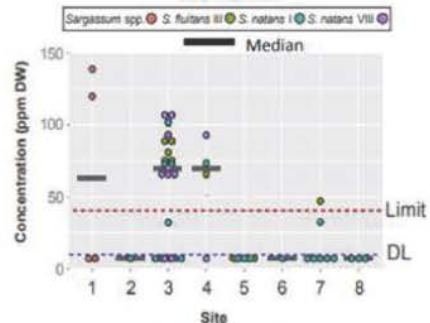
Nutrients (kg km⁻¹)

Element	From Aquifer (monthly average)	<i>Sargassum</i> 2015 (peak month)*
N	200	6,200
P	6-18	61
Source	Hernández-Terrones et al. (2011)	Van Tussenbroek et al. (2017)

* Based on a volumen of 9,726 m³ of *Sargassum* km⁻¹



Arsenic



Source: Rodríguez-Martínez et al. (in prep.)

10

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Damage to other ecosystems is unknown



Sargassum spreading on crops (or gardens):

- Risk of salinization for soils (high sodium content (7g/kg))
- Result in compaction and reduced circulation of water
- Salt content makes absorbing water difficult for plants.

Source: ADEME French Environment & Energy Management Agency

11

Economic problems

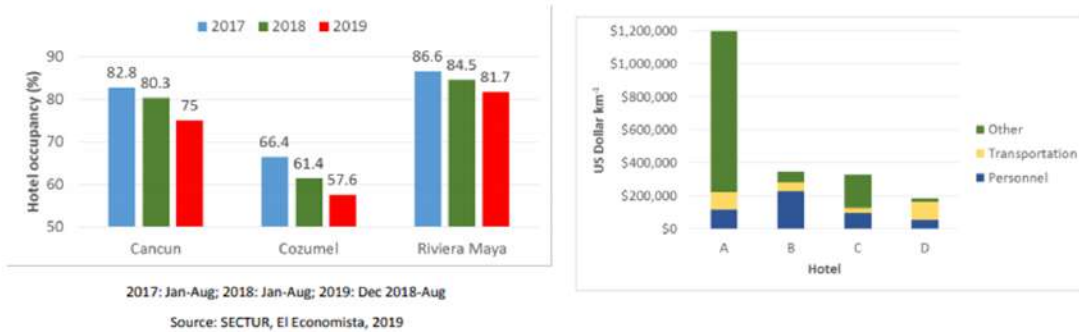


Photo: Alonso Cupul

12



Reductions in occupancy & prices



13

Additional costs



Barriers
~ \$150 - \$400 USD m⁻¹



Boats
~ \$200,000 - 1 million USD



Bands
\$15,000 USD



Pumps
\$120,000 USD



Sand recovery
\$2 million USD

- Transportation of equipment
- Permits (importation & use)
- Taxes paid by tourists
- Storage of equipment
- Maintenance of equipment
- Compensations to tourists
- Disposal sites quota

14



Sargassum management



15

Aknowlegments:

Dra. Brigit van Tussenbroek
Dr. Lorenzo Álvarez Filip
Dr. Eric Jordán
Dra. Maricarmen García
Dra. Vanessa Francisco
Dr. Antonio Almaráz
Ing. Octavio Granados
Biól. Verónica Ramos
Biól. Antonio Ortíz
Biól. Gerardo Castañeda
Dr. Miguel A. Diego
Protocolo Puerto Morelos A.C.
Ing. Antonio Lazcano
Biól. Horacio Ocampo
Sra. Imelda Juárez
Lic. Lucía Paredes



16

El Sargazo: Retos y Oportunidades





James Francis Roderick Gower



- Date of birth, 25 July 1940
- **Education and training**
 - Bachelors, Physics, University of Cambridge, UK 1962
 - Doctorate, Radio-astronomy, University of Cambridge, UK 1966
- **Employment history**
 - Research Fellow, Radio-astronomy, University of Cambridge, UK 1966-7
 - Assistant Professor, Physics, University of British Columbia, Canada 1967-71
 - Research Scientist, Oceanography Institute of Ocean Sciences, Sidney, BC, Canada
- **Awards and honors**
 - Research Scientist Emeritus Institute of Ocean Sciences, Sidney, BC, Canada
 - Canadian Remote Sensing Society Gold Medal for the year 2000 for significant contributions to remote sensing
 - Pan-Ocean Remote Sensing Conference Distinguished Science Award, 2006 President of PORSEC (Pan Ocean Remote Sensing Conference) 2008-2012 Member ESA MERIS SAG Team 2002-2007.
 - NASA Peer Review Committees for ice and ocean applications, 2003, 2004, 2010
 - Past member NASA Geos-3 Altimeter Team, NASA Seasat SAR Team, NASA Ocean Color Working Group, Seawifs Science Team
 - Past member, Satellite Observing System Working Group, World Climate Research Program.
 - Past official positions in International Unions: SCOR, COSPAR, URSI, IUCRM, and in Canadian
 - National Committees: Remote Sensing, SURSAT, GCOS, Geoid CMOS Canada National Tour Speaker for 1993.



Satellite Observations of Sargassum

Jim Gower

Institute of Ocean Sciences (Emeritus)
Fisheries and Oceans Canada
jim.gower@dfo-mpo.gc.ca

1

Summary

- Floating Sargassum mats are very easy for satellites to detect using optical (near infrared) imaging
- MODIS (Aqua and Terra), VIIRS, OLCI (Sentinel 3A and 3B) all cover wide swaths with regular coverage at 300m to 1000m spatial resolution. Higher resolution satellites can see smaller mats, but give less frequent coverage and are generally less useful
- We first saw Sargassum from space in 2005 moving from the Gulf of Mexico into the Sargasso Sea. We then saw the change in 2011 when Sargassum spread to the Equatorial Atlantic and Caribbean
- As of 2019, Sargassum shows no sign of shrinking back to its pre-2011 range

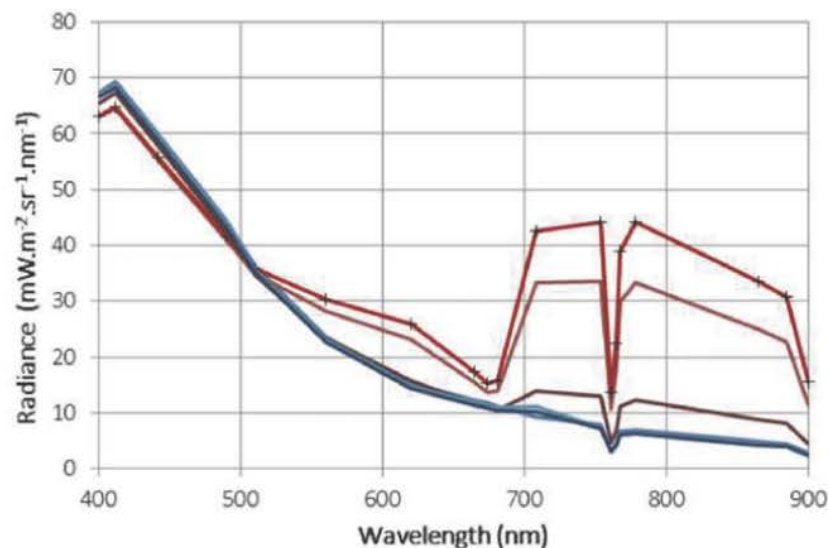
2



Wide-swath satellite data

- Satellites detect Sargassum and other vegetation using the “red edge” reflectance increase at wavelengths longer than 700nm.
- The Sargassum Watch System (SaWS) at <https://optics.marine.usf.edu/projects/saws.html> uses the US MODIS and VIIRS data, available since 1999
- I use the European OLCI sensors on the Sentinel 3a and 3b satellites, which produce daily, global composites of an MCI (Maximum Chlorophyll Index), sensitive to Sargassum, available 2002 to 2012 and since October 2016

3

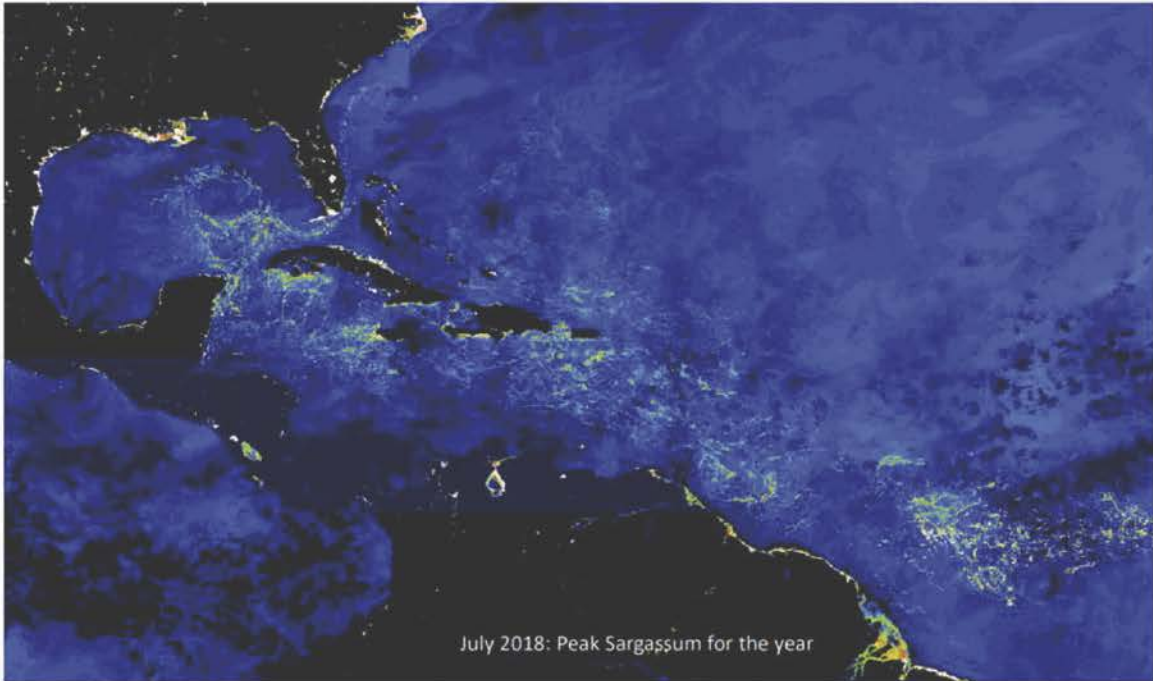


OLCI spectra of Sargassum (red/brown) and clear water (blue/green) showing “red edge” increase near 700nm. Black crosses show wavelengths of OLCI bands. MCI index measures increase at 709nm.

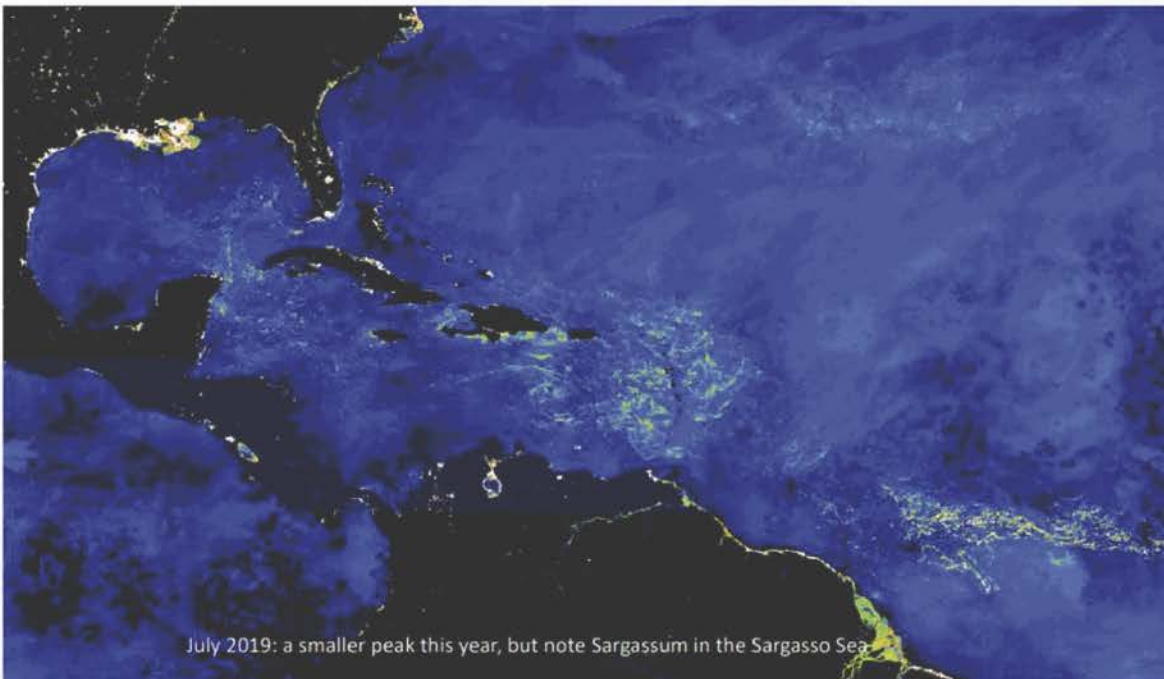
4



El Sargazo: Retos y Oportunidades

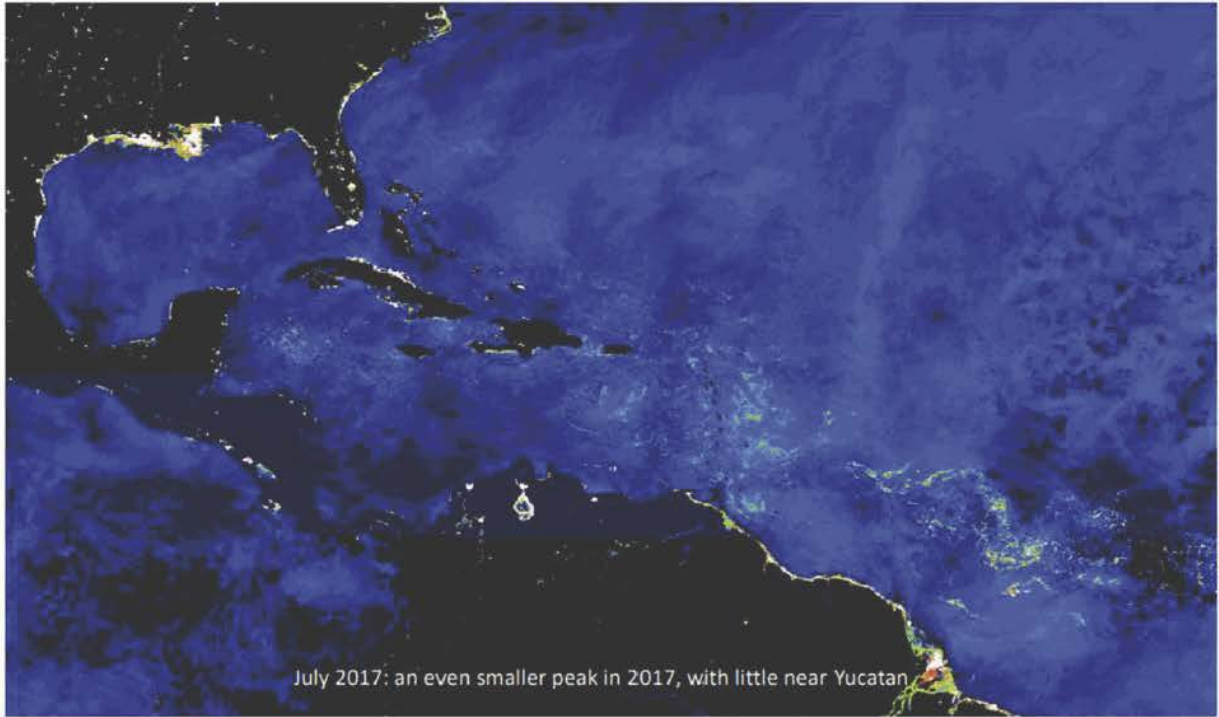


5

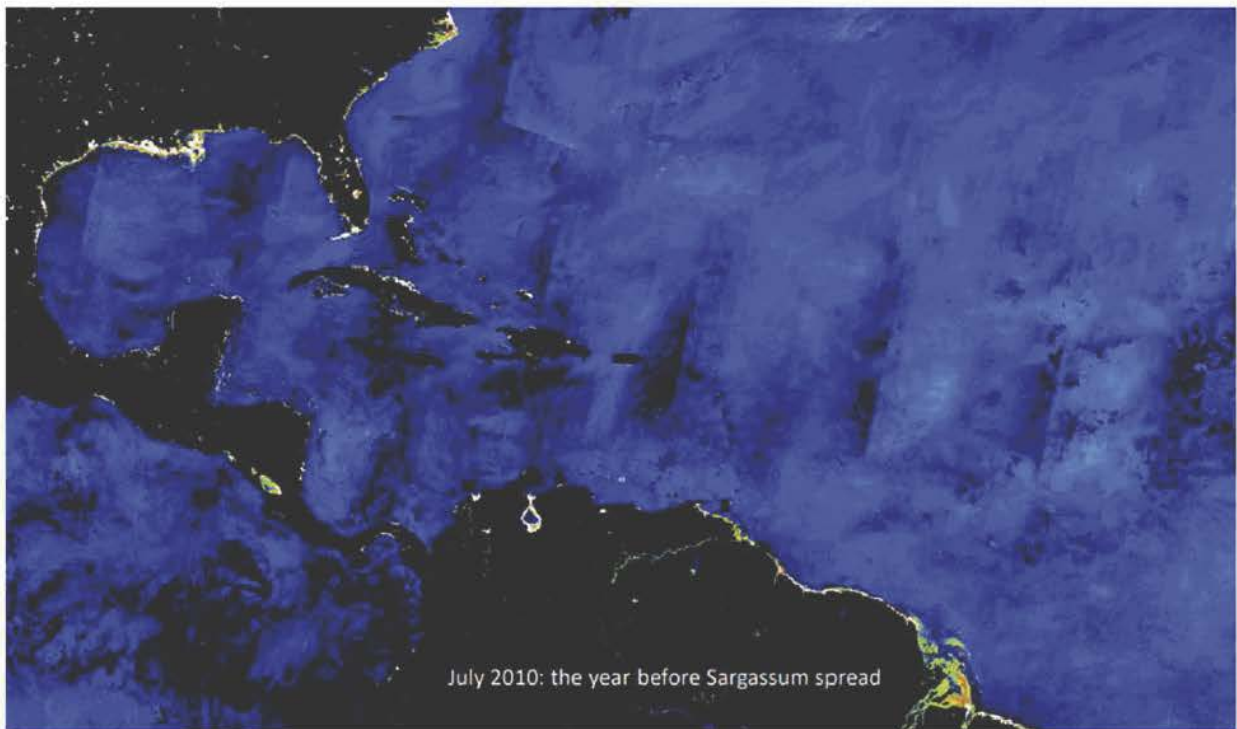


6

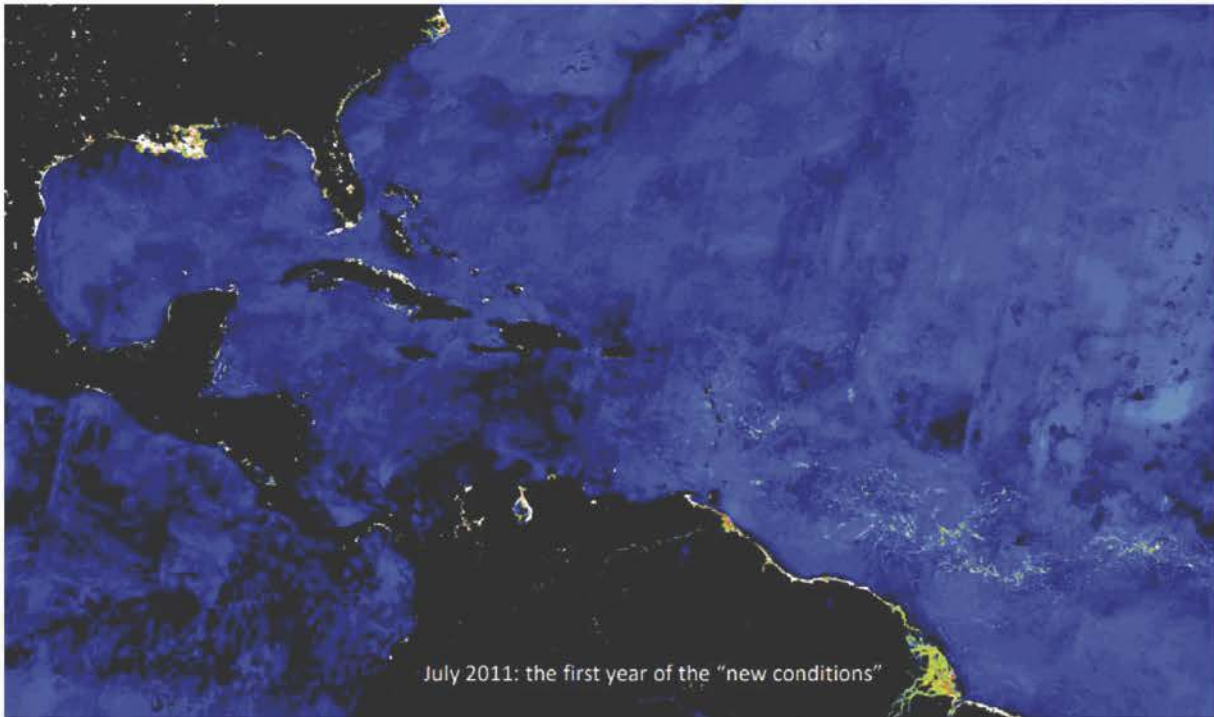
El Sargazo: Retos y Oportunidades



7



8



9

These image composites show:

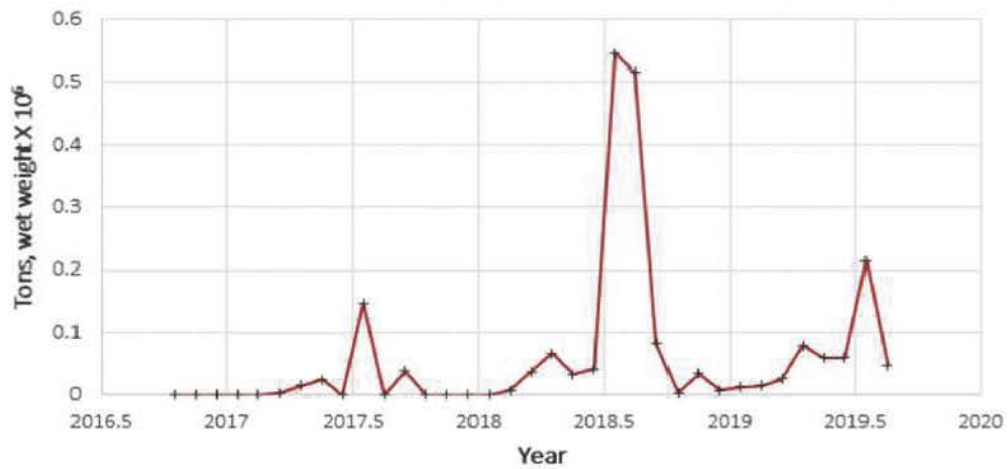
- July 2018: month of most Sargassum along Yucatan Caribbean coast
- July 2019: high Sargassum along Yucatan Caribbean coast, but less than in 2018. Note Sargassum in Sargasso Sea.
- July 2017: low Sargassum along Yucatan Caribbean coast
- July 2010: Pre-2011 conditions: no Sargassum along Yucatan Caribbean coast, and very little anywhere else (MERIS data)
- July 2011: high Sargassum first appears in Equatorial Atlantic (MERIS data)

10

El Sargazo: Retos y Oportunidades

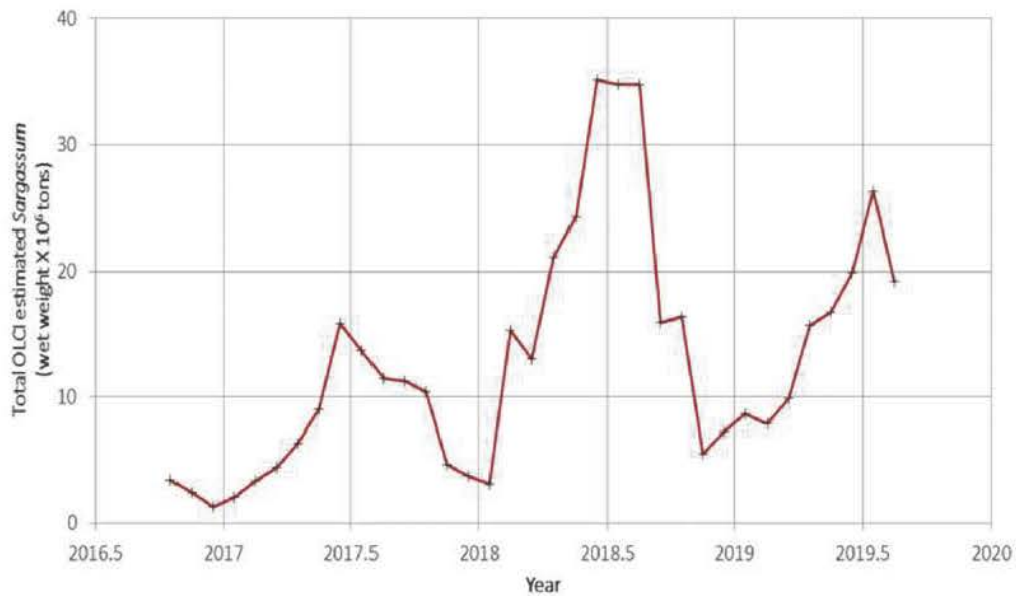


Sargassum E of Yucatan 18-21.5N, 84-86.5W



Biomass estimated from OLCI (Ocean and Land Colour Imager), Sentinel 3a satellite, monthly composite images

11



Total Sargassum in GoM, Caribbean, equatorial Atlantic estimated from OLCI (Ocean and Land Colour Imager), Sentinel 3a satellite, monthly composite images

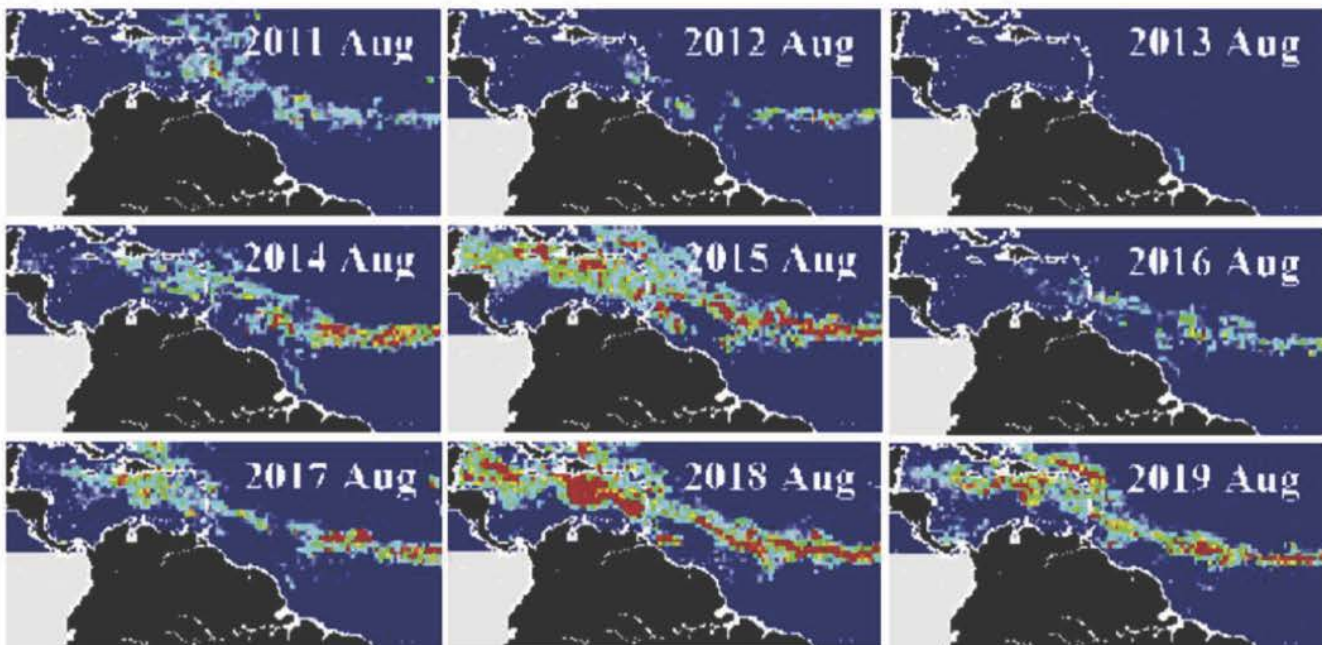
12



SaWS data from the US MODIS and VIIRS

- Daily data since 1999
<https://optics.marine.usf.edu/projects/saws.html>
- AFAI (Advanced Floating Algae Index) images and composites
- Yucatan area product since Feb 15 2016
- 7-day composite for Yucatan area since May 6 2019
- Monthly composites of the “Great Sargassum Belt,” here showing August of each year:

13

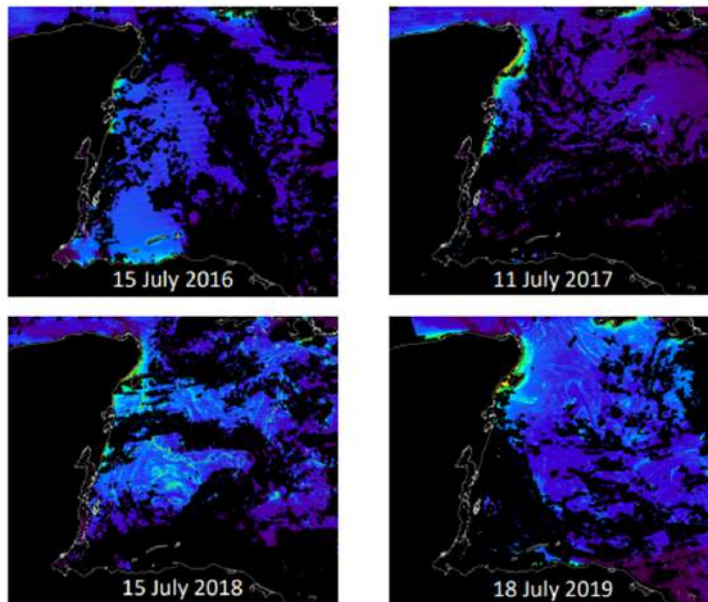


14

Monthly composite images from SaWS (<https://optics.marine.usf.edu/projects/saws.html>).
Note large amounts of Sargassum in August 2015 and 2018



SaWS includes daily images of the Yucatan region since 2016. Examples for mid-July:



15

Conclusions

- Satellite images show the large-area patterns and movement of Sargassum when large enough rafts are present, and give biomass estimates
- Some image sequences show pattern evolution by movement. Effects of growth and mixing are harder to assess.
- The rapid increase in Sargassum off Yucatan up to July/August seems due to movement from the east
- The drop in measured amounts after July/August, must be partly due to dispersal by wind.
- We need to learn more about how Sargassum becomes visible to satellites, as well as reasons for Sargassum growth.
- I would like to see biomass estimates from ship observations and beach clean-up
- In 2019, extensive Sargassum returned to the Sargasso Sea (Feb to July composites)

16

El Sargazo: Retos y Oportunidades





David Ortiz Mena



David Ortiz Mena es Licenciado en Administración de Empresas por la Universidad Iberoamericana, con una especialidad en Dirección y Desarrollo de Negocios del ITAM.

Actualmente es Presidente de la Asociación de Hoteles de Tulum, A.C. y pertenece a diversos consejos, entre los que destaca el Centro Ecológico de Akumal, A.C.

Ha participado en diferentes foros relacionados al problema del sargazo y ha fungido como enlace entre el sector privado y las distintas instancias de gobierno, coordinando esfuerzos para mitigar el efecto de la macroalga en la región.

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SARGAZO EN EL CARIBE MEXICANO



Ciudad de México, 19 de Septiembre 2019

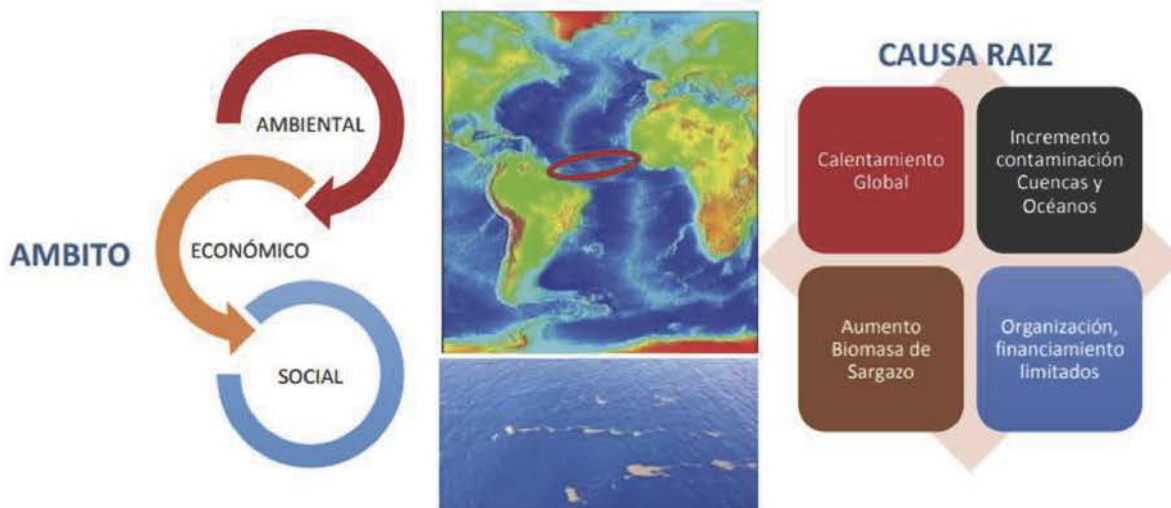
EL GRAN CARIBE (28 NACIONES)
19 AFECTADAS



1

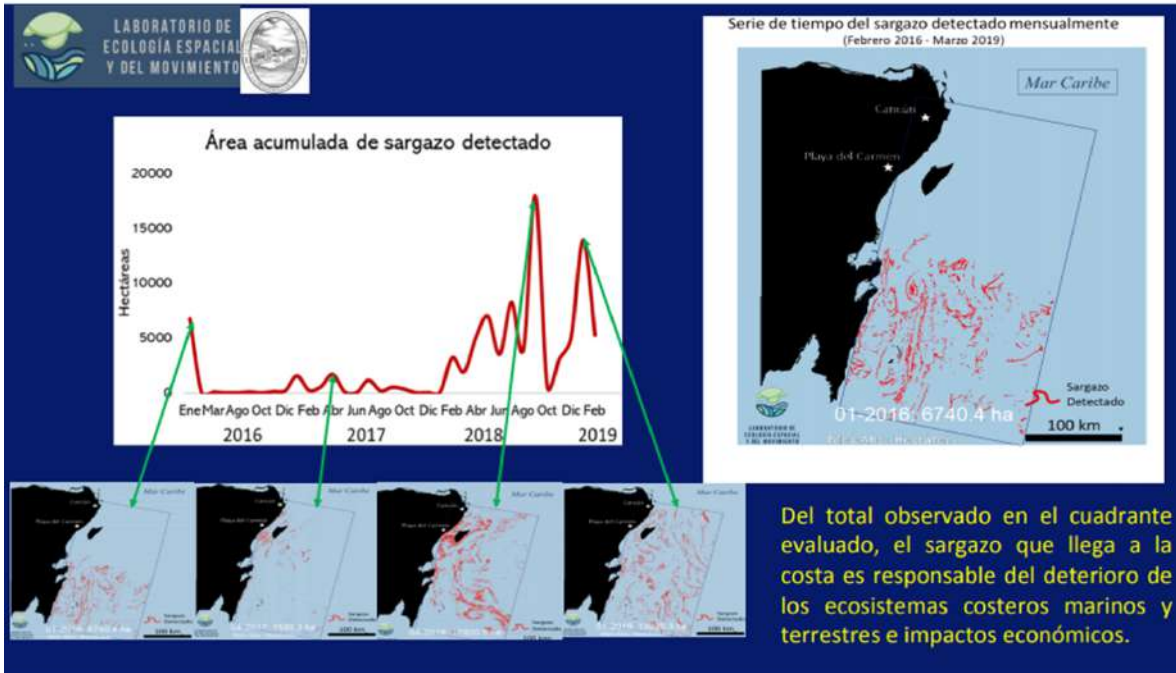
MAGNITUD DEL PROBLEMA SARGAZO

ESCALA: GLOBAL, REGIONAL, SUBREGIONAL, NACIONAL, LOCAL



2

El Sargazo: Retos y Oportunidades



3

MAGNITUD DEL PROBLEMA SARGAZO



4



Detección remota de sargazo usando productos Satelitales

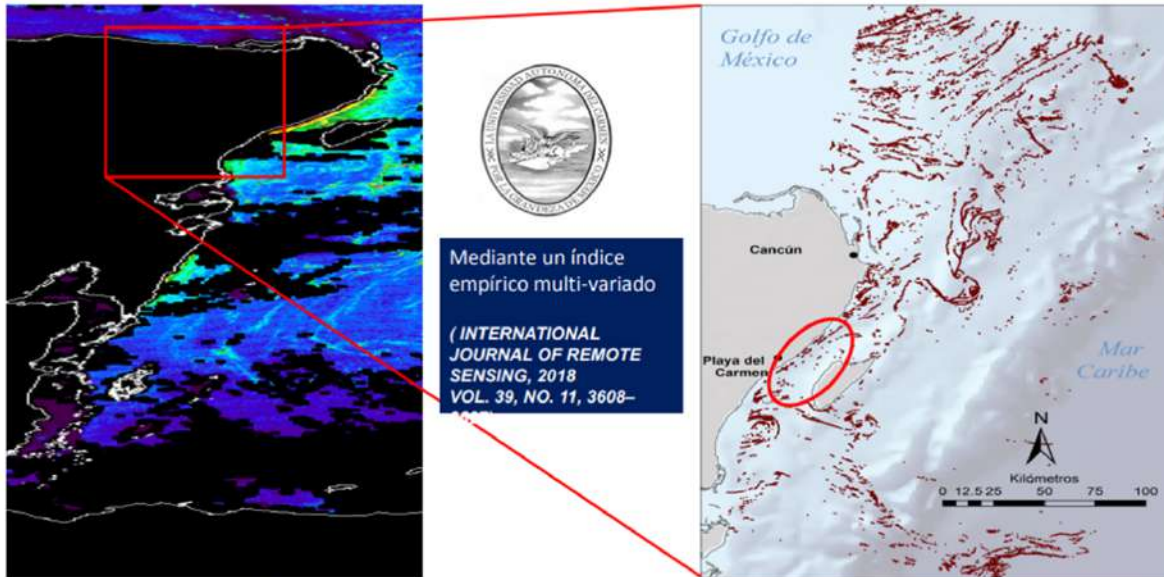
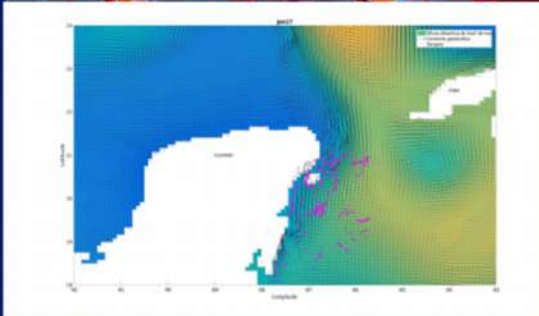
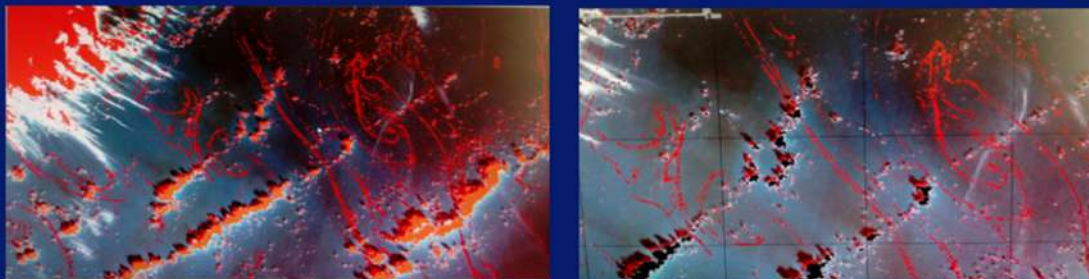


Imagen modis-aqua y landsat 8 tomada de (<https://optics.marine.usf.edu>)

5

Visualización, existen las herramientas, hace falta financiamiento!

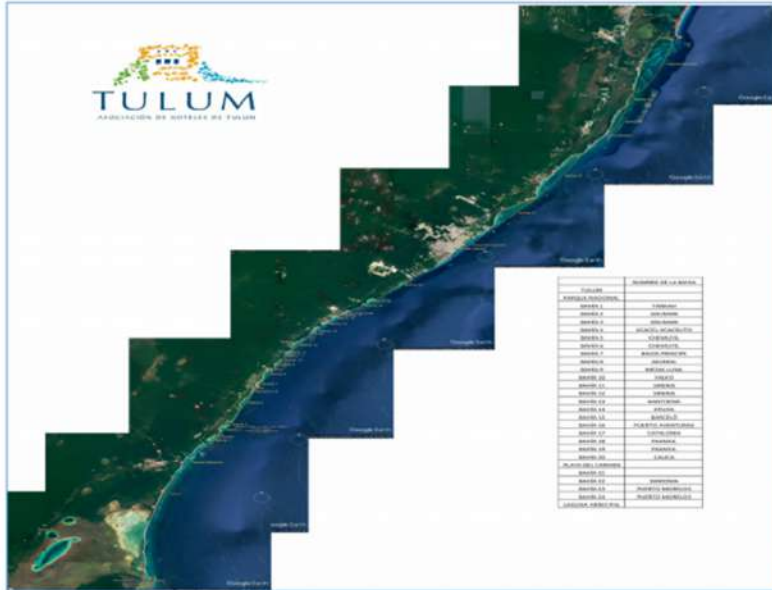


Perfecta distinción del Sargazo respecto de otros elementos geográficos que facilitan dimensionar en tiempo y espacio su trayectoria (imágenes de alta resolución).

Cortesía de Cuevas - Uribe. (5 Enero 2019)

6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Conocimiento local:

A lo largo de la costa del Caribe Mexicano cada sitio muestra una dinámica oceanográfica diferente, con condiciones y procesos climáticos únicas en espacio y tiempo.

“No hay soluciones estándar para toda la costa”.

El conocimiento local es relevante para hacer frente al fenómeno de arribo en un esquema de manejo integrado y sostenible.

7

Diferencia del sargazo vivo VS degradado



Bahía de Akumal Sur sargazo degradado



Bahía de Akumal previo a colocación barrera



Bahía de Akumal con barrera



Veracidad de la Información:

La información distorsionada tiene efectos negativos considerables sobre la economía local.

“Erradicar los discursos pesimistas y anuncios fatalistas”.

Brindar información científica y veraz dará mayor certidumbre la población y a la economía.

i.e., el efecto del sargazo degradado en la costa y depositado a cielo abierto VS el Sargazo “fresco” contenido en el mar y afuera de las costas.

8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



9

Barrera final zona Sur y medidas



Barrera en Akumal situación actual 18/09/2019



Mitigación y adaptación, acciones locales:

Las medidas de contención y de adaptación, puestas en marcha con base en el conocimiento local.

“Reduce los costos operativos, fomenta la movilidad participativa social local”.

Las acciones de coordinación federales, estatales y municipales pueden ser coadyuvantes para reducir el estrés, facilitar el retiro en sitios de sacrificio específicos con menores daños al ambiente, la comunidad y la economía.

10



EJEMPLOS DE COMISIONES AMBIENTALES REGIONALES

**Comisión
Cuenca del Río Danubio**



**Comisión
Cuenca del Río Misisipi**



**Comisión
Golfo de México**



**Comisión
Protección de los
Mamíferos Marinos
del Mar Mediterráneo**



**Grupos de Trabajo
Protección de
Arrecifes de Coral**



11

CONVENCIONES AMBIENTALES REGIONALES

Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)



Tarea pendiente del Estado Mexicano:

Establecer colaboración internacional con base en los mecanismos multilaterales existentes...!

12



INSTRUMENTOS VINCULANTES REGIONALES CONVENIO DE CARTAGENA

1 PROTOCOLO RATIFICADO POR MEXICO



13

MAGNITUD, EFECTOS, PERIODICIDAD TODO ESTA CONECTADO

FINANCIAMIENTO ESTRATEGICO



14



Mecanismos de financiamiento viables



15

COMISION PARA EL CONTROL Y APROVECHAMIENTO DEL SARGAZO EN MÉXICO



16



Agradecimientos

- Asociación de Hoteles de Tulum
- SRE y AMEXCID
- SEMAR
- CIIMAR

GRACIAS...!





Julio Sheinbaum Prado



Es Investigador Titular C e Investigador Nacional nivel 3 (SNI) en el Departamento de Oceanografía Física del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), en Ensenada Baja California.

Es especialista en modelación numérica (física y biogeoquímica) y en la obtención, análisis y asimilación de datos para predicción oceánica y meteorológica, en particular del Golfo de México y Mar Caribe. Realizó sus estudios de licenciatura y maestría en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM (1978-1985) y de doctorado en la Universidad de Oxford en el Reino Unido (1985-1989).

Fue Investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM durante 1990 y desde 1991 trabaja como investigador en el departamento de Oceanografía Física del CICESE, realizando una estancia sabática en el Instituto Tecnológico de Massachusetts durante 1998-1999

Es autor-coautor de 60 publicaciones en revistas indexadas y 8 capítulos de libro, además de coeditor de dos libros de investigación sobre dinámica de fluidos geofísicos contando con 1600 citas a sus trabajos. Autor-coautor de más de 300 trabajos presentados en congresos científicos nacionales e internacionales. Ha sido profesor titular de diversos cursos a nivel licenciatura y posgrado y graduado 4 estudiantes de doctorado, 8 de maestría y uno de licenciatura. Es responsable de una Cátedra CONACYT asignada al CICESE.

Es miembro fundador del grupo de investigadores (CANEK) que desde 1996 lleva a cabo mediciones y modelación oceánica en aguas profundas y someras del Golfo de México y Caribe Mexicano. Ha participado y/o dirigido diversos proyectos financiados por diversas entidades: CONACYT, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), Bureau of Ocean Energy Management (BOEM,USA), PEP (PEMEX), fondo sectorial SENER-CONACYT), AMEXCID.

Actualmente es el coordinador de la línea de modelación numérica del Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGOM) responsable del proyecto SENER-CONACYT (2015- 2020) para la generación de escenarios y riesgos ante posibles derrames de petróleo. Además, es miembro del grupo de modelación numérica responsable del proyecto financiado por la National Academy of Sciences de Estados Unidos (2019-2020) para el estudio y predicción de la Corriente de Lazo.

Participa en el grupo de asesores científicos del CONACyT para la problemática del sargazo y participó en la reunión de expertos para el desarrollo de un sistema de monitoreo y alerta temprana de arribazones de sargazo y derrames de petróleo en el Caribe y Golfo de México, organizada por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO y en la reunión sobre el tema del sargazo organizada por el INECC y otras instituciones (Cancún, septiembre, 2018).

El Sargazo: Retos y Oportunidades



CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, Departamento de Oceanografía Física

¿Qué hacer ante el arribo masivo de sargazo en el Caribe Mexicano y ayudar a la supervivencia del Sistema Arrecifal Mesoamericano y los ecosistemas costeros?

Encuentro de Científicos y Especialistas sobre la Problemática del Sargazo
19-20 de septiembre 2019
Secretaría de Relaciones Exteriores, Senado de la República, Foro Consultivo Científico y Tecnológico

Dr. Julio Sheinbaum Pardo
Departamento de Oceanografía Física, CICESE



1

MUCHAS DE LAS IDEAS, ANÁLISIS Y PROPUESTAS QUE PRESENTAMOS AQUÍ REPRESENTAN EL TRABAJO DE MUCHOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN NACIONALES E INTERNACIONALES Y SON RESULTADO DE VARIAS DISCUSIONES Y REUNIONES QUE HEMOS REALIZADO DESDE 2015 A LA FECHA



UNACAR
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



2



EL PROBLEMA QUE MAS NOS PREOCUPA ES EL IMPACTO NOCIVO QUE LAS ARRIBAZONES MASIVAS DE SARGAZO TIENEN Y PUEDEN TENER SOBRE EL SISTEMA ARRECIFAL MESOAMERICANO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y TERRESTRES ASOCIADOS.



3

DESDE SEPTIEMBRE DE 2018 (REUNIÓN ORGANIZADA POR EL INECC, SEMARNAT Y OTROS ORGANISMOS) MANIFESTAMOS QUE:

Los arribos de sargazo al Caribe Mexicano son y serán eventos recurrentes, con diferentes escalas espaciales y temporales que requieren de un esfuerzo multidisciplinario e integral para entender sus posibles causas, evolución, y para desarrollar formas de mitigar sus impactos. Si no es tratado adecuadamente, existe el riesgo de provocar serios daños a la zona arrecifal, contaminar los mantos acuíferos, erosionar las playas y en general, generar impactos ecológicos negativos de largo alcance en toda la región, no sólo las zonas hoteleras de la región.

Cancún, Septiembre, 2018



4



LA ESCALA DEL PROBLEMA DEMANDA UNA ACCIÓN COORDINADA E INTEGRAL QUE ATIENDA LAS TAREAS DE:

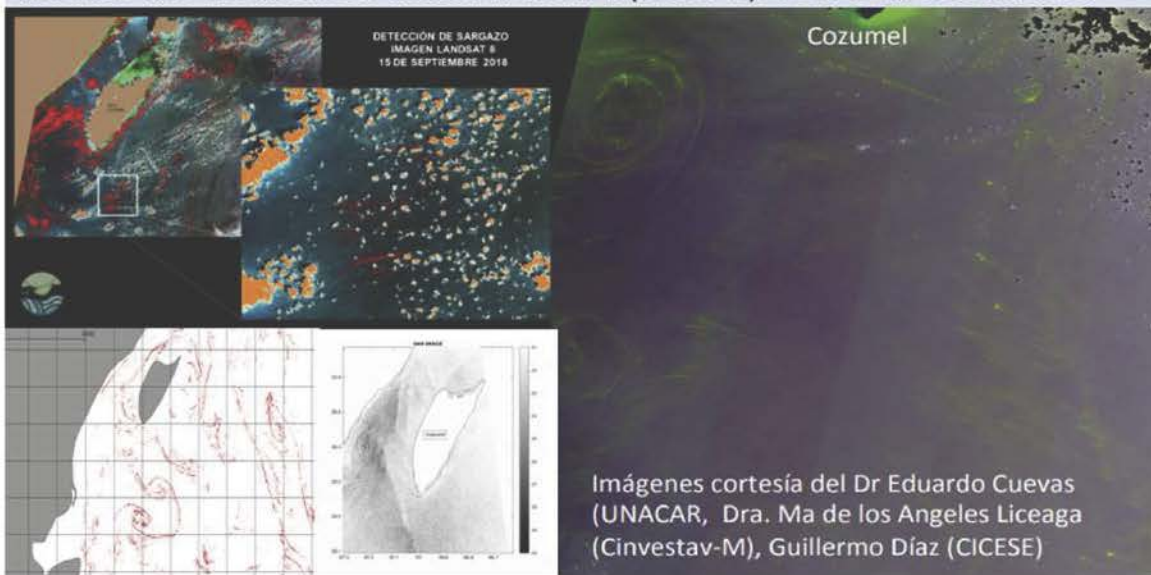
- DETECCIÓN Y PREDICCIÓN DE MOVIMIENTO Y CRECIMIENTO DEL SARGAZO
- RECOLECCIÓN
- MANEJO Y DEPÓSITO ADECUADOS
- POSIBLE APROVECHAMIENTO

SIN EMBARGO, NOS ENFRENTAMOS A UN PROBLEMA PARA EL QUE TENEMOS MAS PREGUNTAS QUE RESPUESTAS, QUE REQUIERE DE MUCHA INVESTIGACIÓN BÁSICA PARA ENFRENTARLO ADECUADAMENTE

5

DETECCIÓN:

HASTA AHORA EL SARGAZO SE DETECTA UTILIZANDO INFORMACIÓN OBTENIDA POR DIVERSOS SATÉLITES EN LA BANDA VISIBLE QUE ES IMPACTADA POR LA PRESENCIA DE NUBES Y CON BAJA RESOLUCIÓN TEMPORAL. SE REQUIERE UN ANÁLISIS MULTISATELITAL Y MULTIESPECTRAL (E.G. SAR) APENAS EN DESARROLLO

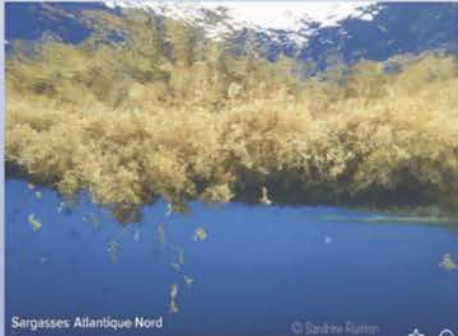


6

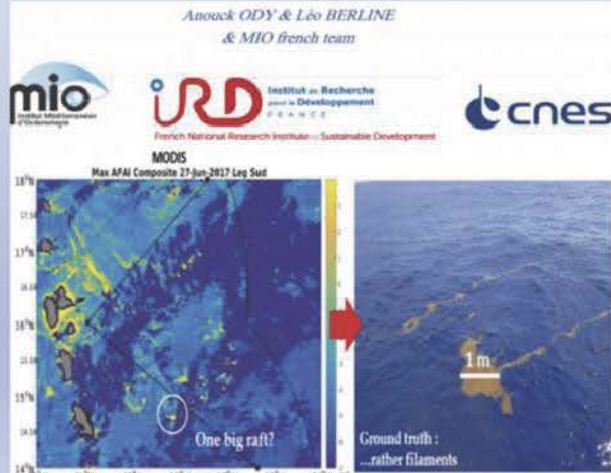
El Sargazo: Retos y Oportunidades



PERO HASTA AHORA SÓLO VEN LA SUPERFICIE! NECESIDAD DE NUEVOS ALGORITMOS, VERIFICACIÓN IN SITU Y OTRAS MEDICIONES



<https://www.flickr.com/photos/sardinevoguy/with/37716147721/>

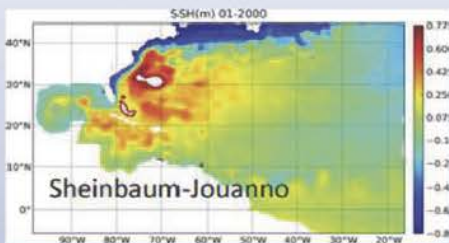


7

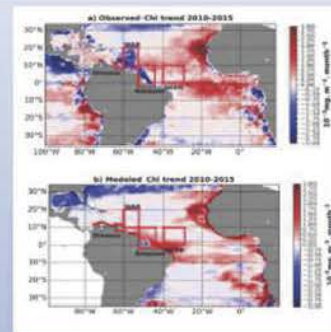
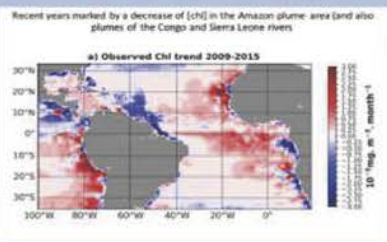
PREDICCIÓN: MODELACIÓN FÍSICA Y BIOGEOQUÍMICA, MEDICIONES DE CORRIENTES Y OTRAS VARIABLES.

1) LA GRAN ESCALA: ENTENDER Y TRATAR DE PREDECIR LO QUE PUEDE OCURRIR AÑO CON AÑO

Julien Jouanno (LEGOS), Carine Tchamabi (postdoc LEGOS), Marie Hélène Radenac (LEGOS), Olivier Aumont (LOCEAN), Christian Ethé (LOCEAN), Léo Berline (MIO)



Tendencia negativa en clorofila 2009-2015 cerca del Amazonas



¿Contradictorio?

Araujo et. al Aumento de nutrients en el Amazonas

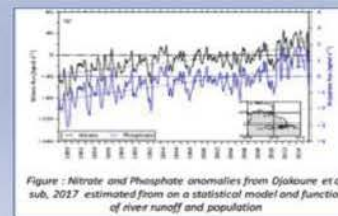


Figure : Nitrate and Phosphate anomalies from Ojokoure et al. sub. 2017 estimated from on a statistical model and function of river runoff and population

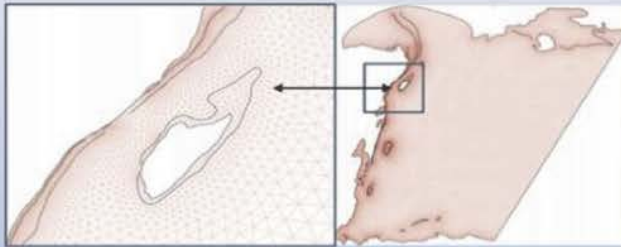
8

El Sargazo: Retos y Oportunidades

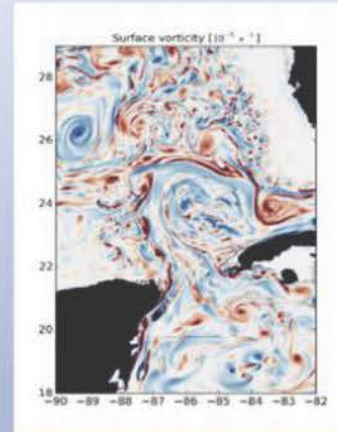


PREDICCIÓN: MODELACIÓN FÍSICA Y BIOGEOQUÍMICA, MEDICIONES DE CORRIENTES Y OTRAS VARIABLES:

2) ESCALA LOCAL: NECESIDAD DE MEDICIONES Y MODELOS DE MUY ALTA RESOLUCIÓN PARA QUE PUEDAN SER ÚTILES EN GUIAR LA RECOLECCIÓN DE SARGAZO EL CUAL RESPONDE A PROCESOS DE MUY PEQUEÑA ESCALA PRODUCIDOS POR CORRIENTES, OLAS Y VIENTOS. APENAS EN CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN.



Desarrollo de un sistema de pronóstico numérico operativo para la predicción de la circulación y el movimiento del sargazo en el Mar Caribe occidental
Ovel Díaz-García, Jorge Zavala-Hidalgo, Perla Isabel Vázquez Cruz Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM

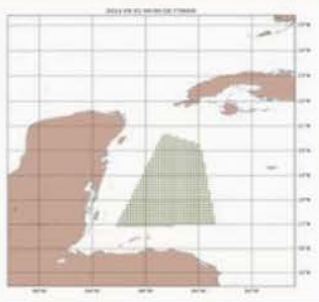


Sistema de pronóstico CICESE-LEGOS-RSMAS

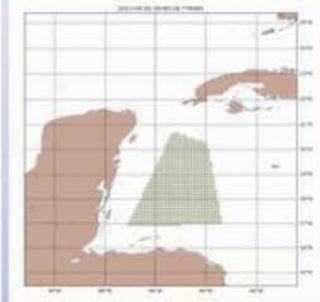
9

En realidad no sabemos bien cómo se mueve el sargazo!
 Pero definitivamente lo impactan corrientes, viento y olas
 No sabemos su tasa y condiciones óptimas de crecimiento.

Dr. Konstantinos Kotzakoulakis, CIGOM, CICESE



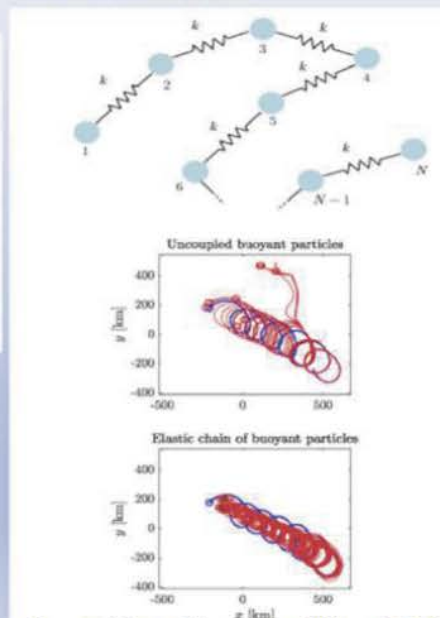
Con efecto del viento



Sin efecto del viento

Necesario generar nuevos modelos teóricos que simulen el atrapamiento del sargazo por remolinos (ciclones y anticiclones) y su proceso de agregación-desagregación

Beron-Vera-Olascoaga-Miron-RSMAS-MIAMI



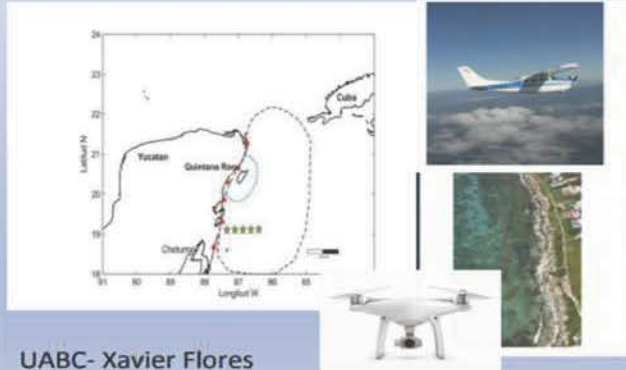
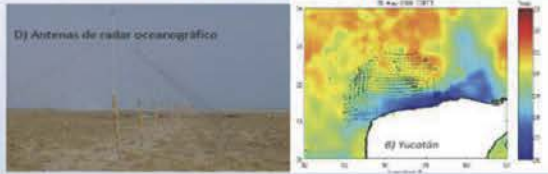
Beron-Vera-Olascoaga-Miron-RSMAS

10



SISTEMAS DE OBSERVACIÓN

RADARES DE ALTA FRECUENCIA

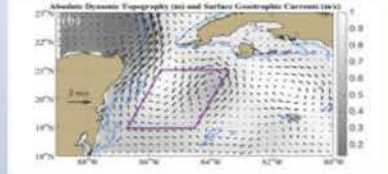


UABC- Xavier Flores
 UNACAR Eduardo Cuevas
 UABC-ENES-Mérida-UNAM: Monitoreo Costero
 Amava Ruiz, Héctor García, Cecilia Enriquez, Ismael Mariño

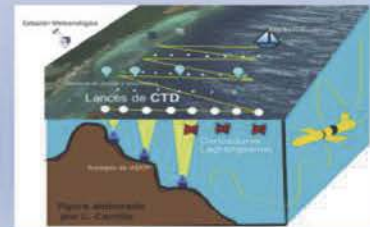
Planeadores submarinos



Figura 5. Sarglider™ es un planeador submarino autónomo (PSA) desarrollado para la adquisición, continua y de largo plazo, de variables oceanográficas.



CICESE-Enric Pallas-Miguel Tenreiro



ECOSUR Laura Carrillo

11

RECOLECCIÓN:

- IMPORTANTE TRATAR DE HACERLO EN ALTA MAR, PERO ES UNA TAREA COMPLICADA POR SU MAGNITUD Y EXTENSIÓN, LA DINÁMICA DEL SARGAZO Y EL ALTO COSTO.
- LA INSTALACIÓN DE BARRERAS PUEDE SER ÚTIL SI SE RECOGE EL SARGAZO QUE ACUMULAN REGULARMENTE PERO NO SERVIRÁN PARA DESVIAR AL SARGAZO PARA “QUE SE LO LLEVE LA CORRIENTE” (QUE VA AL NORTE)
- TODAVÍA NO QUEDA CLARO CUÁL ES LA FORMA ÓPTIMA DE RECOLECTAR Y ALMACENAR PARA LLEVAR A LA COSTA



Cancún instala barreras anti sargazo



12



MANEJO Y DEPÓSITO

Brigitta I. van Tussenbroek
ICMYL Pto Morelos, UNAM

¡Un adecuado manejo de desechos es de suma importancia!



13

APROVECHAMIENTO:

Depende de un adecuado almacenamiento
Se requiere hacer mas estudios para determinar
si hay elementos que limiten su utilización
Monitoreo!!

Investigadores mexicanos desarrollan proyecto
para convertir el sargazo en biogás



Seaweed Sargassum
Galveston Island Brewing
Sour - Gose

Científicos hallan en sargazo arsénico y metales pesados

Sargazo en Caribe, sin
concentración anormal
de contaminantes: SEMAR

Lanzan los primeros tenis de suela de pet y sargazo

Sargazo genera energía eléctrica: IPN

Bioplástico de sargazo hecho
en Cancún, en análisis 'nuclear'

14



CONCLUSIONES (Cancún 2018):

La dimensión y alcances de este problema reclaman una **atención especial y específica** por parte de los diferentes niveles de gobierno, involucrando a la iniciativa privada y organismos no gubernamentales.

En particular, para poder investigar y dar alternativas adecuadas de remediación y mitigación, **se necesita un fondo especial al que los centros de investigación y organismos o instituciones involucradas puedan acceder con una propuesta única**, a partir de la conformación de un **consorcio de investigación que atienda los diferentes aspectos de la problemática**, incluyendo las que requieren de acción inmediata pero también las de largo plazo que **necesitan de un estudio detallado, desarrollando ciencia básica y de frontera para resolver un problema concreto y específico.**

15

Se cuenta con infraestructura técnica, orgánica y legal a nivel nacional e internacional que puede facilitar la implementación de un programa realista para afrontar los retos que el sargazo representa para la región

Intergovernmental Oceanographic Commission

SEMAR
SECRETARÍA DE MARINA

CONACYT
CIGOM
Proyecto del Fondo de Hidrocarburos de CONACYT/Secretaría de Energía

SENER

Sargassum and Oil Spills Monitoring Pilot Project for the Caribbean and Adjacent Regions Workshop

México D.F., México
2-4 May 2018

CICESE
Cinvestav
CIDESI
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
GEOSISICA
INECC

Cartagena Convention

Only Legally Binding, Regional Agreement for the Protection and Development of the Marine Environment of the Wider Caribbean Region.

The Caribbean Environment Programme (CEP) was formally established by the Governments of the Wider Caribbean Region in 1983 and is now one of the oldest and most successful of the UNEP established Regional Seas Programmes.

16

El Sargazo: Retos y Oportunidades



NOAA CoastWatch
Centros/Gulf of Mexico Node
AOML
Physical Oceanography Division
Ocean Chemistry and Ecosystems Division

Satellite

- Regional Sea Surface Temperature
- Global Sea Surface Temperature
- Ocean Color
- USF Sargassum
- Regional Acidification
- Global Altimetry
- Global Carbon
- Vibrato Risk
- Global Seascapes
- Climate Data Records
- Weather

Es razonable esperar que buena parte del sargazo que desde ahora y en próximos meses esté en el Caribe central y oriental llegue al Caribe Mexicano

<https://cwcgom.aoml.noaa.gov/cgom/OceanViewer/#>



17



Enrique Flores Morado



- Contralmirante del Cuerpo General Diplomado de Estado Mayor.
- Es Director General Adjunto de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la SEMAR.
- Tiene una Maestría en Administración Naval, Maestría en Seguridad Nacional, ambas maestrías otorgadas por el Centro de Estudios Superiores Navales.
- Catedrático en la especialidad de Hidrografía y Cartografía en la Armada de México.
- Se ha desempeñado como Director de la Dirección de Hidrografía, De la Dirección de Meteorología Marítima, del Instituto Oceanográfico del Golfo y Mar Caribe.
- Actualmente, es Coordinador de la Estrategia del Gobierno Federal para atender el fenómeno del sargazo en la costa con el Gobierno de Quintana Roo y sus municipios.
- Autor de tres libros sobre temas de Seguridad Nacional y uno en proceso de publicarse sobre el mismo tema.



MARINA

SECRETARÍA DE MARINA

El sargazo: Retos y oportunidades

19 de Septiembre de 2019

1



Existen **27,000** especies descritas de algas en el mundo.

El sargazo es una macroalga.

En México se reconocen 2,702 especies descritas entre marinas y dulceacuícolas (1,600 especies son marinas y 1,102 dulceacuícolas).

https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/algas/algas.html

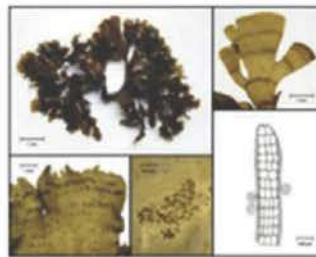
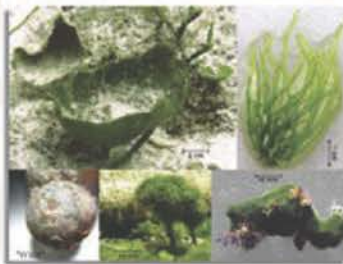
2



Contenido

El sargazo en el caribe mexicano

1. **Magnitud del problema (o ¿El gran reto?)**
2. **Tipo de afectaciones a la industria turística, industria pesquera, salud y a la sociedad, valoración económica y social.**
3. **¿Fenómeno: estacional o permanente?**



3

Magnitud

Problema o reto?

Problema:

- Cuestión que se trata de aclarar,
- Proposición o dificultad de solución dudosa,
- Conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin.

Reto:

- Objetivo o empeño difícil de llevar a cabo, y que constituye por ello un estímulo y un desafío para quien lo afronta.

4

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Contexto

- Condiciones en el mundo, mar de los sargazos
- Diferencias entre aquél y el sargazo que llega a nuestras costas
- Referencias históricas en nuestro país
- Hipótesis del origen



5



Mar de los Sargazos



Los Océanos



Fig. 3-8. Corrientes Oceánicas Superficiales.

- Corriente del Labrador
- Corriente Occidental de Groenlandia
- Corriente del Atlántico Norte
- Corriente de Canarias
- Corriente del Golfo
- Corriente Sur Equatorial
- Corriente Atlántica Equatorial
- Corriente Sur Equatorial
- Corriente de California
- Corriente de Alaska
- Corriente del Pacífico
- Corriente de las Malvinas
- Corriente del Brasil
- Corriente de Benguela
- Corriente de Mozambique
- Corriente Occidental de Australia
- Corriente de Leeuwin
- Corriente Oriental de Australia
- Corriente de Kuroshio
- Corriente de Oyashio
- Corriente de Deriva Oeste
- Corriente de Deriva Este

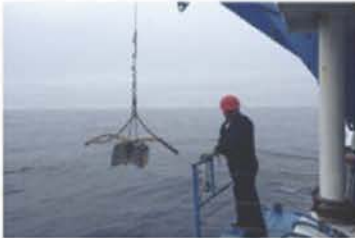
Viajes de Colón



6



Acciones de la DIGAOHM 2015



El Instituto Oceanográfico del Golfo y Mar Caribe realizó tres Cruceros Oceanográficos a bordo de:

BI-04 ARM ANTARES (16-24 octubre 2015 y 15-30 marzo 2016) y

BI-02 ARM ONJUKU (12-27 de septiembre de 2016).

Área de Punta Cancún a Punta Allen, Q. Roo.

Estudios fisicoquímicos y oceanográficos.



9

Acciones de la DIGAOHM 2015

Monitoreos costeros

La Estación de Investigación Oceanográfica de Progreso realizó cuatro monitoreos costeros en Puerto Morelos, Cancún y Playa del Carmen (7-21 octubre, 3-18 diciembre 2015, 18-29 abril y 5-16 septiembre de 2016), con el fin de determinar parámetros fisicoquímicos y biológicos, perfiles de playa, colecta de muestras e identificación de organismos.



Visitas de campo

Se realizaron visitas de campo y encuestas en los tres principales sitios turísticos (Cancún, Puerto Morelos y Playa del Carmen), con el fin de identificar los impactos socioeconómicos.

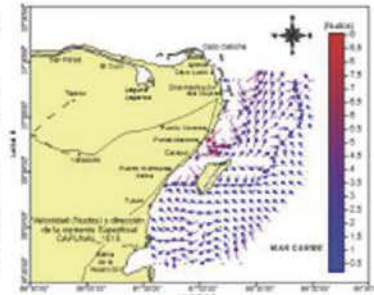


10



Resultados de los estudios de investigación 2015

- Las especies de sargazo identificadas: *Sargassum natans* y *S. fluitans*.
- Durante las tres cruceros oceanográficos los resultados arrojaron información de condiciones oceanográficas normales.
- El empleo de modelos de predicción de corrientes permitió relacionar los resultados obtenidos con la hipótesis que refiere que, el origen y desarrollo atípico del sargazo proviene de la zona de la desembocadura del Río Amazonas e inmediaciones y no del mar de los sargazos.
- A través de los modelos numéricos se demostró la presencia de corrientes menos intensas en los años 2009 y 2010, así como una intensificación gradual de las corrientes del Caribe y de Yucatán a partir del año 2013 con un máximo en el 2015, año en el cual se presentó la mayor arribazón.
- Se confirmó que el sargazo cumple un papel importante como hábitat, efímero para algunos organismos o permanente para otros como zona de refugio y de crianza para algunas especies de peces, camarones y cangrejos.

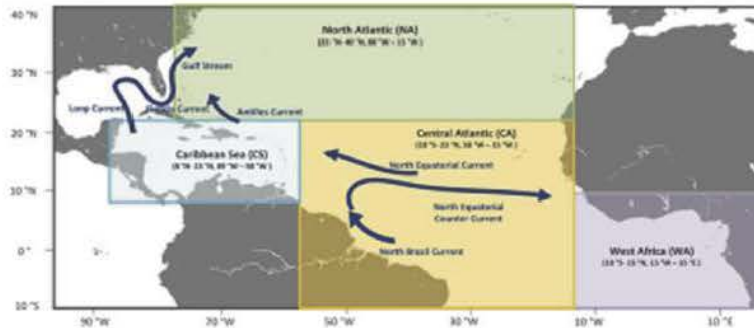


11

Resultados de los estudios de investigación 2015

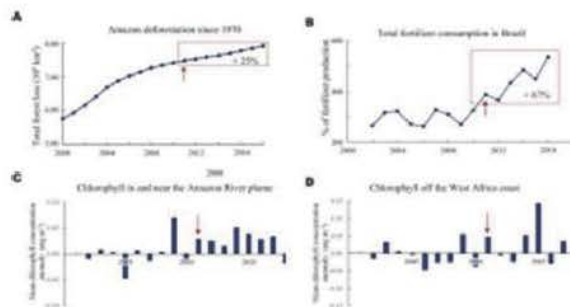
- Se identificó afectación a la tortuga marina, por la obstrucción para llegar a lugares de anidación y para llegar al mar de las crías, elevación de la temperatura de los nidos hasta 60°C (rango normal 28-32°C) lo que producía alteración en la determinación de sexo de la nidada y muerte de crías por las altas temperaturas.
- Se efectuaron experimentos para determinación del comportamiento volumétrico y peso de un metro cúbico de sargazo localizado en el mar y en la playa, observando que el sargazo húmedo el 80% del peso es agua y en la playa el 80% es arena.
- Se observó que en las playas que fue removido sargazo presentaron erosión por arrastre de arena en el sargazo.
- En el corto plazo se observó mediante encuestas a la población, hoteleros y pescadores, que el sargazo no provocó afectación al sector turístico, derivado a la compra anticipada de los paquetes vacacionales.

12



¿Viene del mar de los sargazos?

¿o de Brasil?



Revista science USF College of Marine Science

13

Entonces cual es el reto?

Reto:

Mantener las playas libres de sargazo el mayor tiempo posible, independientemente de la cantidad de sargazo que llegue a las playas.



¿pero como?

14



El Sargazo: Retos y Oportunidades



Esquema costero de limpieza de playas



15



Afectaciones

Afectación: acción de afectar (RAE).- menoscabar, perjudicar, influir desfavorablemente,

pero otra dice: producir alteración o mudanza en algo.

Afectaciones **positivas y negativas** en: el turismo, la industria, la sociedad, la economía, etc.



16

El Sargazo: Retos y Oportunidades



SARGAZO RECOLECTADO EN ALTAMAR



TOTAL DE SARGAZO RECOLECTADO	477.35 TONS	623.40 M³
-------------------------------------	--------------------	------------------



17



SARGAZO RECOLECTADO EN LAS PLAYAS

Durante los primeros días de septiembre se han recolectado de manera manual y con la ayuda de bandas, barredoras y embarcaciones sargaceras un total de 4,380.50 toneladas en los 7 municipios afectados por el recale de esta alga.



TOTAL RECOLECTADO DE MAYO A SEPTIEMBRE	77,345.00 Toneladas
---	----------------------------

18

El Sargazo: Retos y Oportunidades



PERSONAS EMPLEADAS PARA LA COLECTA DE SARGAZO

Desde el inicio de la temporada, se han sumado esfuerzos entre los gobiernos Estatal, Municipal, Concesionarios y sociedad civil; sumando a la fecha un total de 15,524 personas en las actividades de limpieza en playas.

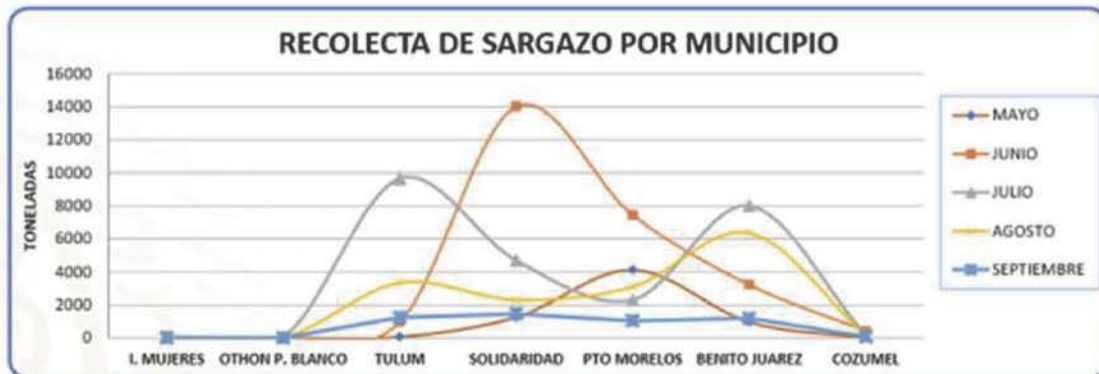
Meses	Cantidad personas
Mayo	263
Junio	5,811
Julio	4,627
Agosto	3,699
Septiembre	1,124
Total	15,524



19



TONELADAS COLECTADAS POR MUNICIPIO



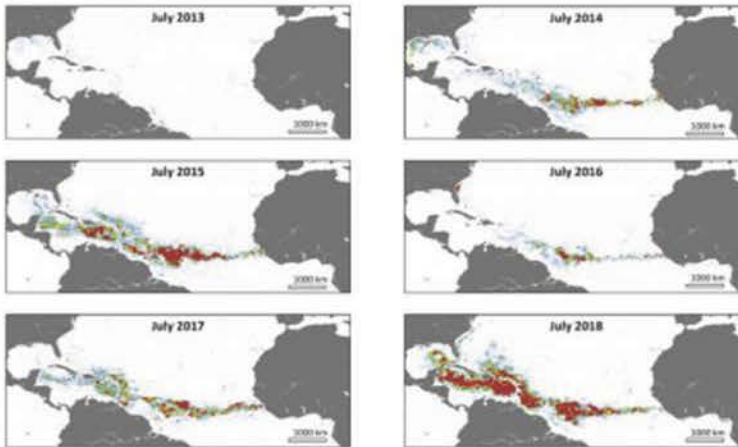
MUNICIPIO	TONELADAS RECOLECTADAS
Solidaridad	23,740.30
Benito Juárez	19,767.89
Puerto Morelos	18,038.80
Tulum	15,295.40
Cozumel	798.40
Isla Mujeres	245.50
Othón P. Blanco	154.00

El mayor registro de sargazo reportado fue en los meses de junio y julio para los municipios de Solidaridad y Benito Juárez.

20



Estacional o permanente?



Satellite data (NOAA) confirms that the record-breaking seaweed ball forms in the summer months (northern hemisphere, 2013 and 2018) but the biggest of the season is now started in 2011. Credit: USF College of Marine Science

La aparente aparición del fenómeno se desarrolla de la siguiente manera:

- Enero: la semilla en el Atlántico central,
- Enero y abril: desarrolla el florecimiento,
- Abril a julio: florecimiento continúa desarrollándose dentro del Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico
- Septiembre-octubre: empieza a decrecer hasta disiparse gradualmente
- invierno: empieza a gestar la siguiente época.

21



MARINA

SECRETARÍA DE MARINA

Gracias por su atención

19 septiembre de 2019

22



El Sargazo: Retos y Oportunidades



MESA 3:

**LA PROBLEMÁTICA;
EXPERIENCIAS EN LAS
REGIONES COSTERAS CON EL
SARGAZO**

El Sargazo: Retos y Oportunidades





Brigitta Ine Van Tussenbroek



She has a Ph.D. at The University of Liverpool, United Kingdom (Biology of the giant kelp, *Macrocystis pyrifera* in the Falkland Islands), M.S. and B.A(equivalent), Utrecht University, The Netherlands (Animal and Plant physiology).

She has been associated researcher and in the present is Senior Researcher in the Reef Systems Unit-Puerto Morelos in the Marine Sciences and Limnology Institute of UNAM, Mexico.

Since 1989, She has been leading or participating scientist in projects concerning ecology, population biology and management of marine plants. Her research focuses on the study of marine macrophytes in seagrass beds. The main objective is to contribute toward the general knowledge of the dynamics of the principal components of the seagrass communities in reef systems. The questions she has dealt with are mainly ecological, but she has collaborated with other researchers to test hypotheses in histology, demography, population genetics, ecosystem recovery and management.

Principal lines of research are: 1) To study aspects of vegetation-environment interaction (abiotic and biotic factors), 2) Vegetation-environment interaction (abiotic and biotic factors), amongst other the interaction plant-animal (from a "plant point of view"), 3) Monitoring program (production, biomass and vegetation composition) on fixed sampling sites in the Puerto Morelos reef lagoon. Selected data of this monitoring program are integrated in the international CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity) project, 4) Clonal biology and population genetics of seagrasses, 5) Reproductive ecology, phenology and development of the reproductive structures of these a grasses.

Until date the results of the research have been published in 60 scientific articles, 6 book chapters and 1 book, with in total 1500 citations. Over 30 students (B.A., M.S, PhD) received their grades in our laboratory. Since 2015, her research has also been dedicated to the studies of the impact of massive influx of pelagic *Sargassum* spp. on Caribbean coastal ecosystems (since 2015), and on understanding the basic biology of pelagic *Sargassum*.



Investigaciones en curso sobre *Sargassum* pelágico en el Caribe mexicano



Brigitta I. van Tussenbroek
Unidad de Sistemas Arrecifales-Puerto Morelos
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)



El Sargazo: Retos y Oportunidades
CDMX 19 – 20 of September, 2019



1



1989 - 2014



2015 - presente



Caribe mexicano

(Unidad de Sistemas Arrecifales, ICML, UNAM)

2



Marea Marrón de Sargazo

MercoPress.

South Atlantic News Agency

Matanzas, September 21 2013 - 19:00 UTC

CURRENT EDITION TOPICS REGION NEWS ARCHIVE

Webdate: August 27 2014 - 08:03 UTC

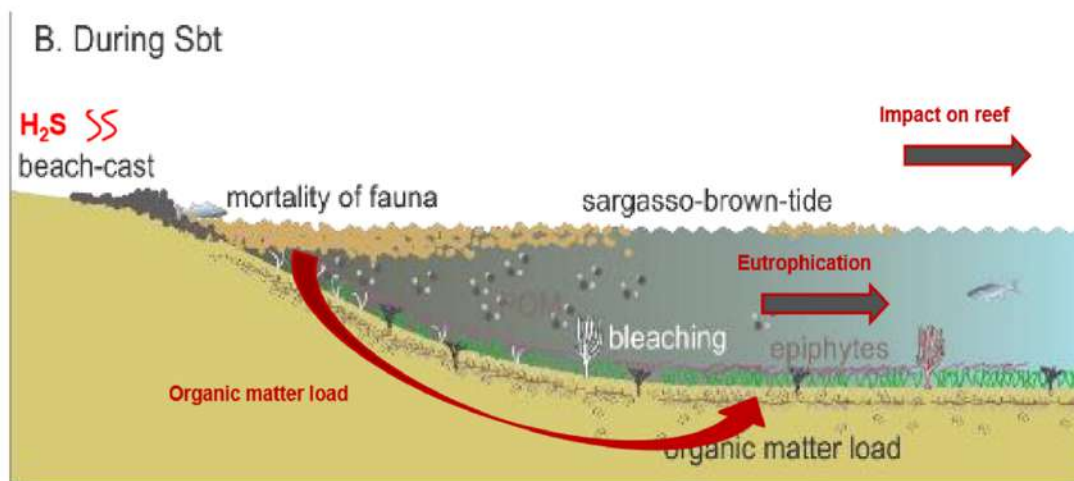
Sargassum bloom are ruining Caribbean beaches and tourism season

The picture-perfect beaches and turquoise waters that people expect on their visits to the Caribbean are increasingly being fouled by mats of decaying seaweed that attract biting sand fleas and smell like rotten eggs.



3

Marea Marrón de Sargazo

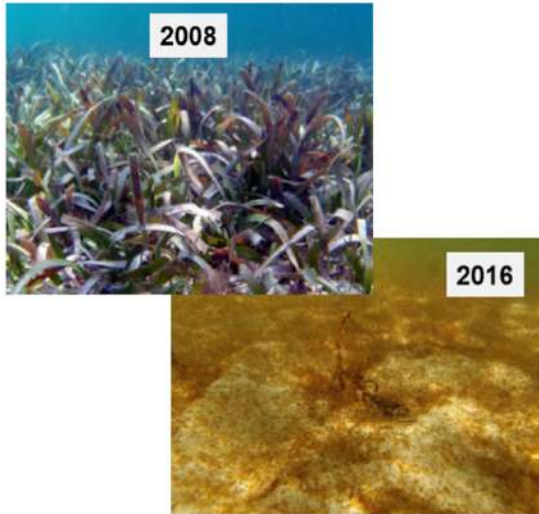


4



Estudios sobre la Marea Marrón de Sargazo

Praderas de pastos marinos



Van Tussenbroek et al. 2017

Erosión de playa



5

Estudios sobre la Marea Marrón de Sargazo

Mortalidad de fauna

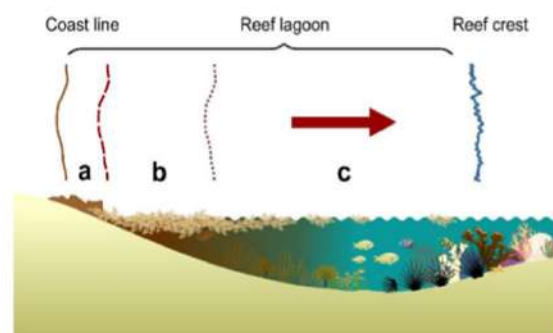
72 especies afectadas



Fotos: ECOSUR

Rodriguez-Martinez et al. 2019

Relaciones tróficas



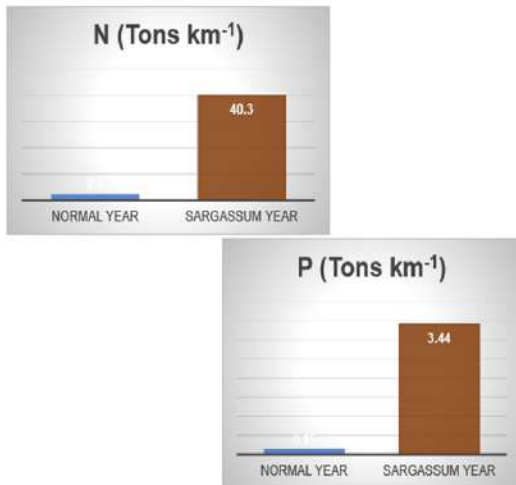
Cabanillas-Terán et al. 2019

6

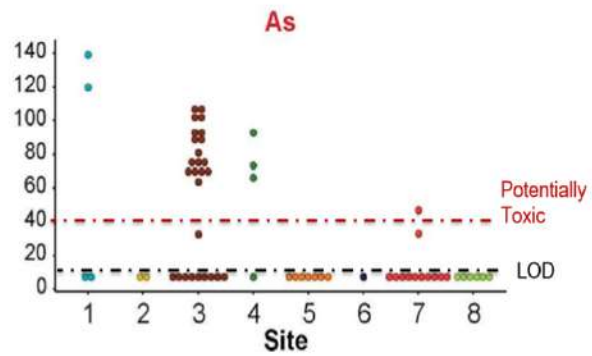


Estudios sobre la Marea Marrón de Sargazo

Aporte de nutrientes



Contenido de metales



Van Tussenbroek et al. 2017, other studies

Torrescano-Valle et al. in prep.

7

Estudios sobre la Marea Marrón de Sargazo

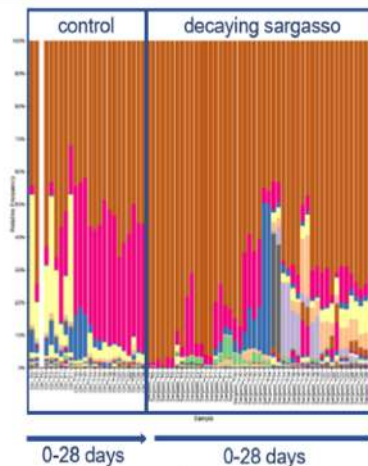
Coral Reef



- White syndrome has killed 30% of corals since the summer 2018
- Likely caused by climate change and likely degraded water quality due to Sargasso-Brown-Tides

De Alvarez-Filip et al. in process

Microbioma



Beltrán et al. in process

8



Estudios sobre *Sargassum* spp.

Cambios en especies de *Sargassum*

■ *S. fluitans* III ■ *S. natans* VIII ■ *S. natans* I

García Sanchez et al. in process

Fauna

Neuos registros

Idotea metalica

Litopia melanostroma

Syngnatus pelagicus

Stephanolepis hispidus

Monroy-Velázquez et al. submitted

9

Estudios sobre *Sargassum* spp.

Crecimiento

García-Sánchez et al. in process

Ecofisiología

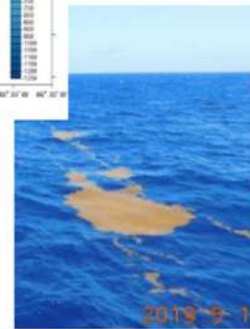
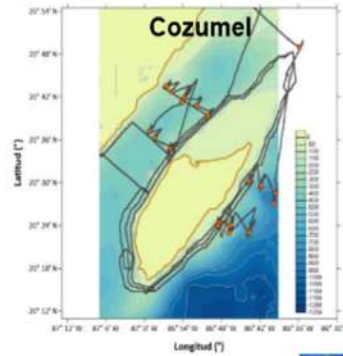
García-Sánchez et al. in process

10



Expediciones oceanográficas

CEMIE-01

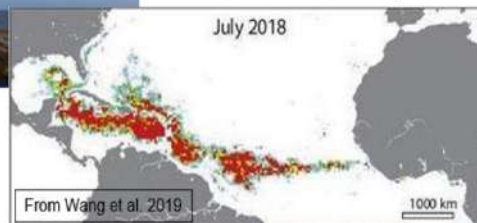


11

Expediciones oceanográficas



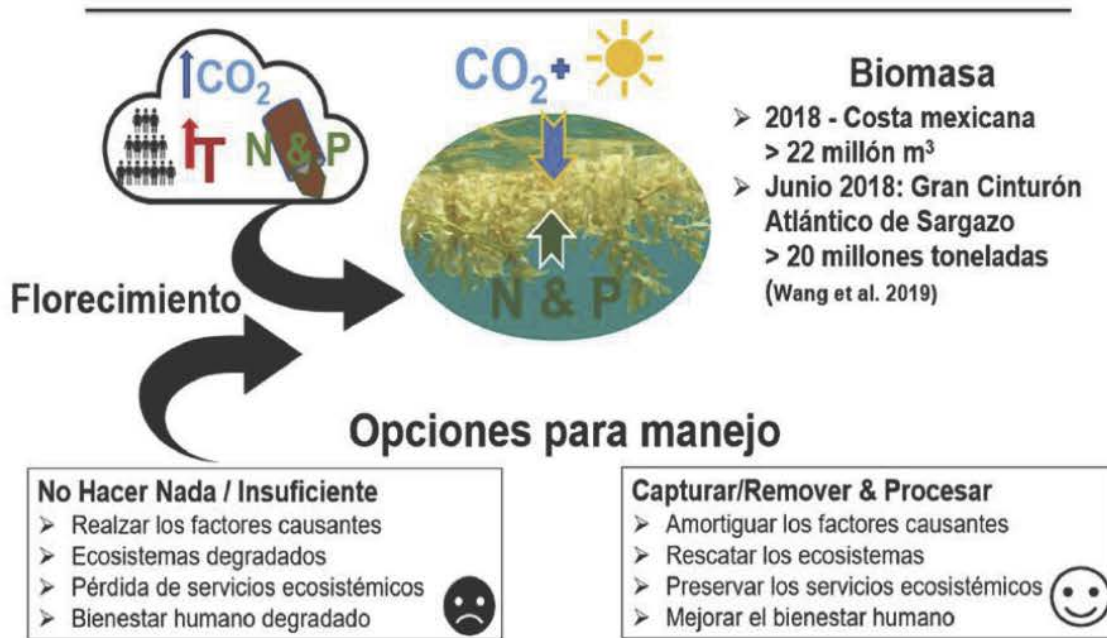
Gran Cinturón de Sargazo



12



Manejo de sargazo



Manejo de sargazo

Sargassum Sustainable Management (SSUMA)



Es una iniciativa Mexicana-holandesa para elaborar un proyecto piloto que se implementará en Puerto Morelos, Q.Roo, que detonará una solución integral de largo plazo de manejo de Sargassum

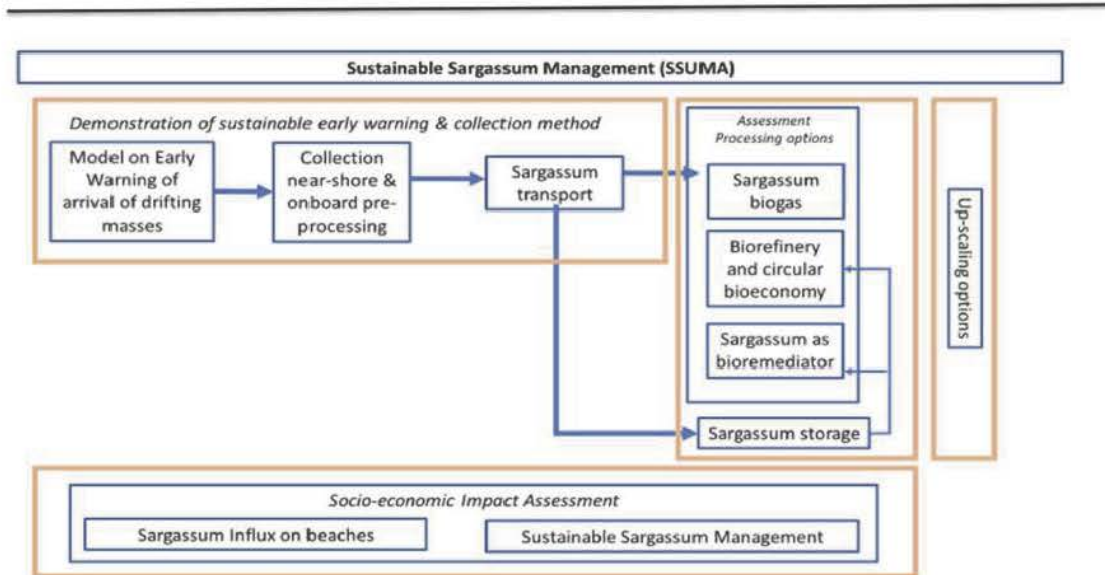
Objetivos

- Proporcionar una estrategia comprobada para la captura, almacenamiento y procesamiento de Sargassum
- Identificar indicadores de actuación para verificar la factibilidad técnica y económica de la estrategia
- Proporcionar opciones de escalar los diferentes componentes de la estrategia





Manejo de sargazo



15



Requerimientos urgentes para manejo

1. Regulación

Para proteger al medio ambiente
Para garantizar las inversiones de las empresas privadas interesadas en Capturar/transportar/procesar *Sargassum*

2. Comunicación

Acceso público a información verificada y actualizada sobre la ciencia y buenas prácticas de manejo
(Página web/Plataforma Internacional?)

3. Financiamiento

¡No hay una solución sencilla y barata!
Esfuerzos coordinados que involucran los gobiernos, iniciativa privada y académicos

16



Mi 1^a presentación sobre *Sargassum*
en 2015

& MIS CONCLUSIONES OPTIMISTAS



La amenaza directa y notorio de *Sargassum* sobre los ecosistemas caribeños y la economía regional ofrecen una oportunidad única de colaboración internacional entre gobiernos, sociedades y comunidades científicas

Podrá detonar una conciencia general para la explotación sustentable de nuestros recursos naturales

17



SAMMO. UIASA-ICML

En colaboración con:

Rosa E. Rodríguez-Martínez, Eric Jordán, Marta García Sánchez, Verónica Monroy, Lorenzo Álvarez, Patricia Thomé, Edgar Escalante, Miguel Gómez, José Antonio López Portillo, Patricia Briones-Fourzán, Elisa Vera, Rodolfo Silva Casarín, Ismael Mariño, Julio Espinoza-Avalos, Nancy Cabanillas-Terán, Nuria Torrescano-Valle, Silvia Carrillo, Héctor A. Hernández Arana, Hazel M. Canizales-Flores, Carlos E. González-Godoy, M. Guadalupe Barba-Santos, Alejandro Vega-Zepeda, Ligia Collado-Vides, **y muchos más**

18



José Eduardo Martinelli Filho



Birth date: April 25, 1981.

Education and training:

2004 Graduation in Biological Sciences (bachelor), University of São Paulo, Brazil (USP)

2006 Graduation in Biological Sciences (major degree) USP

2007 Masters in Oceanography USP

2013 PhD in Oceanography USP

Professional history:

2008 Provisional lecturer UNESP (Júlio de Mesquita Filho State University of São Paulo).

2009-2013 Lecturer Federal University of Pará (UFPA), Brazilian Amazon

2013–today Senior Lecturer Geosciences Institute (IG-UFPA)

2016–today Master’s Program Coordinator PROFCIAMB–UFPA

He is a senior lecturer (10 years at the Federal University of Pará), based at Belém, the capital of Pará state and located at the Amazon river mouth. He has been working with the Sargassum issue since 2014, when he made the first official report of massive amounts of Sargassum beaching at the Amazon coast (Martinelli Filho, 2015). He was the coordinator of a financed scientific project to study such phenomenon from 2014 to 2016. Consequently, He was invited by UNEP (United Nations Environmental Protection) to present my results at a special session about Sargassum influx at the 69nd Annual conference of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, November 2016, at Cayman Island.

He is member of the Pará State Coastal Management Working group and a member of the Sargassum and oil spill working group from IOC/ IOC-Caribe, (now with the name of “Multi-hazard information forecasting system for the wider Caribbean”). He has been monitoring the Sargassum in flux and landings at the beaches of the Brazilian Amazon coast since 2014



THE PELAGIC SARGASSO AT THE BRAZILIAN AMAZON COAST
Prof. Dr. José E. Martinelli Filho *et al.*, UFPA, Brazil
The Sargassum: Challenges and Opportunities

Historical background: the Sargasso sea

What we are doing

What we are doing

LOB UFPA USP

1

THE PELAGIC SARGASSO AT THE BRAZILIAN AMAZON COAST
Prof. Dr. José E. Martinelli Filho *et al.*, UFPA, Brazil
The Sargassum: Challenges and Opportunities

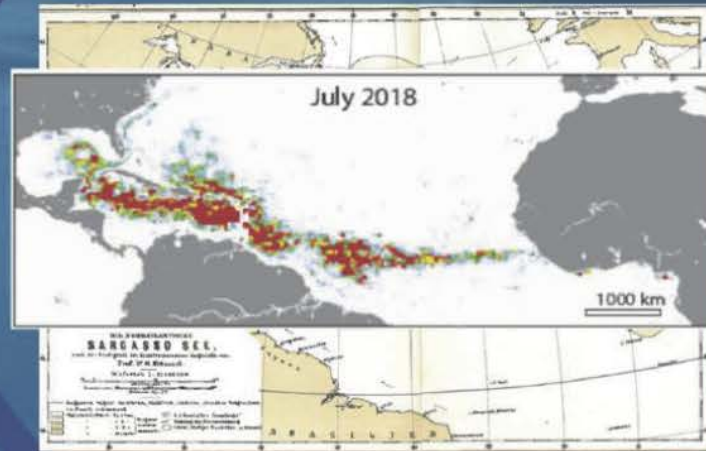
LOB UFPA USP

2

El Sargazo: Retos y Oportunidades

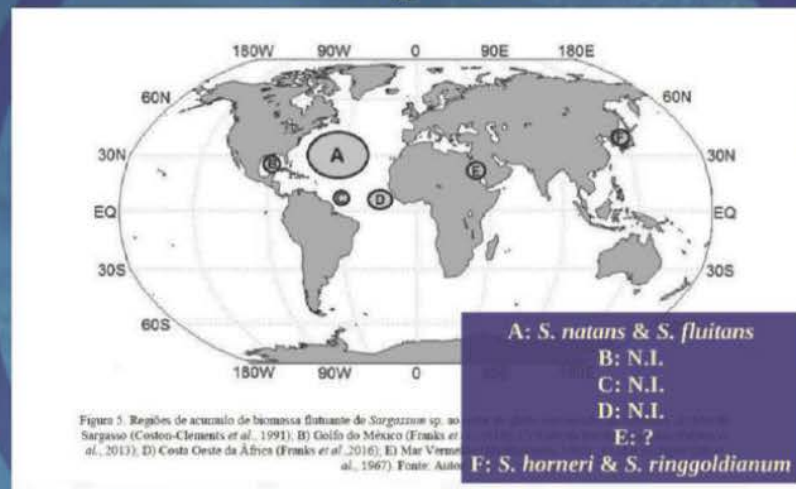


Historical background: the Sargasso sea



3

The new distribution of Sargassum



4

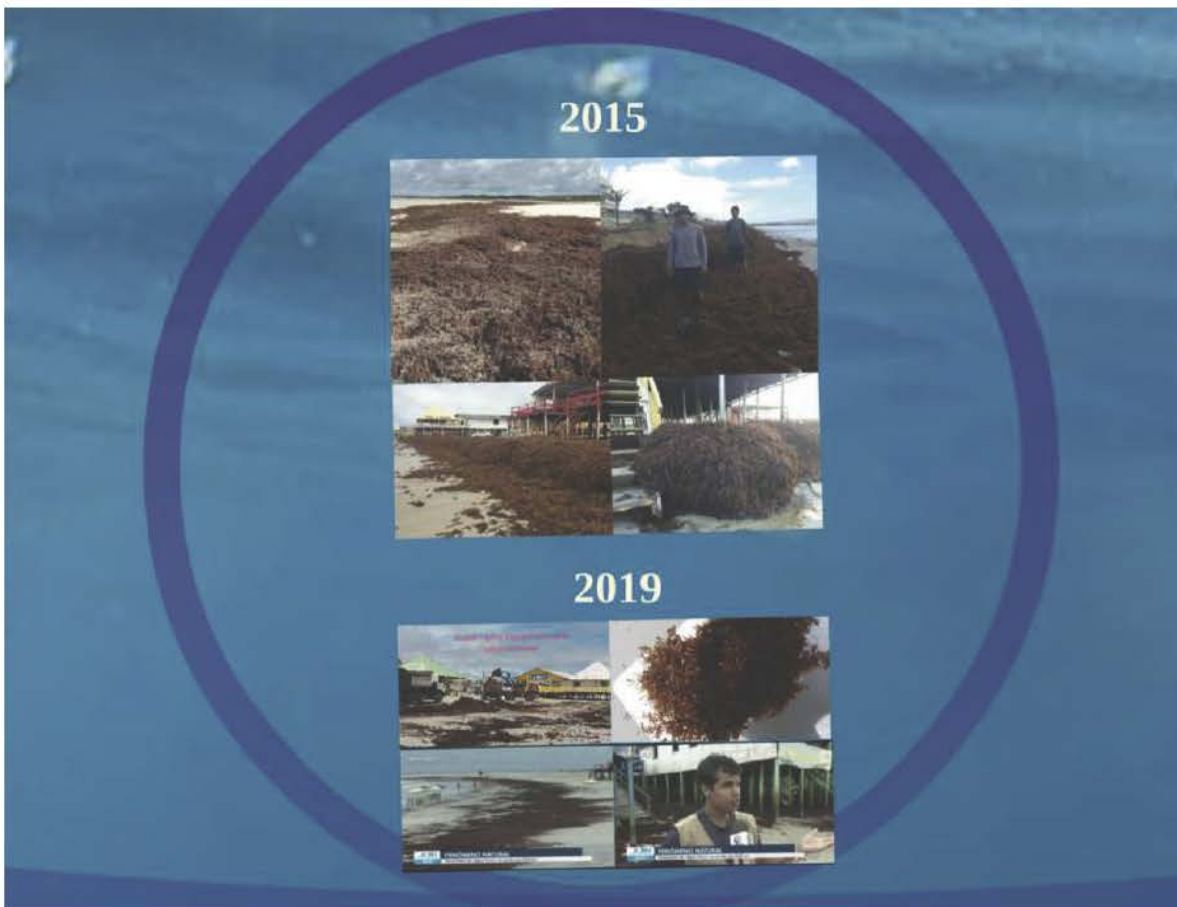
El Sargazo: Retos y Oportunidades



(et al., 1991); B) Golfo do México (Franks et al., 2016); C) Norte da foz da África (Franks et al., 2016); E) Mar Vermelho (Markaryeva, 1965); F: *S. horneri* et al., 1967). Fonte: Autor



5



6



El Sargazo: Retos y Oportunidades



7



8



Phycologia

May 2017 Vol. 56 No. 3 ISSN 0031-8884



Editor-in-Chief David J. Garbary FLS

International
Phycological
Society

9

What we did

Studies performed at the Amazon coast

- Occurrence and distribution of Sargasso mats
- Biomass estimates from landings
- Environmental drivers of the landings
- Analysis of the associated fauna

Sampling of Sargasso

Analysis of the associated fauna

10



re poorly

le beach!

Sargassum natans I

Open structure, frequent branches & lower complexity
Long, thin blades (L: 14.8 ± 0.5, W: 1.0 ± 0.07 mm)
Spherical floats (diameter: 1.9 ± 0.6 mm)
No thorns on stem
Float spine present



Sargassum Field Guide

Sargassum natans II

Dense structure, frequent branches & high complexity
Long, thin blades (L: 21.8 ± 1.67, W: 2.2 ± 0.3 mm)
Spherical floats (diameter: 2.0 ± 0.08 mm)
No thorns on stem
No float spine



Dense structure, fewer branches & lower complexity
Long, broad blades (L: 14.3 ± 0.8, W: 4.3 ± 0.2 mm)
Spherical floats (diameter: 2.4 ± 0.06 mm)
No thorns on stem
No float spine

Sargassum natans VIII

Dense structure, frequent branches & high complexity
Short, broad blades (L: 14.3 ± 0.7, W: 2.5 ± 0.09 mm)
Oblong floats (diameter: 2.4 ± 0.08 mm)
Thorns on stem
No float spine

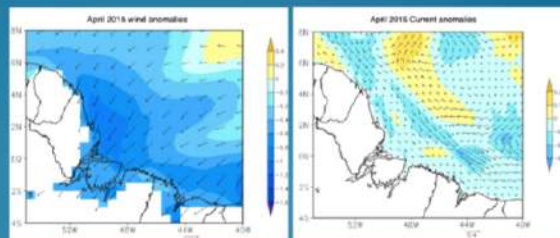
Sargassum fluitans III



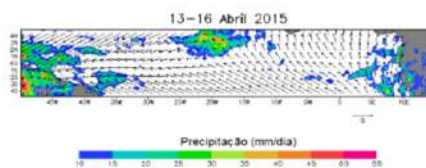
13

Environmental drivers affecting the landings

Wind
Currents
Rainfall

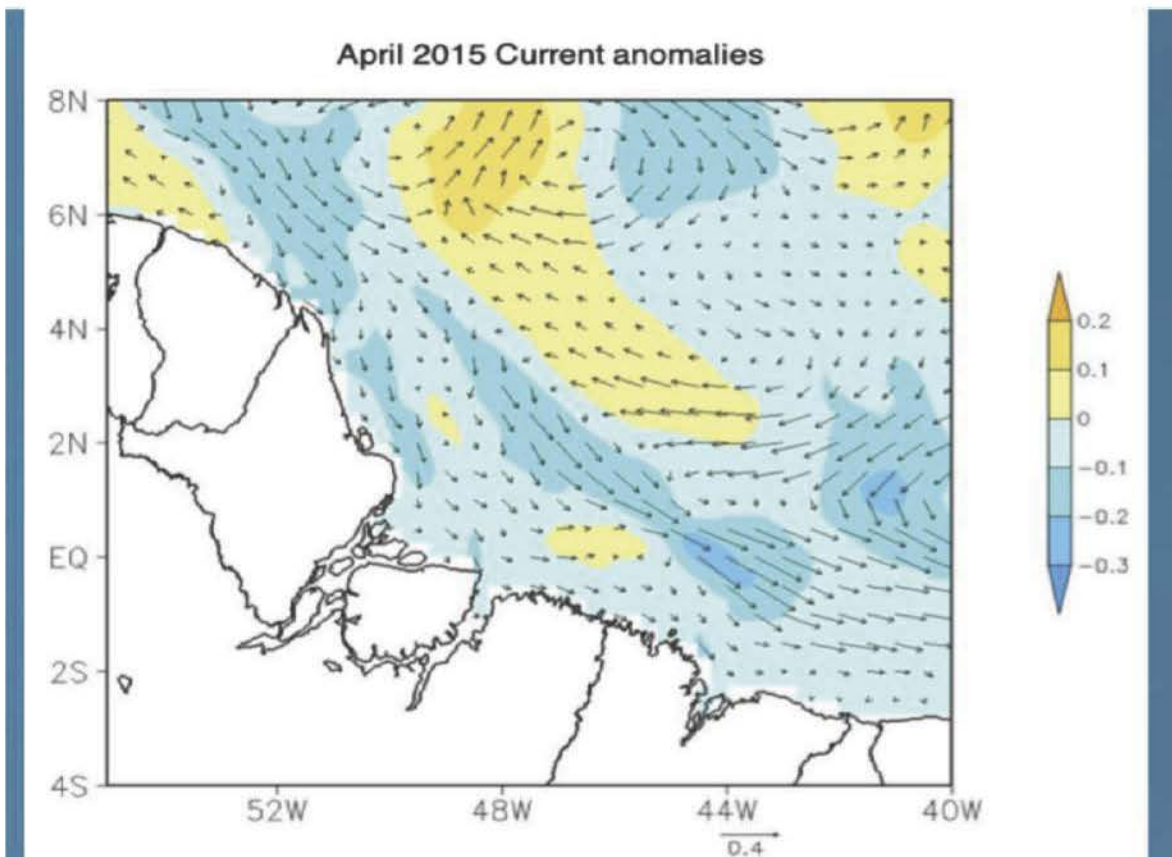
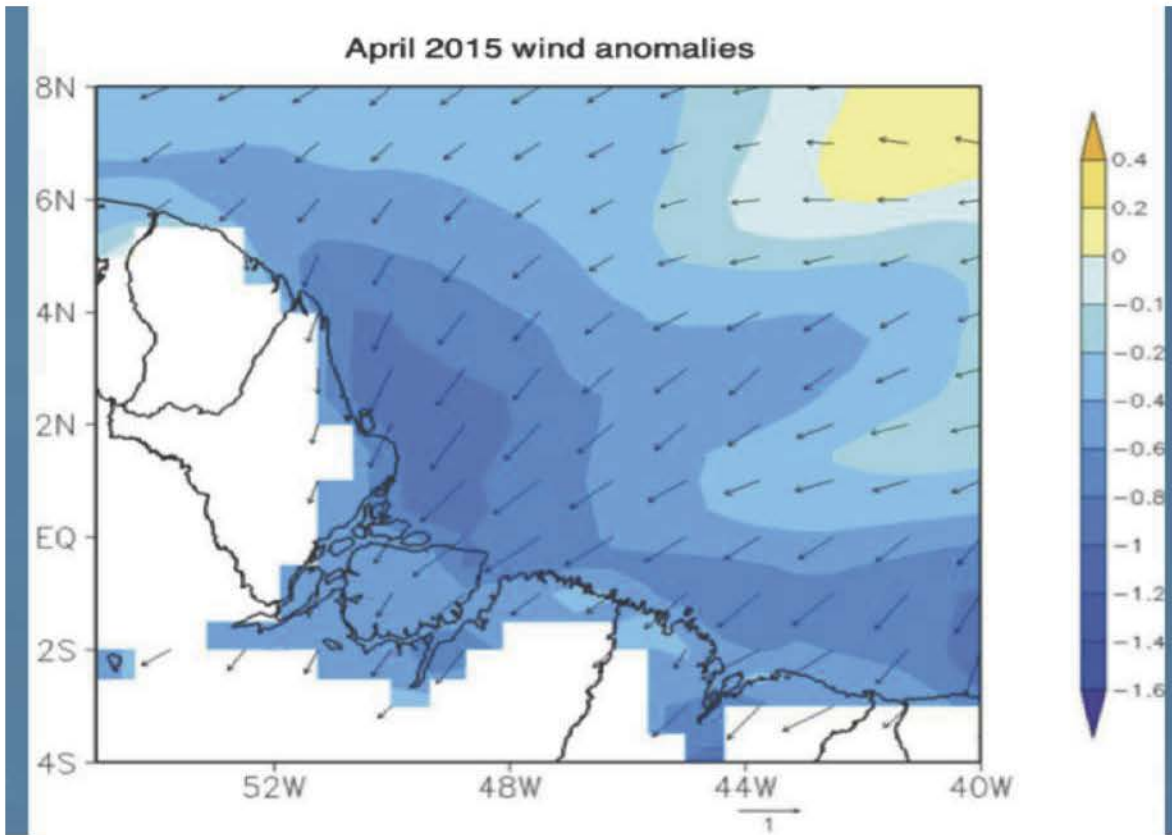


• Estudio de caso: Condiciones atmosféricas durante el evento de 2015



14

El Sargazo: Retos y Oportunidades





Analysis of the invertebrate associated fauna



Jellyyella cf. tuberculata
species from the Sargasso Sea
and Gulf of Mexico

19 taxa (higher than the Sargasso sea)
Sessile invertebrates in 100% of the samples.
0.3 to 21 org. g-1 wet weight (6.9 ± 6.3).
Most frequent: bryozoans, hydroids, serpulid polichaets and bivalves.
Most already registered for the area or associated to algae (probably low risk
of introduction of alien species)

19



Jellyyella cf. tuberculata
species from the Sargasso Sea
and Gulf of Mexico

20



What we are doing

- Deployment of drifters
- Ecological stoichiometry
 - Associated fauna

Deployment of drifters

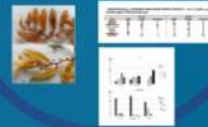
Costa Norte project 02/2018 - 02/2019



Removed unpublished material

Associated fauna

Frozen material
DNA sequencing
Quantitative ecological data
S. natans & S. fluitans



Ecological Stoichiometry

Cruise at Maranhão state shelf (May, 2019)



Carbon, Nitrogen
and phosphorus
analysis
Stoichiometry
analysis (C:N:P)
Molluscs
with long-term
and seasonal
fauna

21

Deployment of drifters

Costa Norte project 02/2018 - 02/2019



Removed unpublished material

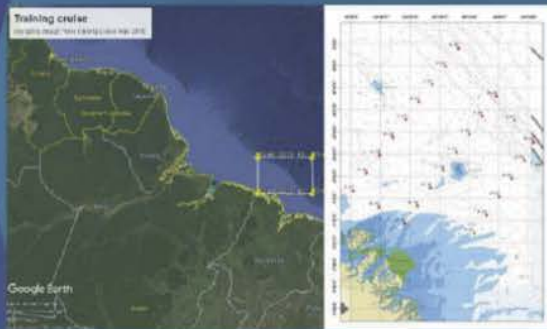
22



23

Ecological Stoichiometry

Cruise at Maranhão state shelf (May, 2019)



- Carbon, Nitrogen and phosphorus analysis
- Elemental analyzer CHNS/O 2400 Series II
- Both *Sargassum* and associated fauna

24



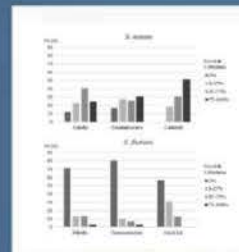
Associated fauna

Frozen material
DNA sequencing
Quantitative ecological data
S. natans x *S. fluitans*



Taxonomic total (org g⁻¹) dos táxons da fauna sésil de vida livre associada a *S. natans* e *S. fluitans* para as diferentes regiões morfológicas das algas.

Taxón	Filóide	Caulóide	Pneumatocisto	Total	S. natans	S. fluitans
Actiniidae	3,81	2,19	2,21	8,21	0	0
Asciadiacea	0,09	0	0	0,09	0,02	0,01
<i>Mytella guyanensis</i>	0,05	0,08	0,01	0,14	0	0
Bivalvia (juvenil)	0,14	0,22	0,01	0,37	0	0
<i>Alepas</i> sp.	0	0	0	0	0	0,02
Balanidae	0,01	0	0	0,01	0	0
<i>Propidium</i> sp.	0,36	0,1	0	0,46	0	0
<i>Spirorbis</i> sp.	3,7	0,64	1,15	5,49	1,36	0,46

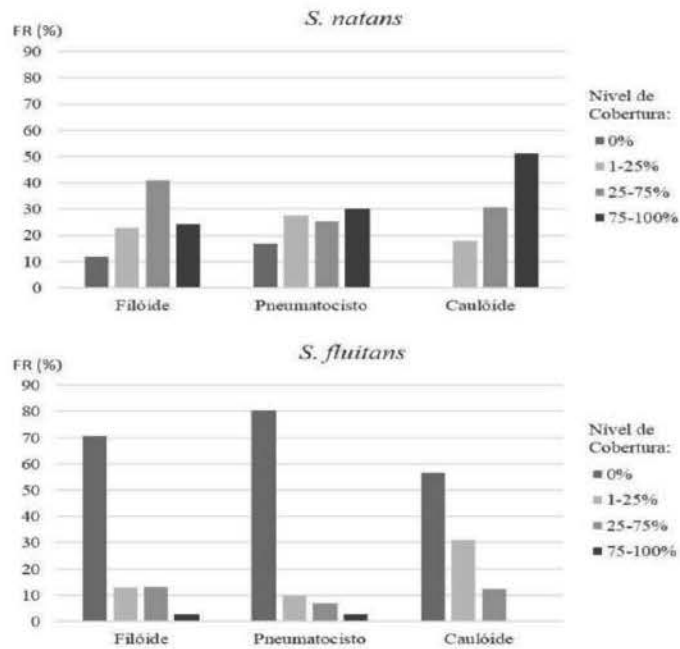


25

Densidade total (org. g⁻¹) dos táxons da fauna sésil de vida livre associada a *S. natans* e *S. fluitans* para as diferentes regiões morfológicas das algas.

Táxons	<i>S. natans</i>			<i>S. fluitans</i>		
	Filóide	Caulóide	Pneumatocisto	Filóide	Caulóide	Pneumatocisto
Actiniidae	3,81	2,19	2,21	0	0	0
Asciadiacea	0,09	0	0	0,02	0,01	0
<i>Mytella guyanensis</i>	0,05	0,08	0,01	0	0	0
Bivalvia (juvenil)	0,14	0,22	0,01	0	0	0
<i>Alepas</i> sp.	0	0	0	0	0,02	0
Balanidae	0,01	0	0	0	0	0
<i>Propidium</i> sp.	0,36	0,1	0	0	0	0
<i>Spirorbis</i> sp.	3,7	0,64	1,15	1,36	0,46	0,69

26



27

Some conclusions

- *S. natans* and *S. fluitans* confirmed, passing through at the Amazon shelf (morphology + DNA).
- *Sargassum* from the NERR, reaching the Amazon coast due to wind and mass anomalies.
- First report of *Sargassum* strandings at the Brazilian Amazon coast and biomass estimates.
- Biomass are a potential source for fertilizer
- Stranding from 2013 to 2019, from March to June.
- First description of the associated fauna: low risk of introduction and new records for the area?

28



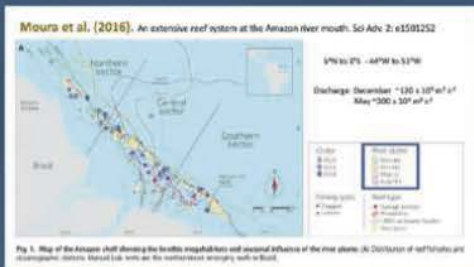
How the Amazon is related to the Great Sargassum belt ???



The need of international cooperation for *Sargassum*, nutrient loading and climate change for the Wider Caribbean Region!

29

The benthic communities and pelagic coupling



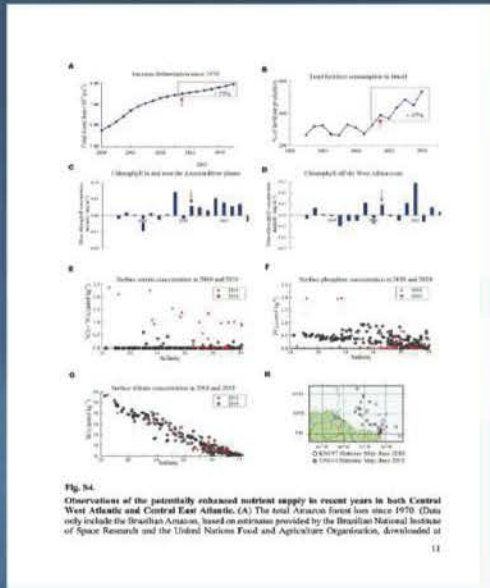
Benthic species may be important and contribute to the biomass?



30



The Amazon nutrient load



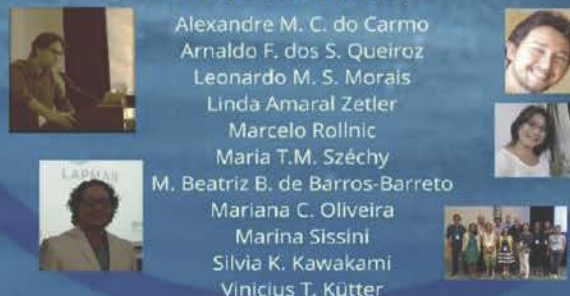
- Deforestation variability?
- Higher fertilizer consumption
- Higher chlorophyll concentrations

31

Acknowledgments



Collaborators



32



James Stevenson Franks



Graduate Studies: University of Mississippi and the University of Southern Mississippi
Gulf Coast Research Laboratory; Field of Research: Fisheries Biology and Ecology

Previous Academic/Research Positions

Marine Biologist: Mississippi Department of Marine Resources, State of Mississippi
Staff Scientist: Southern Mississippi Planning and Development District

Current Position:

Senior Research Scientist: University of Southern Mississippi, School of Ocean Science and Engineering, Center for Fisheries Research and Development, Gulf Coast Research Laboratory
Adjunct Faculty: University of Southern Mississippi, Department of Coastal Sciences
Associate Graduate Faculty: University of Southern Mississippi

Achievements:

Lifetime Science Achievement Award, The Billfish Foundation, 2018
DSc: Honorary Doctorate of Science, University of Southern Mississippi, 2017
Commencement Ceremony Speaker, University of Southern Mississippi, 2017
Commission: University of Southern Mississippi Research Vessel R / V Jim Franks, 2016
President's Award, American Fisheries Society, 2011 Chair, Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 2008-09, 2012-13
50 scientific publications (author/co-author)

Research experience and working the field of Sargassum

He has 40 years of research experience in the Gulf of Mexico as a marine fisheries biologist. His research interests include the life history and ecology of coastal and oceanic migratory pelagic fishes, including billfishes, tunas and sharks. He has direct fishery tag-and-release programs and serve as principal investigator for several coastal and offshore research projects. He has been conducting research on pelagic Sargassum in the Gulf of Mexico since 2001, with emphasis on describing the utilization of Sargassum by young fishes as important habitat. His current Sargassum research involves collaboration with colleagues since 2011 to investigate/define the source and oceanic drivers of mass pelagic Sargassum blooms in the tropical North Atlantic and their impacts on Caribbean countries. Current work is focused on contributing to the development of predictive/forecast models pertaining to Sargassum inundation events in the Caribbean and informing the development of climate change adaptive strategies in support of fisheries sustainability in the Eastern Caribbean.



Pelagic Sargassum in the Greater Caribbean **Origin, Bloom, Movement, Impacts**

James S. Franks
and Donald R. Johnson

The University of Southern Mississippi
School of Ocean Science and Engineering
Center for Fisheries Research and Development
Gulf Coast Research Laboratory
Ocean Springs, Mississippi USA 39564
jim.franks@usm.edu, donald.r.johnson@usm.edu



El Sargazo: Challenges and Opportunities, 19-20 September 2019; Mexico City

1

Gratitude and Appreciation are expressed to

Senate of the Mexican Republic
Science and Technology Commission

Ministry of Foreign Affairs
Mexican Agency for International Development (AMEXCID)

Thank you.

2

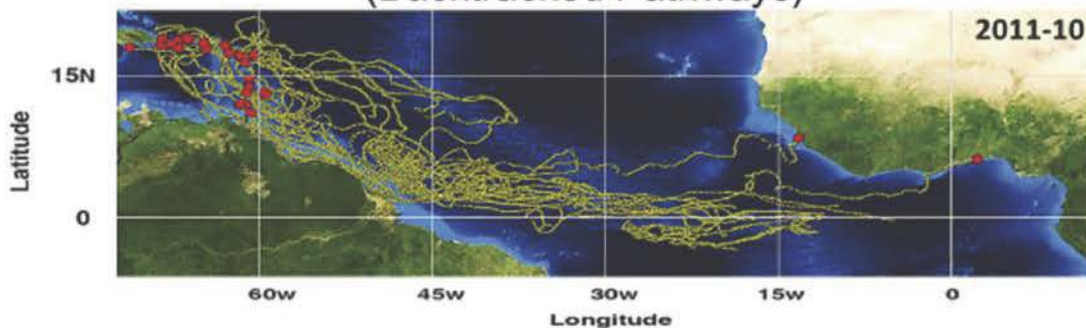


Fundamental to Understanding the Sargasso Dilemma

- Distribution of Sargassum in the equatorial Atlantic Ocean
 - *Need*: improved resolution of remote sensing (time & space).
 - *Issue*: prevalence of clouds and atmospheric particulate matter in the eastern tropical Atlantic (e.g., West Africa).
- Climatological and hydrographic mechanisms driving Sargassum blooms and mass inundations of Caribbean country coasts.
- Consistent records of Sargassum arrivals: observations in support of satellite imagery and predictive modeling.
- Effects on coastal communities: social/economic, environmental.
- Biology of the Sargassum plant; growth & mortality rates
 - Essential for inclusion in models in support of improved long-term (seasonal, inter-annual time-scale) prediction of arrivals (location & timing) along Caribbean coasts.

3

Reverse-Time Trajectory Tracking (Backtracked Pathways)



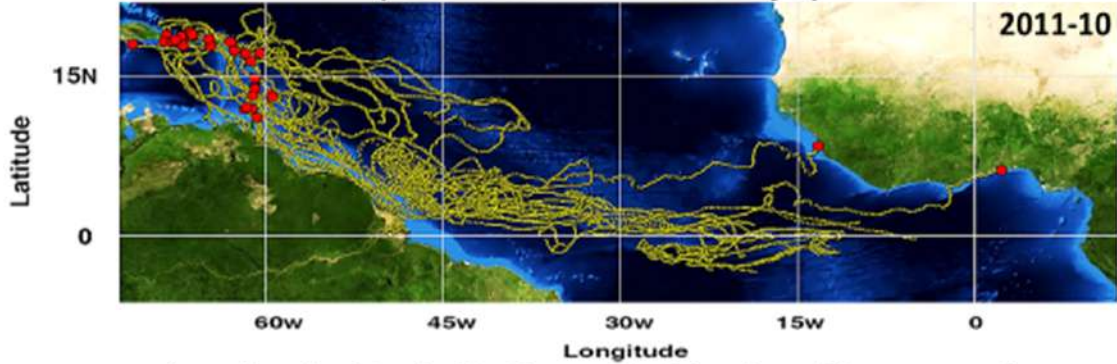
Incursions backtracked to the equatorial region with no connection northward to the Sargasso Sea. Backtracks greater than one year led to the Guinea Current off West Africa.

- *USM Sargassum Reporting Website* (<http://www.usm.edu/gcrl/sargassum.observation.form.php>)
- Intra-Americas Sea Ocean Nowcast/Forecast System
- HYCOM (global Hybrid Coordinate Ocean Model); Stennis Space Center
- Reported landfalls May - August 2011

4



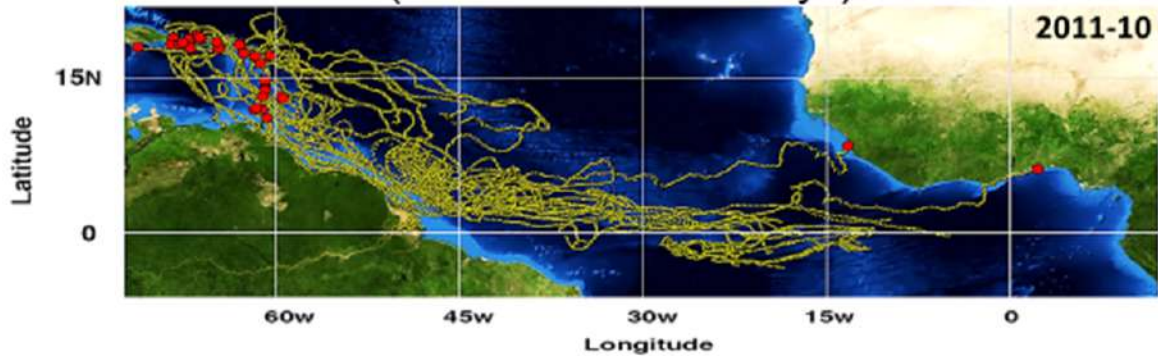
Reverse-Time Trajectory Tracking (Backtracked Pathways)



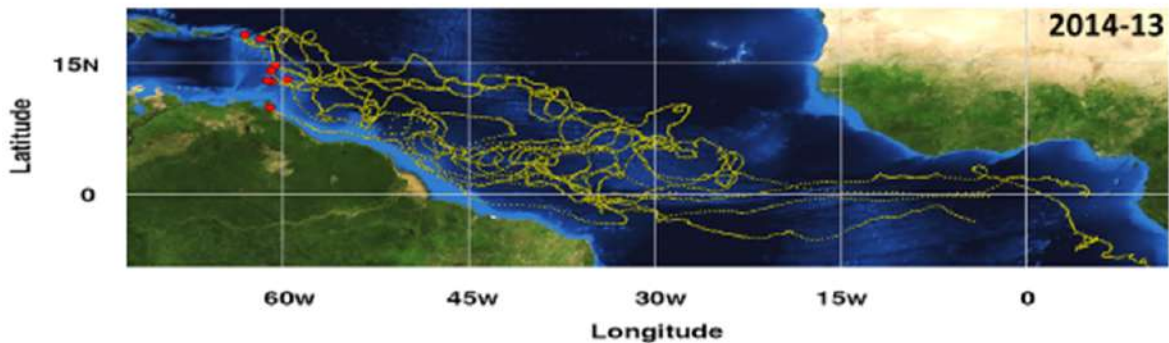
Incursions backtracked to the equatorial region with no connection northward to the Sargasso Sea. Backtracks greater than one year led to the Guinea Current off West Africa.

5

Reverse-Time Trajectory Tracking (Backtracked Pathways)



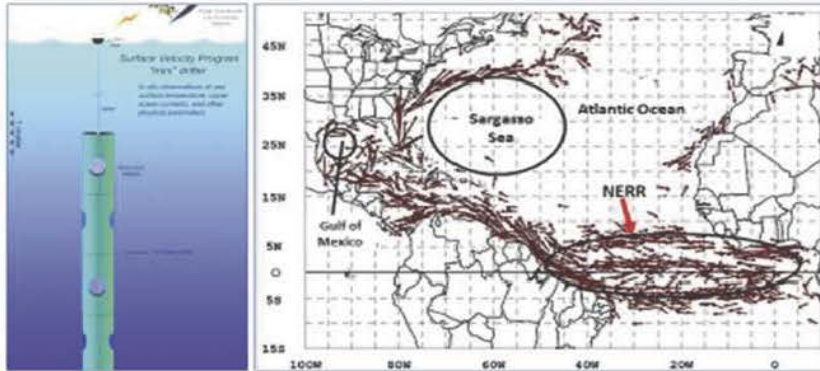
Incursions backtracked to the equatorial region with no connection northward to the Sargasso Sea. Backtracks greater than one year led to the Guinea Current off West Africa.



6

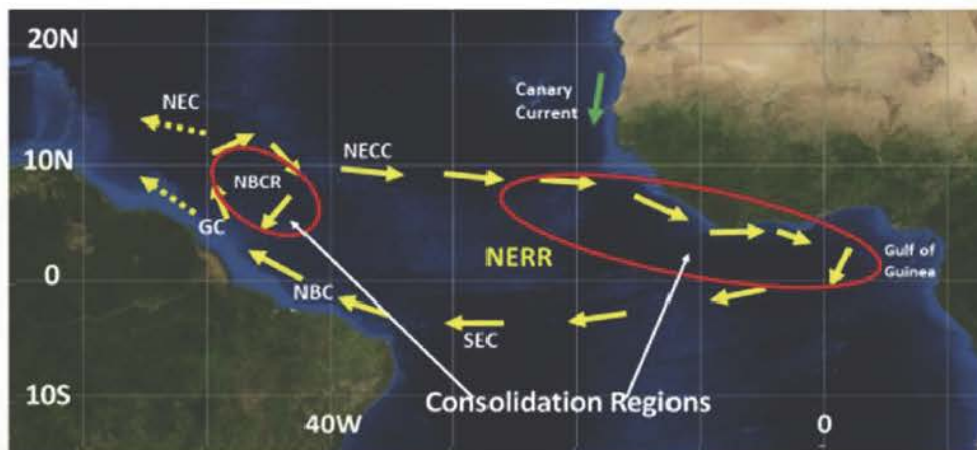


World Ocean Circulation Project: Satellite Tracked Drifting Buoys



- Current vectors from mixed layer satellite tracked drifters (1979-2014)
 - Vectors plotted: current speed avg. ≥ 0.25 m/s June-Sept.
- Persistent currents important for long distance transport
- **North Equatorial Recirculation Region (NERR)**
- Currents connect the NERR with the Caribbean Sea, Gulf of Mexico and Sargasso Sea; no direct connection from Sargasso Sea to NERR

7

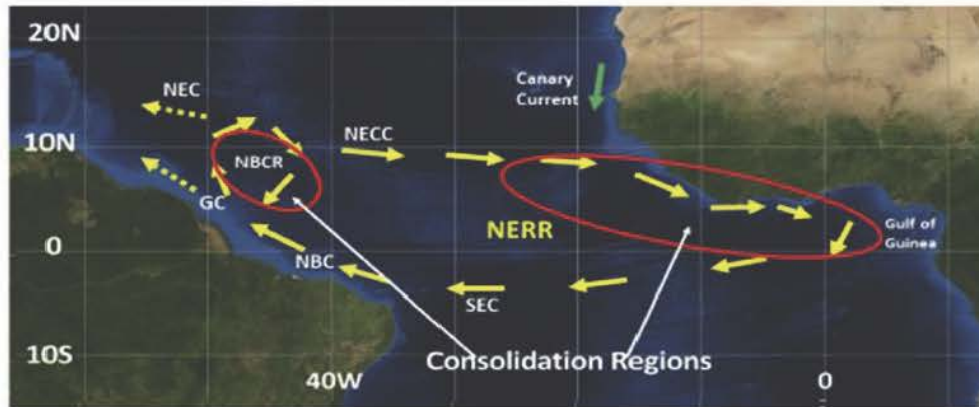


Isolated **Consolidated Regions** from satellite drifter experiments:

- Regions of Sargassum retention and growth on a multi-year scale.
- **Eastern Atlantic:** associated with the Gulf of Guinea, and broadly extending westward into the central North Equatorial Recirculation Region (NERR).
- **Western Atlantic:** associated with the North Brazil Current Retroflexion.

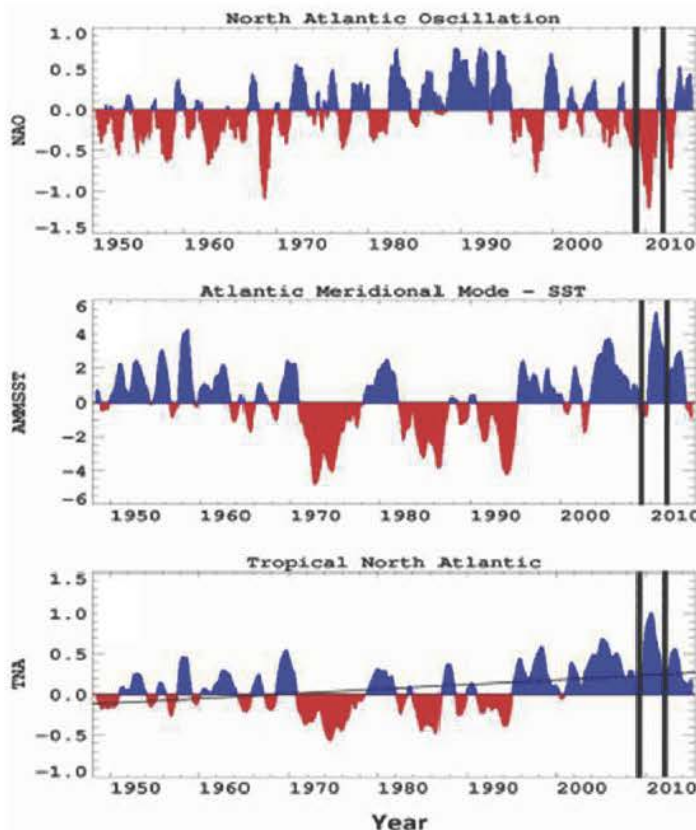
8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



- Consolidation Regions are connected by the SEC and NECC.
- Srgassum is transport to the Caribbean via seasonal tropical Atlantic Ocean current patterns, influenced by current dynamics within the NERR.
- Brazil is considered a 'transit region'....not the source region.

9



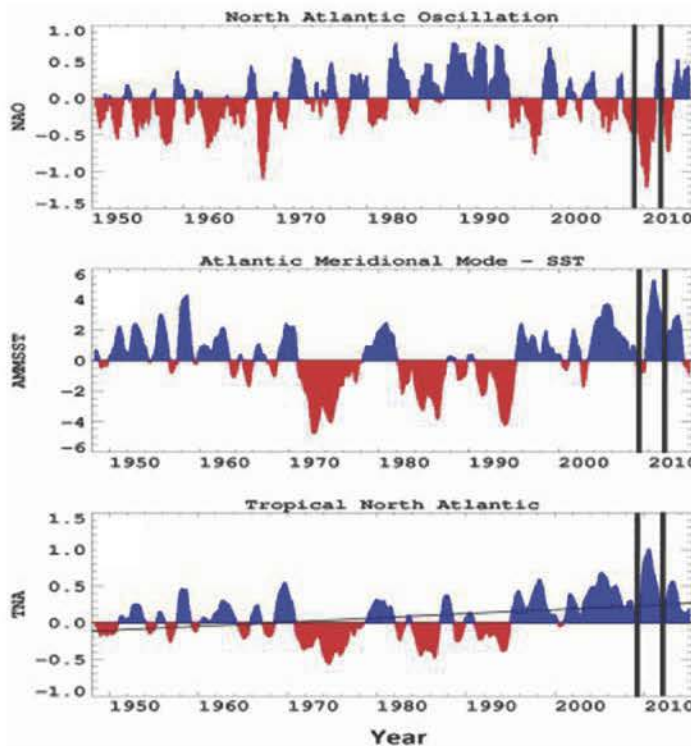
Conditions for growth and retention in the NERR

The year 2010, preceding the first pelagic *Sargassum* event, was historically unusual for Tropical North Atlantic Ocean conditions favorable for a stronger than usual summer recirculation of pelagic *Sargassum* within the NERR and weaker than normal winter export (removal).

Historic alignment of anomalous Atlantic climate indices (lows and highs) in 2010...and 2011. 'Tipping Point'?

10

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Conditions for growth and retention in the NERR

Negative NAO: low pressure and weak trade winds; good for retention

Positive AMO: strong North Equatorial Counter Current

Elevated sea surface temperature in the tropics; good for growth

11

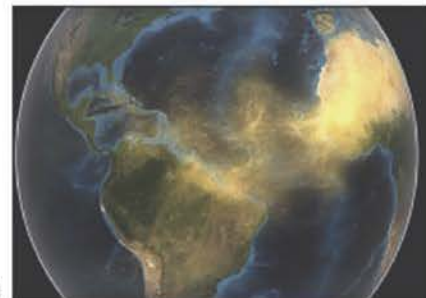
Working Hypothesis

- Pelagic Sargassum blooming occurred in the NERR via a combination of coincidental climate conditions, nutrient enrichment, and biological responses favorable for growth in a warming environment for an extended period of time.

Nutrient enrichment

- Equatorial upwelling
- Amazon River inflow
- African dust (iron, manganese)

NASA satellite track of African dust to Amazon



- Non-linear interaction between hydrodynamics, growth & mortality.
- It is unclear if releases of Sargassum from the NERR ultimately will be sufficient to clear the NERR of bloom conditions; appears to be 'sloshing' back and forth (via satellite imagery).

12



Multi-sectoral Impacts and Management Challenges

- Fishing industries: fishing practices disrupted, loss of fisher income, post-harvest market disrupted, harbor & vessel issues.

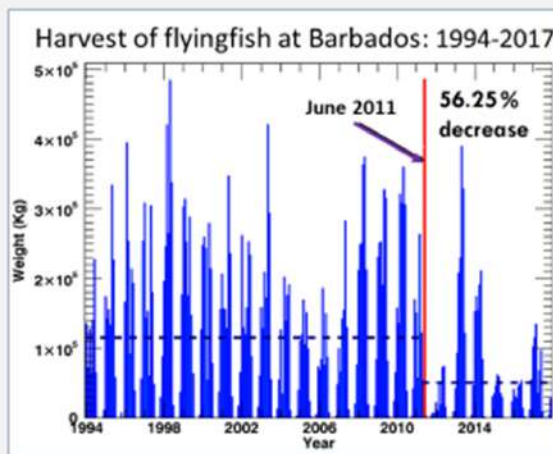


13

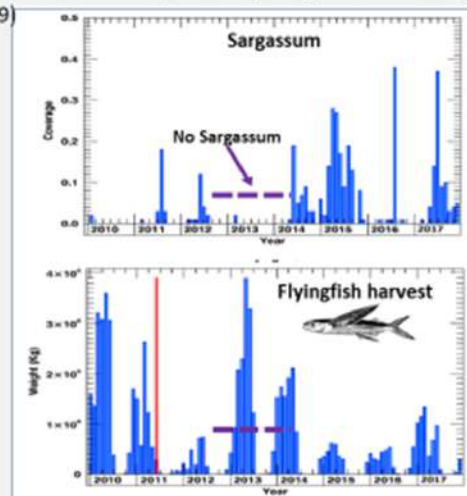
Quantify the Impact on Fisheries

Amount of Sargassum vs. flyingfish harvest in Barbados

FAO/GEF Climate Change Adaptation in the Eastern Caribbean Fisheries Sector (CC4FISH): Sargassum Sub-Project (Johnson, Franks, Oxenford, Cox, McConney, Monnereau; 2019)



- Red line indicates first report of Sargassum event at Barbados.
- Horizontal dashed lines are mean flyingfish harvest before and after June 2011.
- Decrease of 56.25% in flyingfish harvest.



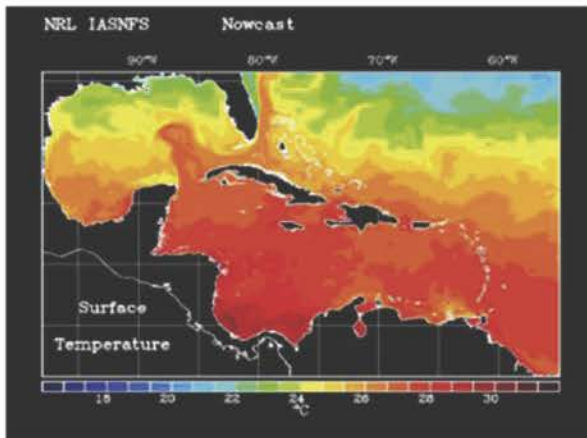
- Comparison of Sargassum at Barbados and flyingfish harvest from 2010-2017.
- When no Sargassum was present (during the 'Sargassum era'), harvest returned to normal.

14

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Pelagic Sargassum in the Gulf of Mexico



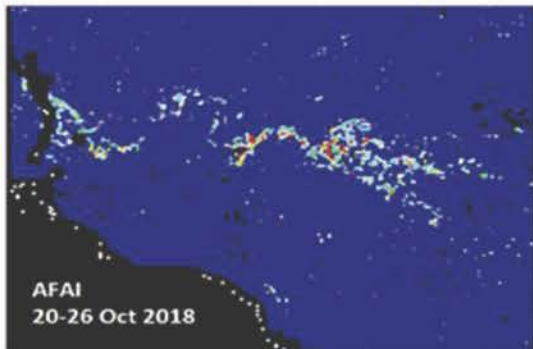
Inter-Americas Sea Nowcast/Forecast System
NRL, Stennis Space Center, Mississippi, D.S. Ko

- Growth, consolidation, export
- Periodic landfalls along shorelines
- Ecological research studies; fisheries

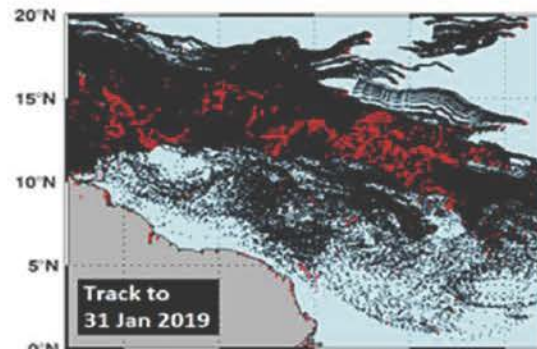


15

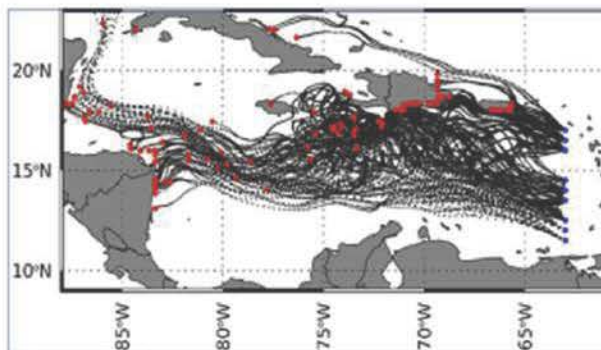
Prediction



C. Hu, M. Wang (USF Optical Oceanography Laboratory)



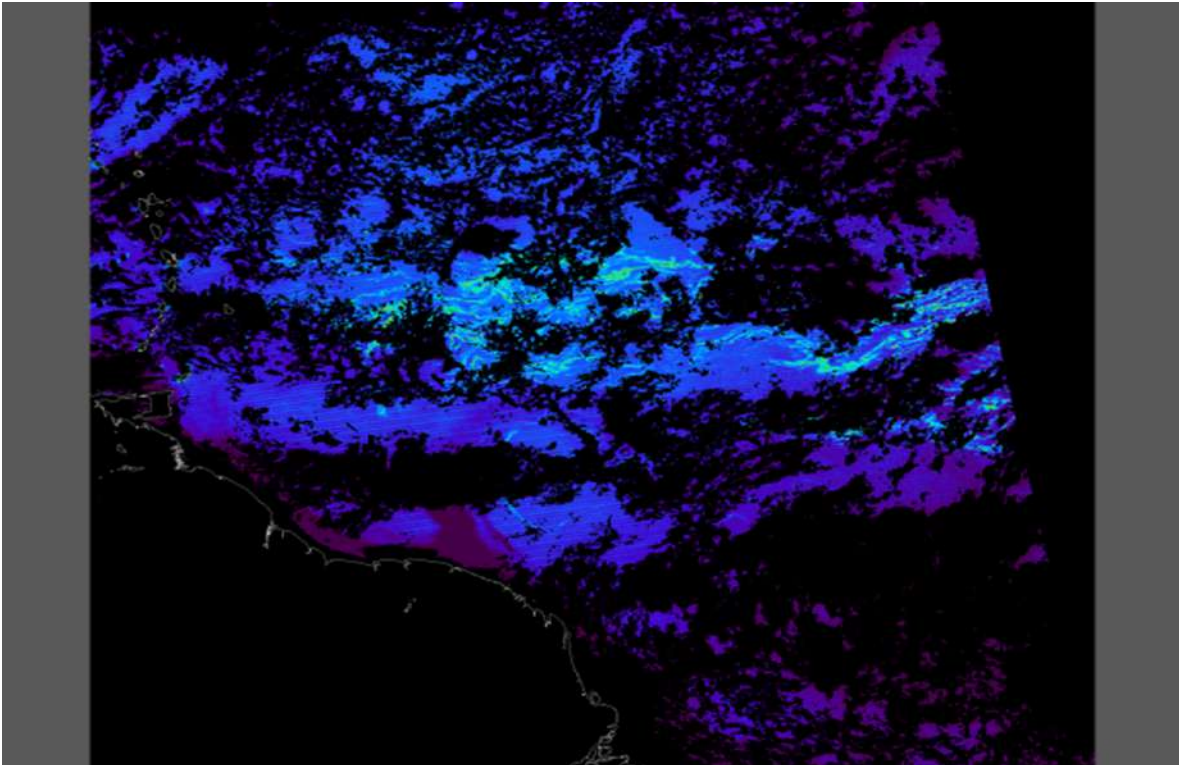
Johnson, Franks 2019: CC4FISH (FAO, GEF), UWI



Johnson 2019

CC4FISH, UWI
Oxenford, Cox

16



17

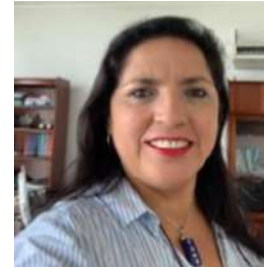
Concluding Thoughts

- ❑ The 'new' pelagic Sargassum source is the tropical Atlantic (North Equatorial Recirculation Region).
- ❑ Drivers of the Sargassum blooms and incursions are likely exacerbated by Climate Change.
- ❑ Critical to understand the balance between recirculation and export of Sargassum from the NERR.
- ❑ Benefits from carbon sequestration by Sargassum?
- ❑ Predicting Sargassum movements and coastal arrivals is essential to:
 - Response strategies, management systems, clean-up efforts, investment in clean-up technologies.
 - New business opportunities.
 - Risk assessments; local adaptive measures; assessing vulnerability of coastal communities (employment, health).
 - Environmental resource management & protection.
- ❑ Long-term predictions are very challenging: development requires research collaboration and dedicated funding.

18



Adriana Santos Martínez



Doctora en Ciencias de la Universidad de Guadalajara – Centro Universitario de la Costa en Puerto Vallarta México; Magister Scientiae en Biología Marina, de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, en Santa Marta - Colombia; Expert on Marine Fisheries, Belgian Administration for Development Cooperation, en Oostende Kingdom Of Belgium; Licenciada con Estudios Mayores en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá - Colombia. Investigadora científica y directora de proyectos del Instituto de Investigaciones Marinas y costera de Colombia durante 1988 - 1997. Se vinculó a la Universidad Nacional de Colombia – Sede Caribe en la isla de San Andrés desde 1997 y tiene la categoría de Profesora Asociada de tiempo completo y dedicación exclusiva; ha ocupado en la Universidad diversos cargos como académicos - administrativos como Coordinadora de Postgrados, Coordinadora de investigación, Extensión y Laboratorios y Directora de Sede. A inicios del 2011 hasta octubre de 2016 fue Directora del Jardín Botánico de San Andrés de la Universidad, y desde finales de octubre de 2016 a la fecha asume la Dirección de la Sede Caribe de la Universidad Nacional de Colombia. Entre las líneas de investigación que trabaja están biología y ecología de peces, evaluación y manejo de los recursos pesqueros, manejo de ecosistemas y áreas marinos, estudios ambientales del Caribe, evaluación de la vulnerabilidad costera y gestión de riesgo, educación ambiental, y modelos de desarrollo sustentable. Ha dirigido 25 proyectos de investigación, publicado 8 libros y 8 capítulos de libros, 42 artículos y trabajos, ha presentado más de 120 ponencias en eventos nacionales e internacionales, dirigido 25 trabajos de pregrado y 10 de postgrado y ha recibido 12 reconocimientos entre becas, premios y la Orden Gerardo Molina de la Universidad. Dirige desde 1998 el grupo de investigación Estudios Ambientales del Caribe de la Universidad y del sistema nacional en Colciencias, y está en la categoría: Investigador Senior. Es Consejera del Programa Ciencias del Mar y los Recursos Hidrobiológicos – Colciencias. Forma parte de la Junta Directiva del Instituto técnico profesional, por delegación de la Presidencia de la Republica de Colombia, de la Junta Departamental de Pesca en San Andrés y en diversas entidades representa en temas de ciencias del mar a la Señora Rectora de la Universidad Dra. Dolly Montoya. En el tema de Sargazo ha dirigido investigaciones en el tema de biodiversidad algal y evaluación de servicios ecosistémicos, han logrado registros y propuestas metodológicas de evaluación, publicadas y presentadas en eventos internacionales.

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Sargazo: Retos y Oportunidades

20 años
Sede Caribe
1997 - 2017

Sede Caribe



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

PRESENCIA MASIVA DE LA MACROALGA SARGASSUM SPP. EN LA RESERVA DE BIOSFERA SEAFLOWER, CARIBE COLOMBIANO: PROPUESTAS PARA LA SUSTENTABILIDAD

Por

**Adriana Santos-Martínez¹, Brigitte Gavio², Julián Alberto Prato Valderrama³
y Diana Carolina Castaño Giraldo⁴**

1. Dra. Directora de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe. Correo asantosma@unal.edu.co
2. Dra. Profesora de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Correo bgavio@unal.edu.co
3. Estudiante Doctorado Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe. Correo jprato@unal.edu.co
4. Estudiante Maestría Universidad Nacional de Colombia - Sede Caribe. Correo dcastano@unal.edu.co

Ciudad de México, septiembre de 2019



1

GRAN CARIBE Macroregión ambiental



[Miloslavich *et al.*, 2010; Márquez *et al.*, 2009; Schill *et al.*, 2015] Figura <http://www.protectedplanet.net>, 2018.

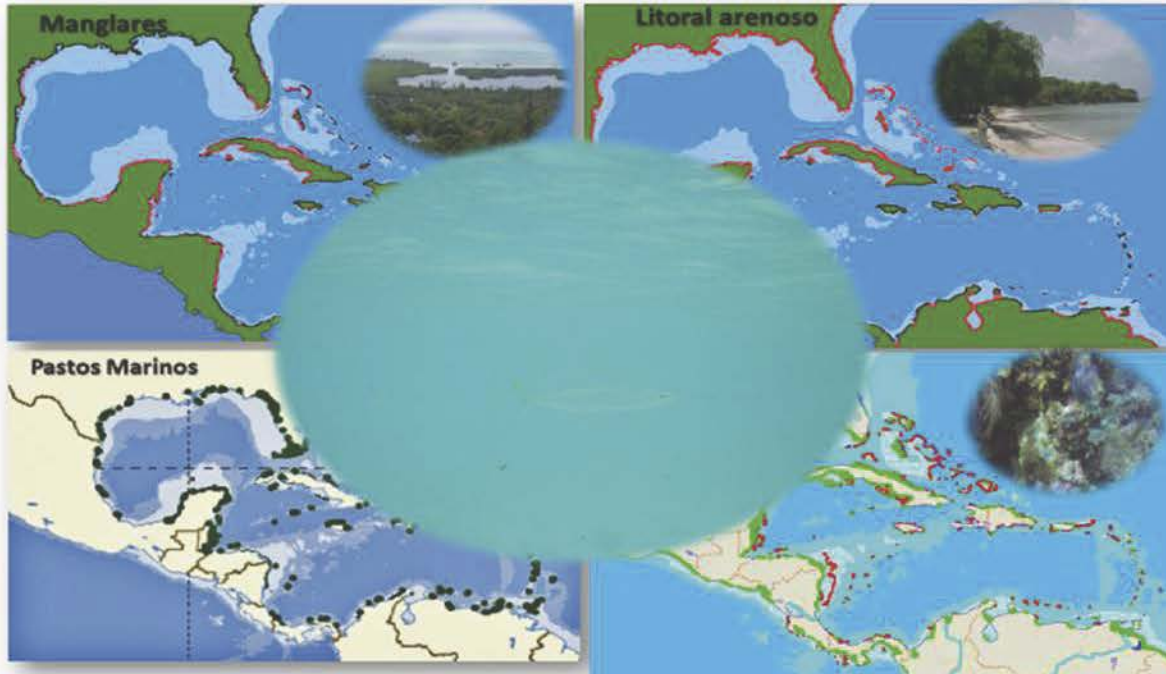


2



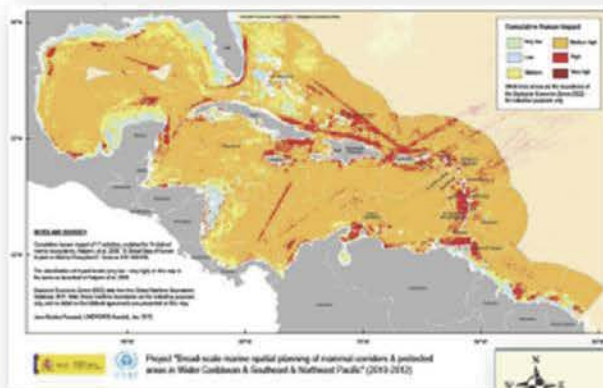
Gran Caribe - Ecosistemas Marinos

(Robertson et al., 2015 STRI - Abril 2018; imágenes A. Santos-Martínez)



3

Impactos Humanos en el Caribe

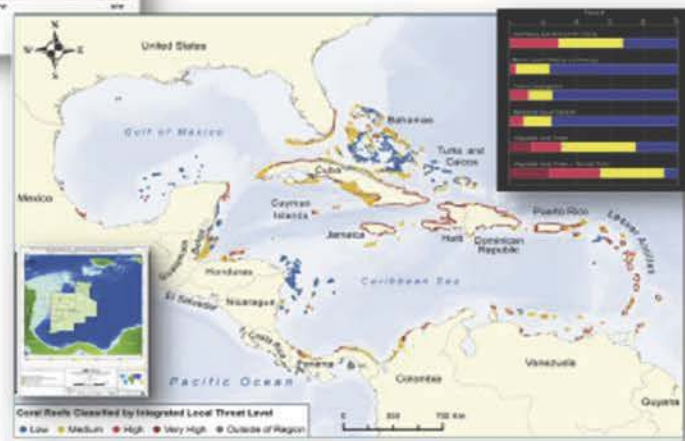


Impactos humanos acumulados sobre los ecosistemas marinos en el Caribe: modelación de 17 actividades (Halpern et al., 2008)

(WDPA, 2013. <http://www.wdpa-marine.org>)

Índice de Amenaza Arrecifes en peligro: análisis de 30 variables, 200 bases de datos, aportadas por 35 estados y territorios

(Burke et al., 2011)

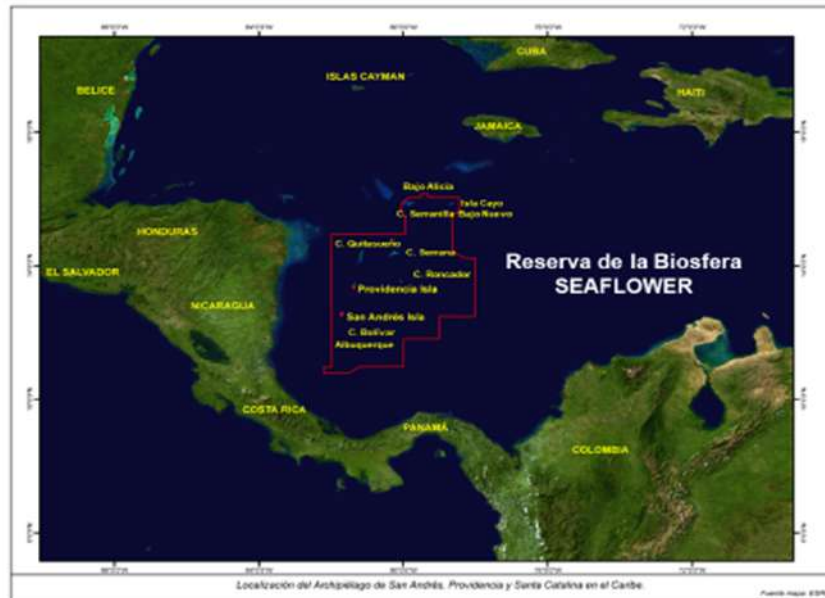


4

El Sargazo: Retos y Oportunidades

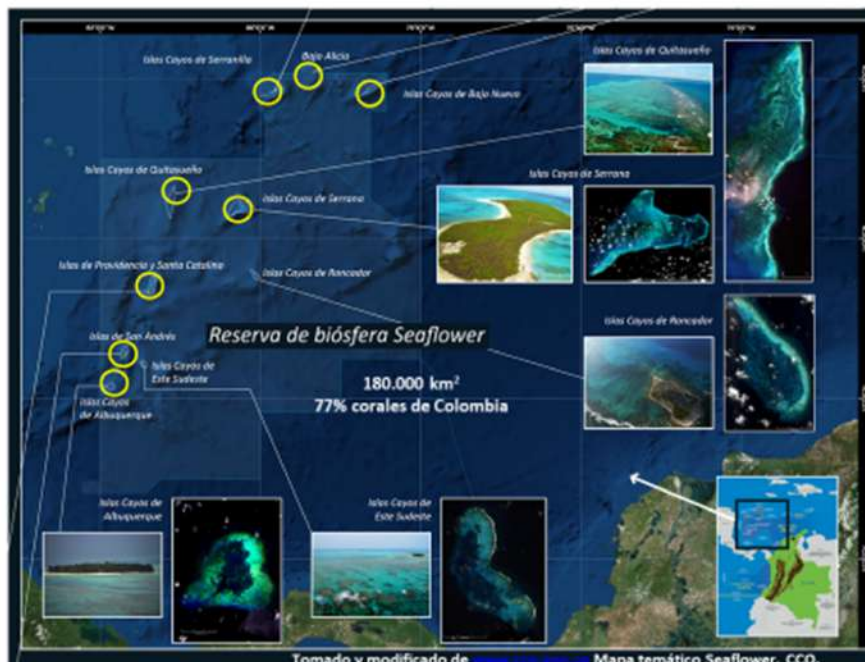


ÁREA DE ESTUDIO Archipiélago De San Andrés Y Providencia - Caribe insular



5

DEPARTAMENTO Archipiélago De San Andrés Y Providencia - Caribe insular



6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



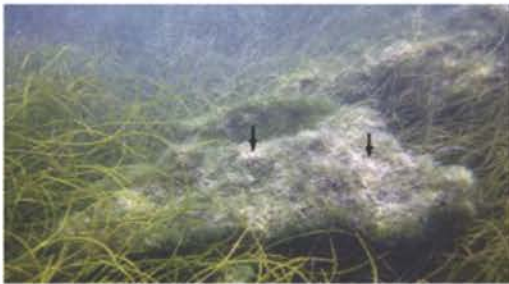
Reserva de Biosfera Seaflower- Caribe insular colombiano



En San Andrés isla Bahía Spratt Bight Presencia del florecimiento de algas verdes *Chaetomorpha linum* - mayo y septiembre / 2013

(Gavio y Mancera. 2014. Blooms of Ephemeral Green Algae in San Andrés Island, International Biosphere Reserve Seaflower, Southwestern Caribbean
<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v20n2/v20n2a25.pdf>) Algas

Total de especies de algas en Seaflower es de 332 y de alga parda el género *Sargassum* tiene 10 especies (Rincón y Ramos 2016 y Rincón et al., 2018)



7

Reserva de Biosfera Seaflower- Caribe insular colombiano



En San Andrés isla Bahía Spratt Bight Presencia sargazo pelágico *S. fluitans* y *S. natans*, septiembre a octubre/ 2014.

(Gavio B, Rincón-Díaz M.N, Santos-Martínez A. Massive quantities of pelagic *Sargassum* on the shores of San Andrés Island, southwestern Caribbean. Acta biol. Colomb. 2015; 20(1):239-241. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.46109>)

Biomasa cobertura 32.520 m² (CORALINA, 2014.
http://www.en-elidec-91a.com/index.php?option=com_content&view=article&id=8320:coralina-algas-no-deben-generar-reocupacion&catid=41:ambiental&Itemid=83)



8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



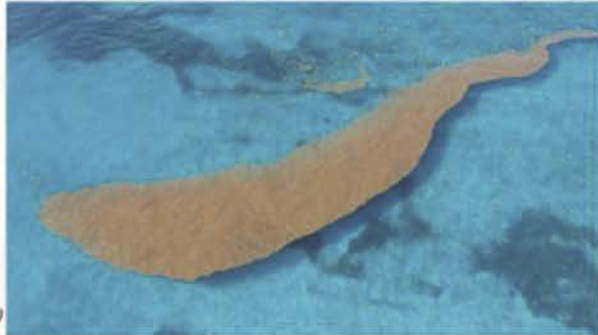
Reserva de Biosfera Seaflower- Caribe insular colombiano



En Isla Cayos de Serranilla, Beacon Key Presencia del *Sargassum spp.* septiembre de 2017.

[Gavio, B. y A. Santos-Martínez. 2017. Pelagic Sargassum reaching Serranilla Bank, Caribbean Colombia, may pose a risk to baby turtles. Harmful Algae, News. ISSN 0020-7918 Department of Biology, University of Copenhagen. UNESCO. 58 (2017): 4-5.; (Aerofotografía Santiago Estrada-Robledo)]

Lugar de anidación de tres especies de tortugas
(Fundación Tortugas, SIB Co, 2018). Neonatos muertos de
Carey Eretmochelys imbricata (K. Barrento, com. Perso.)



9

Reserva de Biosfera Seaflower- Caribe insular colombiano



En San Andrés isla Playas Presencia sargazo. Abril - mayo / 2018.

[Prato, J., B. Gavio, D. Castaño, H. Castro y A. Santos-Martínez. 2018. Sargassum Influx to the Shores of San Andrés Island, Southwestern Caribbean. 71th Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries].

**Investigación - Metodología cuantificar y
estimar área y biomasa húmeda y seca**

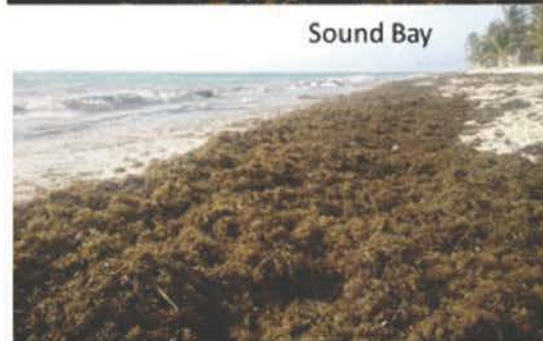
Spratt Bight



Yellow moon



Sound Bay



10

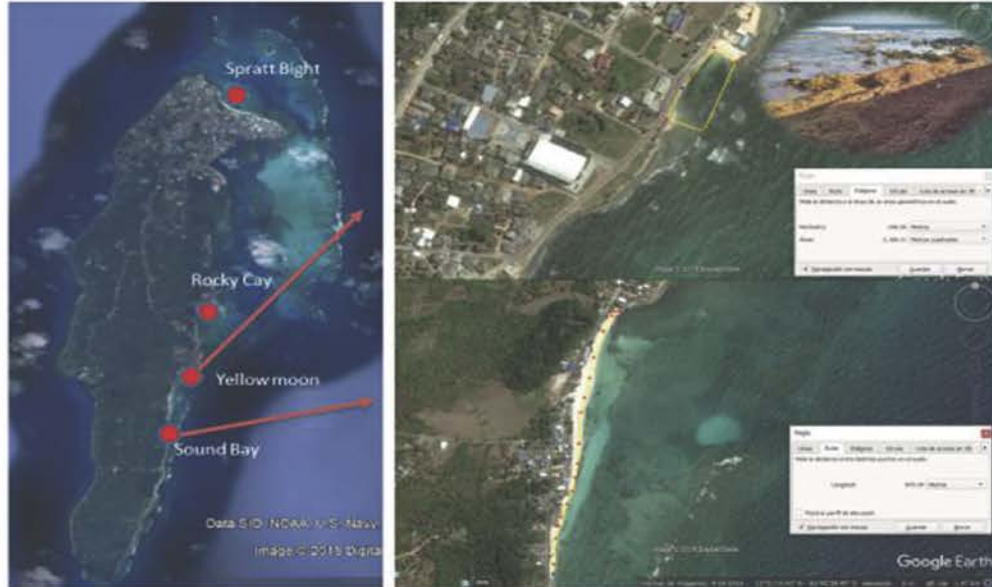
El Sargazo: Retos y Oportunidades



Reserva de Biosfera Seaflower-Caribe insular colombiano



En San Andrés isla. Estaciones de muestreo *Sargassum* spp., ● y se estimó total litoral



11

Reserva de Biosfera Seaflower-Caribe insular colombiano



Estimación ancho y largo ocupación *Sargassum*
- Cobertura (10 estaciones por playa)



Colecta cuadrantes 1 m² y proceso de separación y secado -Biomasa húmeda y seca (5 estaciones por playa): Biomasa seca por cuadrante 1.75 a 2,45 kg/ m²



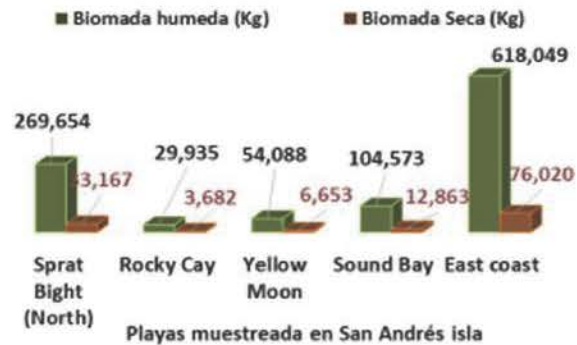
12



Reserva de Biosfera Seaflower- Caribe insular colombiano



Resultados – *Sargassum* spp. Cobertura y Biomasa húmeda y seca



Evaluación y estimaciones	Biomasa húmeda (t)	Biomasa Seca (t)	Estimación Carbono (t)	Estimación Nitrógeno (t)
Cuatro playas	458,3	56,4	16,9	2,1
Resto de Playas	618,0	76,0	22,8	2,9
Total costado Este	1.076,3	132,4	39,7	5,0

(Carbono y nitrógeno calculado con Milledge y Harvey, 2016).

13

Reserva de Biosfera Seaflower

Isla de Providencia *Sargassum* spp., acumulaciones de varios metros de especies de pastos marinos *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, abril 27 de 2019.



Isla de San Andrés *Sargassum* spp., llegada masiva en San Luis - Free Town, UNAL – Sede Caribe, agosto 26 de 2019.

(Fotos A. Santos-Martínez)



14



Consideraciones finales

The collage is divided into four quadrants, each with a label and an image:

- Dimensión Natural:** Shows a coastal landscape with a body of water and green vegetation.
- Dimensión Social:** Shows a close-up of seaweed and a group of people swimming underwater.
- Dimensión Económica:** Shows a person in a boat handling a large quantity of fish, with a large pile of seaweed in the foreground.
- Dimensión Política:** Shows a diver underwater near a large pile of seaweed.

Below the collage, there are three additional elements:

- Bar chart:** A bar chart showing the percentage of Sargazo in different regions from 2008 to 2017. The Y-axis is labeled 'Porcentaje de Sargazo en %' and ranges from 0 to 200. The X-axis is labeled 'Mes' and shows years from 2008 to 2017. The legend includes:
 - Impacto ambiental
 - Impacto socioeconómico
 - Efectividad del manejo
 - Gobernanza
 - Comercio internacional
 - Fertilizantes y cosméticos
 - Establecimiento de plantas
 - Servicios ecosistémicos y productos
 - Pesca
- Image of a sea turtle:** A large sea turtle swimming in the water.
- Organizational chart:** A hierarchical chart showing the structure of the organization, with the Colombian flag at the top.

(Fotos SIG UN y A. Santos-Martínez)

15

CONSIDERACIONES FINALES Sargazo: Retos y Oportunidades



- **Abordaje de la gestión y el manejo:** transnacional, multidisciplinar e integral entre dimensiones, sectores y escalas territoriales como local, meso y macro.
- **Estandarización de protocolos y metodologías** –Caribe, para la cuantificación y comparación de las evaluaciones, efectos y procesos en diversas dimensiones.
- **Investigaciones y acciones:** en diversas dimensiones desde la ciencias de la sustentabilidad - Comprensión de los efectos positivos o negativos del sargazo, a partir del seguimiento desde la fuente hasta las playas y ecosistemas – comunidades – servicios ecosistémico y sistemas productivos - industria.
- **Divulgación, monitoreo y modelando:** a diversas escalas local, meso y macro para tener las mejores soluciones, así como prevención y mitigación del riesgo.
- **Aprovechamiento y usos:** obtención de subproductos alimenticios (libres de contaminantes - metales pesados), fertilizantes, cosméticos, materiales para diversos usos (construcción, papel, utensilios reciclables).



16



Cultivos y producción de algas marinas y subproductos



Cultivo de especies *Gracilaria* spp. e *Hypnea musciformis*, en granjas subacuáticas



Con los subproductos de las algas formulación de Crema corporal, Gel postsolar y jabones



17

Gracias



Sede Caribe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



SENADO DE LA REPUBLICA DE MÉXICO



SRE SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES

SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES -

AGENCIA MEXICANA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO (AMEXCID)



FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FCCyT) -

Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCYTU)

EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS (CINVESTAV) -

Mérida Yucatán, Dra. Dalila Aldana

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA -

Directivos, Colegas y Estudiantes de postgrados y pregrados.

Ciudad de México, septiembre de 2019



18



Jonathan Muthuswamy Ponniah



Grado Académico: Doctorado en Geología (2001) (University of Madras, Chennai, India)

Especialización: Geoquímica Costera/Geología Ambiental y tsunamis (Paleo y actuales)

- Investigar e iniciar tendencias innovadoras en el campo de la geoquímica ambiental especialmente en lo referente a la contaminación en lagunas, costas y ríos.
- Maestría en Geología (1994), (University of Madras, Chennai, India)
- Maestría en Oceanografía (especialidad) (1996) (University of Madras, Chennai, India)
- Licenciatura en Geología (1991) (Madurai Kamaraj University, Madurai, India)

Experiencia:

- Agosto 2009 - actualmente
 - Profesor Investigador Titular C, CIEMAD, IPN, CDMX Sistema Nacional de Investigadores Nivel I (2007 - 2013) Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2 (2014 - 2022)
- Febrero 2005 a julio 2009
 - Profesor Investigador Titular B Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, México.
- Enero 2003 a enero 2005
 - Investigador Asociado en proyectos (Equivalente a Postdoctorado) Universidad de Madras, India.
- Enero 2002 a diciembre 2002
 - Investigador Asociado, Universidad de Madras, India.
- Abril 1997 a marzo 2001
 - Investigador Mayor, Universidad de Madras, India

Premio:

“Sir C.V. Raman Professorship for Best Researcher”, University of Madras, Chennai, India (2017)



Excessive presence of Sargazo: Effect on tourist Beaches in Yucatan Peninsula, Mexico



Dr. M.P. Jonathan

Professor Investigador (SNI Nivel 2)

Centro Interdisciplinario de Investigaciones y
Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD)
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Calle 30 de Junio de 1520, Barrio la Laguna Ticomán
C.P. 07340, Del. Gustavo A. Madero, México, D.F., México



Email: mpjonathan7@yahoo.com, mpjonathan7@gmail.com
https://www.researchgate.net/profile/M_P_Jonathan/publications

1



Who is responsible for beach tourist waste generation ?

- **Marine litter: Marine debris or marine litter**
- **Human-created waste that has deliberately or accidentally been released in a lake, sea, ocean etc.**

2



Concepts of Blue Flag – Beaches

The **Blue Flag** is sought for **beaches**, marinas, and sustainable boating tourism operators as an indication of their high environmental and quality standards

FEE – Foundation for Environmental Education

Blue Flag - 33 different criteria's

With 8 Blue Flag certified beaches in Puerto Vallarta – highest in Mexico



World wide 4560 certified beaches in 45 countries



3

Blue Flag Beaches



4



The main objectives of the study due to **excessive Saragasso species** are:

- Is really the tourist beach region safe ?
- What are the changes in water quality ?
- Changes or accumulation in bioavailable elements in sediments ?
- Carbonate terrain and the presence of bioavailable elements.
- Observe the changes in the physico-chemical aspects in seawater.

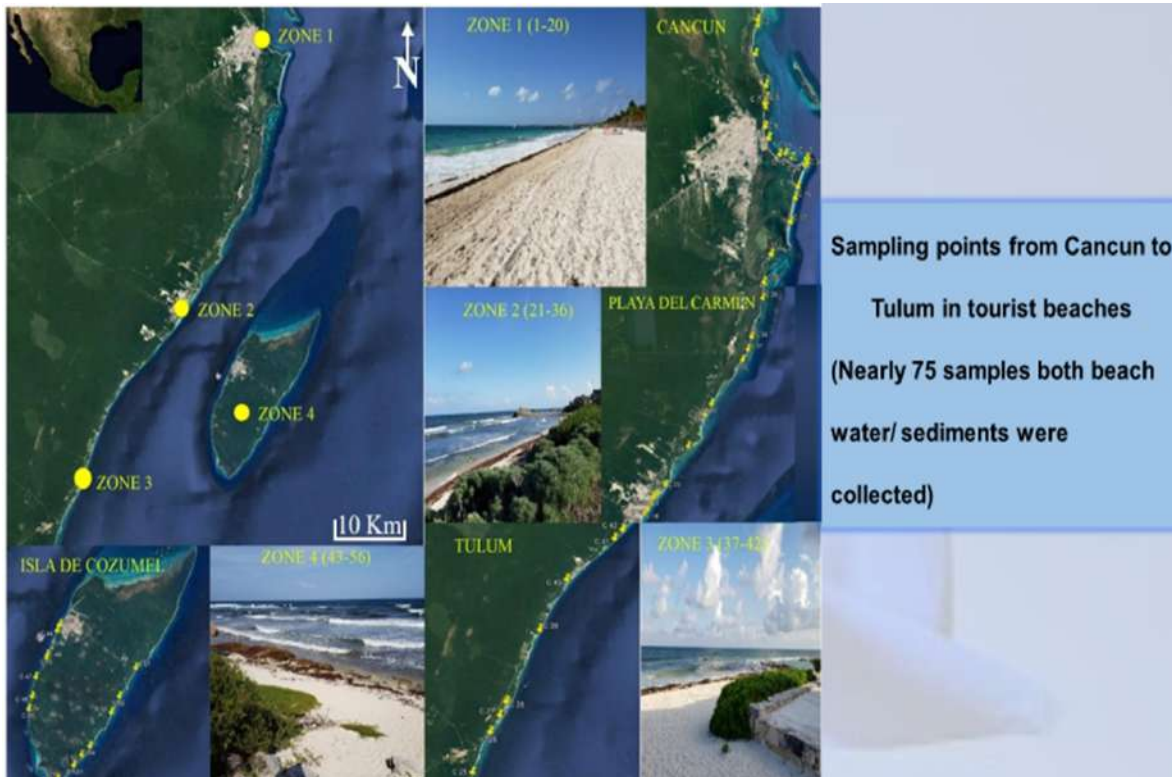
5

Effects of beach litters...

Ecological diasters...



6



7

Basic preliminary results in water (Cancun – Tulum)

- pH = 7.54 to 8.84 (avg. 8.49)
- Conductivity = 38.2 to 58.1 (avg. 54.6 mS/cm)
- Turbidity = 0.92 to 511 NTU
- Dissolved oxygen = 3.91 to 10.51 (avg. 7.803 mg/L)
- Chlorophyll = 0.178 to 8.861 mg/m³
- Anions and Cations were also carried out.
- Dissolved trace metals: Fe, Mn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Cd, Sr, As, Hg, V

8



Processes in coastal region due to excessive Saragasso?

- Lower pH affects the physico-chemical processes in the coastal environment
- Lower turbidity and dissolved oxygen affects the living conditions of marine organisms
- Strong temperature differences warms the coastal water than above normal
- Ocean becomes warmer slowly.
- Changes or lower values in nutrient contents often affects the biogeochemical cycle and also affects the productivity cycle.
- Production of particulate and dissolved organic material often generates huge changes for sub-surface oxygen production needed for marine organisms.

9

Processes in coastal region due to excessive Saragasso?

- Dissolved iron increases with depth in coastal region
- Concentration of Fe increases due to excessive decomposition of organic matter
- Fe:P ratio is affected which in turn affects the nutrient levels
- Fe & Mn acts as scavengers of other dissolved elements
- Excessive deforestation and fertilizer use is also said to be one of the reasons for high productivity of Saragasso in the Atlantic side.

10



The Marine and freshwater sensitive habitats (such as corals, sea grass beds) in the vicinity of the beach must be monitored.



11

Just think whether the “Blue Flag” beaches are safe enough ?
Criterias should be different based on region wise



12



El Sargazo: Retos y Oportunidades



13



El Sargazo: Retos y Oportunidades



MESA 4: EL SARGAZO COMO RECURSO DE INTERÉS ECONÓMICO

El Sargazo: Retos y Oportunidades





Dalila Aldana Aranda



Nació en la Ciudad de México Es Bióloga por la Escuela nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico nacional. Doctora en Oceanografía Biológica, Acuicultura y Pesca por la Universidad de Bretagne Occidentale, de Francia, con un segundo Doctorado en Biología de Poblaciones por la Universidad de Saint Jerome, Marseille, Francia. Toda su actividad profesional la ha desarrollado en Yucatán, como investigadora del CINVESTAV IPN, Departamento Recursos del mar.

Primera Mujer en ocupar la Presidencia del Gulf and Caribbean Fisheries Institute y Coordinadora Iberoamericana del Programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, con la Red Iberoamericana de Acuicultura de Moluscos. Es Premio Nacional al Mérito Ecológico y Caballero de las Palmas Académicas del Ministerio de Educación de Francia.

Tiene 65 artículos indexados, posee un número de citas mayor al de la especialidad Fisheries y Marine biology y varios de sus artículos poseen un número sobresaliente de citas. Ha escrito libros y ha dirigido más de 40 tesis de posgrado. Se ha involucrado activamente en diversos programas de Difusión de la Ciencia la con la Academia Mexicana de Ciencias, CONACYT, la SEP y en Francia. Ha montado 5 exposiciones en museos a nivel Nacional, entre ellos Universum y el Museo Tecnológico de la Cd. De México.

Su investigación está centrada en el desarrollo y reproducción de moluscos y su aplicación al manejo pesquero y acuícola. Trabaja sobre el efecto de Cambio Climático en organismos marinos y el impacto de micro plásticos en la diversidad marina del Caribe. Sobre Sargassum, utiliza información de abundancia y diversidad de la comunidad planctónica y del bento marino, para determinar su efecto en éstas y en las áreas de agregación reproductiva. Se interesa en el aumento de plásticos y micro plásticos asociados a los arribazones de Sargassum, utilizando como indicador una especie de molusco (Caracol rosa, Strombus gigas), presente en todo el Caribe). Ha tenido la capacidad de vincularse con éxito con Instituciones científicas y Empresas, teniendo una carrera profesional de equilibrio entre *Ciencia Dura* y una *Ciencia Social*.



Panel 4. Sargassum as a living resource of economic interest



Ciencia y Cooperación en el Caribe

Dalila Aldana Aranda

CINVESTAV IPN, Mérida Mexico



Hace 15 mil millones se formó el universo (Big Bang)

BIG BANG



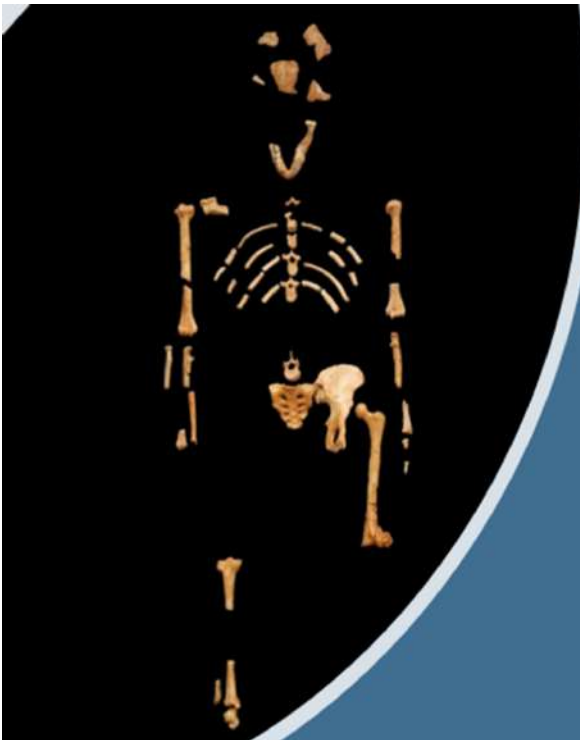
Hace 4 500 millones de años, se formó la Tierra



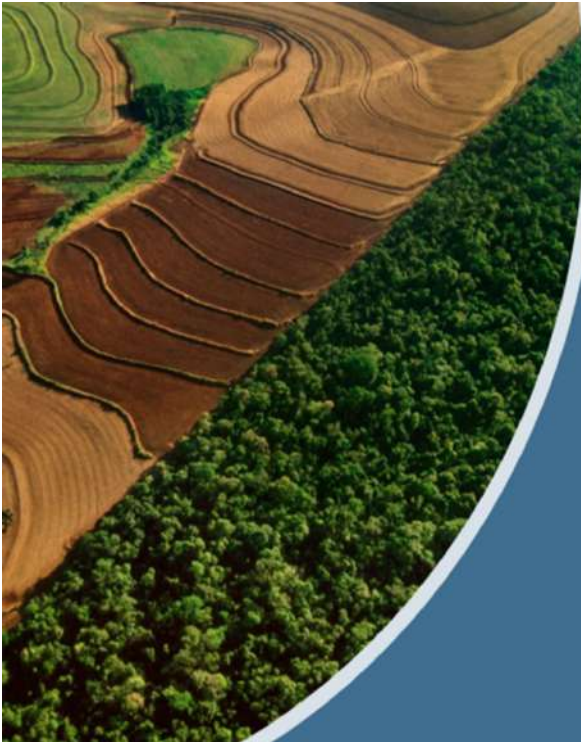
3

Hace 3 millones el 1º. Homínido pisa la Tierra

En 1974, descubren a Lucy, nuestro ancestro



4



Hace 30 años,
deforestación
intensa de la
Amazonia

Selva → plantaciones agrícolas y
pastoreo

5



DESCARGAS MASIVAS DE FERTILIZANTES

6

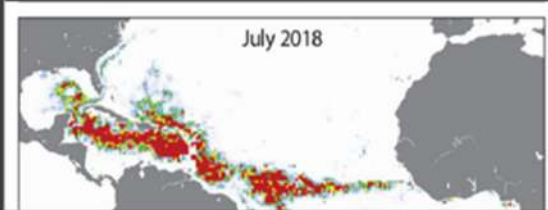
El Sargazo: Retos y Oportunidades



...en menos de una década

«la Química del océano se ha modificado y con ello la floración del alga. Su control esta fuera de escala »

- Una Biomasa de 8850 km y 200 millones Ton



Dr. Ho, Ciencias Marinas Univ. Sur de Florida, Science

7



8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Biomasa que se maneja como "basura", es un problema



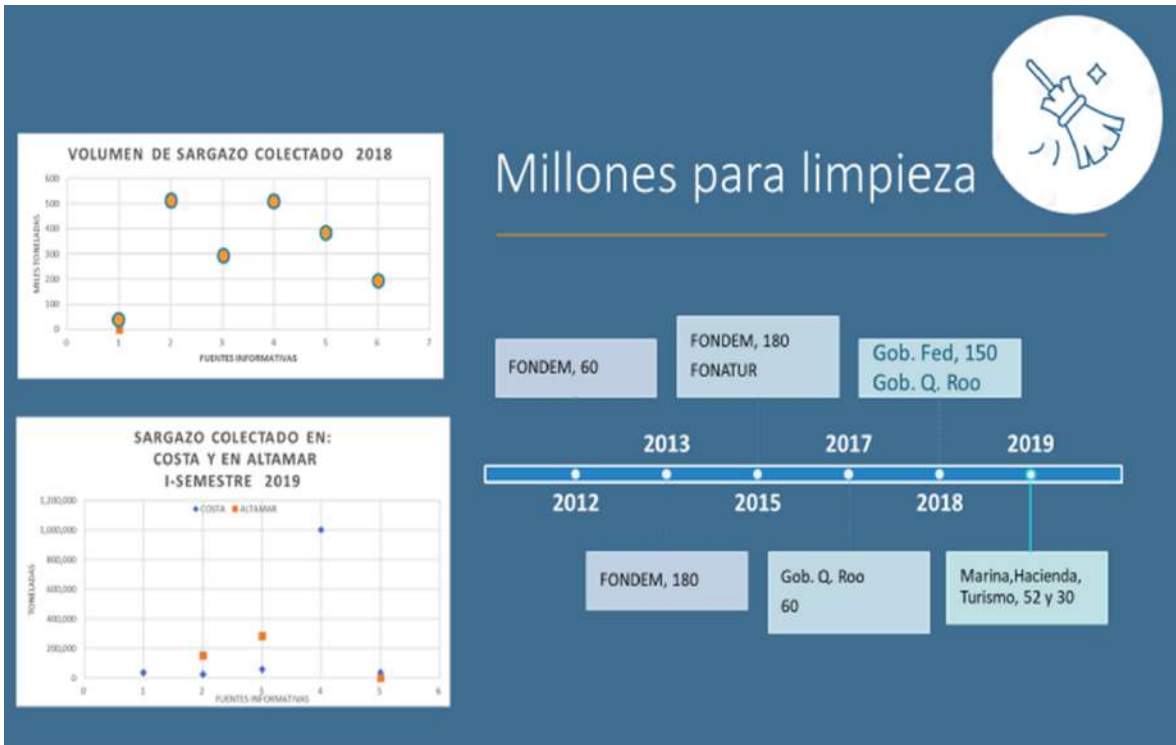
9



¿Cuanto está llegando y cuánto se está recogiendo?

10

El Sargazo: Retos y Oportunidades



11



12

El Sargazo: Retos y Oportunidades



13 000 T basura CDMX.día requieren un área=Zócalo y 3m de altura



13

2019

• Se habla de 500 000 T colectadas

14

El Sargazo: Retos y Oportunidades



2019

- Se habla de sólo 6 Hectáreas acondicionadas para la recepción del Sargassum



15

500 000 T recogidas
- 13 000 T depositadas en 6 Ha habilitadas
487 000 T ¿Dónde se llevaron estas toneladas?

☹️ Déficit de 194 Ha con geomembranas (Economía azul) (= 50 Zócalos), para evitar lexiviados y contaminación del acuífero

16



El Sargazo: Retos y Oportunidades

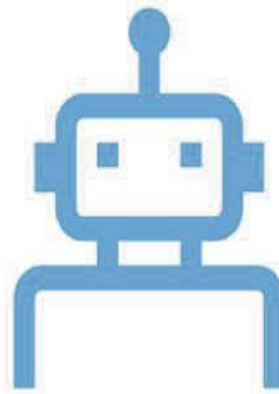


Se habla de tiraderos clandestinos en la ruta de los cenotes que están contaminando el Acuífero y la tierra



17

La Ciencia es indispensable hasta para “barrer”



18



1º. Tenemos que conocer el recurso para su manejo y aprovechamiento

19

El Primer producto que temenos que conservar es el Arrecife



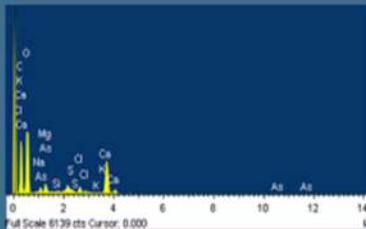
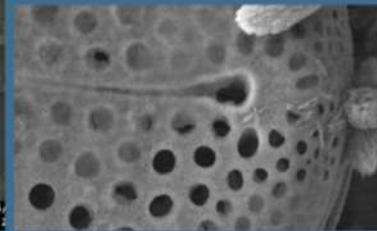
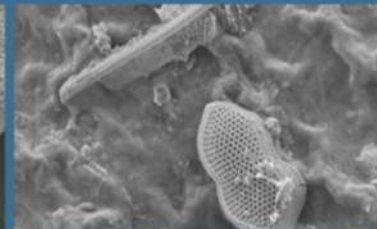
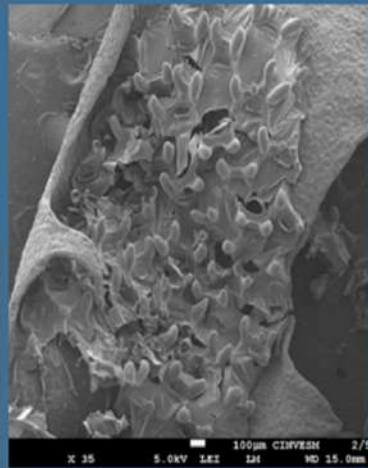
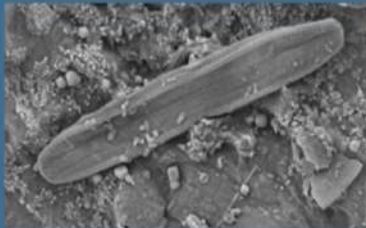
20



Composteo en la Duna costera



21



Monitoreo de la micro comunidad adherida al S. y sus contaminantes. El impacto en el zooplancton de las especies del arrecife algunas de interés pesquero



22



25

..si se conoce bien la materia prima, se podrá trabajar en los subproductos



26

El Sargazo: Retos y Oportunidades



- ✓ Crear el Observatorio Nacional de S. (Monitoreo, Manejo, Normativa) con observadores (asegure su funcionamiento, confiabilidad datos y transparencia de los S)
- > Federar las acciones y resultados a nivel nacional e internacional
- > Agenda de Cooperación internacional en el Caribe a través de las Academias de Ciencias, los Consejos de CyT, AMEXCIT
- > Se ha invitado a Conacyt a que participe como socio de la plataforma de Consortium convocada por Francia (25 países ya se sumaron)

27

CONFERENCE INTERNATIONALE SUR LES
SARGASSES
DU MARDI 23 AU SAMEDI 26 OCTOBRE 2019
— COMPLEXE WORLD TRADE CENTER, GUADELOUPE —

Accueil Informations pratiques Programme Inscription Revue de presse Contact

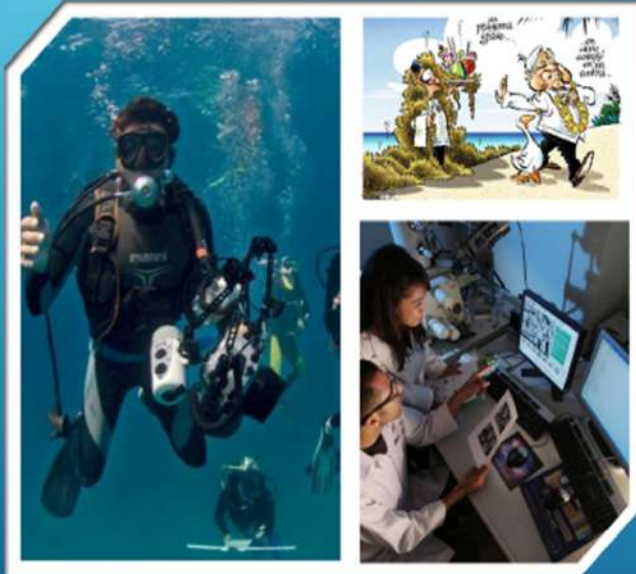
Cette conférence pose les jalons d'une coopération efficiente et pragmatique en vue d'apporter des réponses fonctionnelles et opérationnelles aux échouements de sargasses devenus des faits récurrents. Elle réunira chefs d'Etat, responsables d'organisations régionales et internationales, entreprises, membres de la société civile, chercheurs et universitaires de la Caraïbe.

La première journée sera consacrée à l'état des connaissances sur les sargasses et la télédétection. La deuxième journée sera dédiée aux partages d'expériences et la mise en lumière des stratégies de lutte, collecte et valorisation mises en place dans les territoires. A cette occasion les lauréats de l'Appel à Projets « Sargassum » seront dévoilés. Enfin, la dernière journée au caractère institutionnel réunira les chefs d'Etat de la Caraïbe ainsi que organisations régionales et internationales et sera l'occasion d'entamer une réflexion sur la définition d'une stratégie géopolitique commune.

México debe sumarse a esta plataforma de coop. internacional como socio tendría acceso a los tres forums internacionales y a toda la información generada

28

El Sargazo: Retos y Oportunidades



- ▶ Capital científico existe en México y el Caribe con nexos de cooperación (sin recursos específicos)
- ▶ Bravo por esta iniciativa del Senado, Foro consultivo de C. y SRE. A empujar una agenda internacional.

29



...eso tan pequeño **se seguirá**
haciendo grande

De lo contrario

30

El Sargazo: Retos y Oportunidades



El Mar

Diego no conocía la mar. El padre, Santiago, lo llevó a descubrirla.
Viajaron al sur.

Ella, la mar, estaba más allá de los altos médanos, esperando.
Cuando el niño y su padre alcanzaron por fin aquellas cumbres de arena, después de mucho caminar,
la mar estalló ante sus ojos.

Y fue tanta la inmensidad de la mar, y tanto su fulgor, que el niño quedó mudo de hermosura.
Y cuando por fin consiguió hablar, temblando, tartamudeando, pidió a su padre:

—¡Ayúdame a mirar!

Eduardo Galeano

El Sargazo: Retos y Oportunidades





Alyson Stacy Myers



Alyson Myers is the chair and president of Fearless Fund, a non-profit research organization, dedicated to the health and productivity of marine ecosystems. Myers directs a team of scientists, funded by US DOE ARPA-E, working on transformative ways to produce macroalgae at energy scale while benefitting oceans. The team focuses on Sargassum Natans and Fluitans. The initiative repurposes CO₂ for clean energy and sustainable co-products. The team has been awarded Phase 1 and Phase 2 funding to focus on remote sensing, sustainable harvest and utilization of Sargassum.

Myers is also the founder of Kegotank Farm, dedicated to scientific research on beneficial aquaculture and coastal and agricultural response to sea level rise. Myers has spoken at IOCARIBE on Sargassum, the Impact Leaders Forum 2018 in Cartagena on “The Innovators Way: Partnerships, Technologies and Unconventional Business Models”, at DOE ARPA-E conferences 2018-2019, at the Swedish embassy in Washington, DC on novel approaches to address hypoxia in the Baltic Sea and Chesapeake Bay, and at the Pulitzer Center for Crisis Reporting on Ocean Acidification.

She is on the Board of Directors of several organizations. Her academic background includes: a MA from Duke University’s Nicholas School of the Environment, Yale University’s Conservation Finance Boot Camp, and a BA from Wesleyan University.



Sargassum Solutions: Harvest to Utilization

Alyson Myers - Fearless Fund

Meeting of Scientists and Specialists on *Sargassum* Issues
Panel 4: Sargassum as a living resource of economic interest

Secretary for Foreign Affairs of México
September 20th, 2019

1

U.S. DOE MARINER mission

Large scale macroalgae production focusing on production cost per dry metric tonne and energy budget.

- Team focus on Sargassum

ARPA-E's MARINER Program

- Macroalgae Research Inspiring Novel Energy Resources (MARINER program)
- ARPA-E: Advanced Research Projects Agency - Energy
- Funded by U.S. Department of Energy
- Phase I completed and Phase II funding awarded



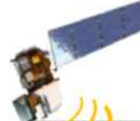
2



Fearless Fund goals

Phase 2 goals:

- Remote sensing
- Sustainable harvest
- Toxicity tests
- Logistics and Utilization



Remote sensing



Sustainable Harvest



Logistics and Utilization



Toxicity test

3

U.S. - Mexico collaboration

Tasks and Funding

- U.S. has funded USD 1.7 M through 2022.
- What new tasks can be identified?
- Can funding be used more efficiently to avoid duplication and find solutions?



Quintana Roo



Florida

4





Proposal for Mexico - Offshore Harvest of Wild Sargassum

Collection of Sargassum offshore can be more cost efficient and effective

- Lower cost than collection on beach
- "Quality" and value of biomass is retained
- **Prevention** of beaching rather than **reaction**

Removal or recycling of carbon from overloaded ocean systems

- Sargassum is 30 % carbon
- Can be sequestered for removal from ocean
- Help alleviate ocean acidification
- Carbon neutral industrial uses



VS.



5

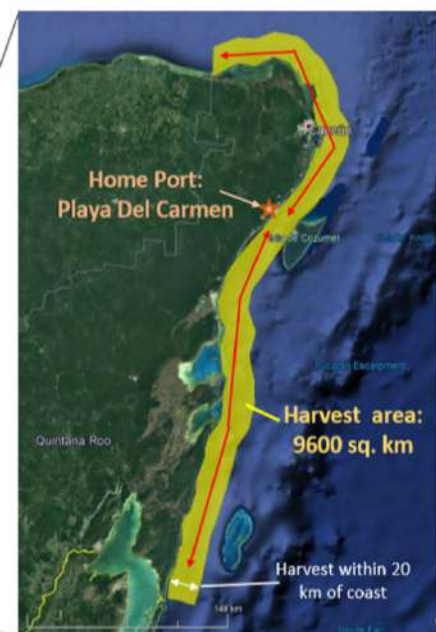
Proposal for Mexico - Offshore Harvest of Wild Sargassum

Method can be applied by commercial entities

- Availability of "clean" sargassum will encourage industrial uses and valuation

Quintana Roo coast example

- Techno-Economic Analysis of full-scale commercial operation



6

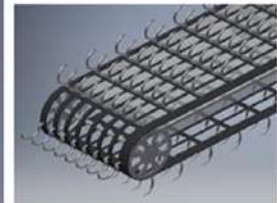
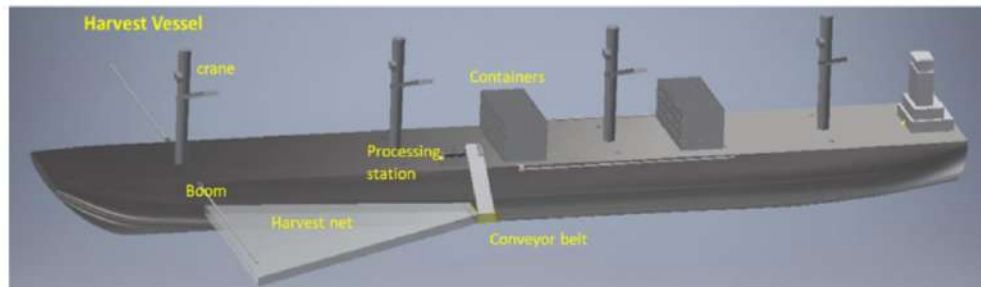


Vessel and Harvesting Equipment Design

- One vessel for harvesting, processing and transport
- 1,100 TEU containership with built-in cranes
- Modular systems: fast conversion of vessels for other uses
- Diesel - Electric transmission: efficient at various speeds
- On board mulching: efficient storage in 40 ft shipping containers
- Resident organisms are removed prior to collection



Biomass can be offloaded using standard container port equipment



Conveyor belt picks up sargassum and shakes off attached organisms

7

Future Efforts

Goal: protection of beaches

- Tourism revenues
- Human health

Efficient offshore in-water harvest

- Future commercial harvest operations can reduce use of public funds

Leverage existing DOE efforts and funding to expedite solutions.

- Technology from U.S. DOE can be used to achieve Mexican goals
- Mexican and U.S. collaboration



8



9

Techno-Economic Analysis for the Quintana Roo coast

Preliminary harvest cost estimate:

< \$100/ dry tonne of algae

Assuming:

- 1.2 M tonnes of Sargassum enter area per month
- 95% of sargassum biomass in harvest area is collected every 30 days for 6 months
- 12 harvest ships are deployed (155m in length)
- 5 ha avg. sargassum mat size

Note:

- Area of interest is 480 km long x 20 km wide (9600 km²)
- The ships are used for other purposes in off season

10



Rosa María Leal Bautista



- Philosophy Doctor in Geology from Northern Illinois University. Her field of Research Contaminant Hydrogeology.
- She has professional defogged in the Centro de Investigación Científica de Yucatán, Unidad de Ciencias del Agua.
- Associated Researcher “C”.
- At Kutztown University of Pennsylvania, Physical Sciences Dept
- At Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Assistant at the Innovation and Technologies Dept.
- She is currently Coordinator of the Masters Program of Water Science, 14 articles related to water quality, transport of contaminants in ground water and solid waste, 1 special paper on Field Geology Education. Thesis Advisor of 8 Master students at Cicyand 2 at Northern Illinois University.
- She forms part of the group at UCIA that focus on the biodiversity related to sargassum as it and collaborate with the Renewable Energy group focus the bioconversion of sargassum by anaerobic digestion of the organic fraction.
- She is working with the impact of leachates from sargassum in coastal karstic aquifer of Quintana Roo.



PANEL 4. Sargazo como un recurso de interés económico
Sargassum as a living resource of economic interest

R. Leal-Bautista, L. Alzate-Gaviria
Centro de Investigación Científica de Yucatán AC,
Unidad de Ciencias del Agua,
Unidad de Energía Renovable

Septiembre 19 y 20

1

¿Que potencial ofrece?



2



¿Colecta lejos de costa?

- **Comité Estatal Científico Técnico para atender arribo de Sargazo (Agosto 9,2018)**
- Protocolo Emergente para la Atención del Sargazo de Quintana Roo que contempla dividir el litoral costero de Quintana Roo en 9 zonas y dos islas, quedando de la siguiente manera:
- Mahahual-Xcalak,
- Tulum,
- Akumal-Puerto Aventuras,
- Puerto Aventuras-Hard Rock,
- Playacar,
- zona entre muelles Playa del Carmen,
- muelle Ultramar-Punta Maroma,
- Punta Nizuc-Punta Cancún,
- Puerto Morelos,
- Cozumel e Isla Mujeres.



qroo.gob.mx

3

Sargazo en la zona de costa: riesgos y efectos

- 2017-Se tiene un registro de colecta de 400,000 metros cúbicos de sargazo a lo largo de 200 kilómetros de playa en el Caribe mexicano.
- Efectos del Recale: Degradación *in situ*, erosión de playa al momento de recolección, afectación a especies nativas.
- Aprovecha descargas de agua con nutrientes lo que promueve su crecimiento en la costa (duplicando la Biomasa)
- Recolección y su depósito en vertederos no controlados (tiraderos a cielo abierto en algunas áreas se ha depositado en sascaberas abandonadas).
- Es decir se le ha dado el manejo de un residuo sólido urbano



Tvqroo.com.mx



<https://www.eleconomista.com.mx/estados/20180822-0041.html>

4

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Sargazo en la costa

- El sargazo genera un residuo líquido el cual se denomina lixiviado, y es uno de los líquidos más contaminados y de no tratarse, el lixiviado puede contaminar a su vez aguas subterráneas.



5

6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



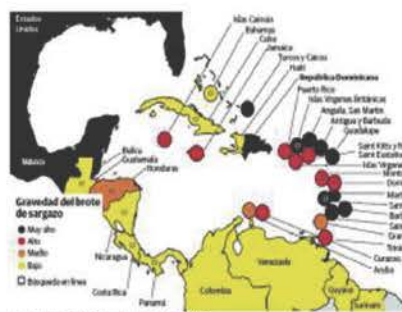
- Evaluación del lixiviado
- Presencia de Niquel, Cromo, Aluminio, Arsenico, Boro y Bario en la parte solida en la parte liquida la presencia de Arsenico, Niquel y boro se mantiene lo cual indica una movilidad de estos metals hacia el ambiente.

7

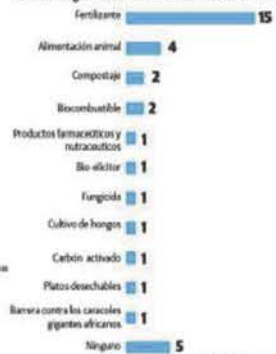
¿Es posible diseñar medidas de erradicación?

- 2018 se recolectaron 522 mil toneladas del sargazo que llegó a las costas de Quintana Roo.
- Si bien el ciclo de la llegada de sargazo no ha sido determinado para las condiciones del Caribe si se han diseñado estrategias para el manejo del sargazo

Severidad de la afluencia de sargazo a través de la región del Gran Caribe



Uso de sargazo en 22 territorios del Gran Caribe



8



Otras Alternativas



Estudio en paralelo de dos sistemas anaerobios con y sin separación de la fase hidrolítica para la generación de biometano

Analía Luz Gómez / Susana Rodríguez / Juan José Gómez*

Study in parallel of two anaerobic systems with and without separation of the hydrolytic phase for generating bio methane

Estudio en paralelo de dos sistemas anaerobios con e con separación de fase hidrolítica para a generación de bio-metano

RESUMEN

Resumen: Se comparó el rendimiento de dos sistemas anaerobios de biometano, uno con y otro sin separación de la fase hidrolítica, para la generación de biometano.

Abstract: The performance of two anaerobic biogas systems, one with and one without separation of the hydrolytic phase, for the generation of biogas was compared.

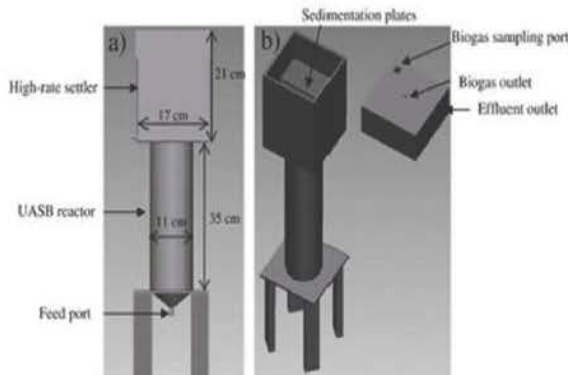
*Correspondencia: Analía Luz Gómez, Instituto Tecnológico de Chetumal, Av. de la Industria 100, Chetumal, Yucatán, México. E-mail: analia.gomez@ictc.mx

Recepción: 10/01/2018. Aceptación: 15/02/2018.



ALTERNATIVAS DE MANEJO: Propuesta A: Potencial de generación de metano a través de un tratamiento anaeróbico en dos fases de *Sargassum muticum*
RESPONSABLE: Dra. Liliana Álzate Gaviria

9



Reactor Modificado UASB
 Metanogenesis usando bacterias sulfato reductoras

10



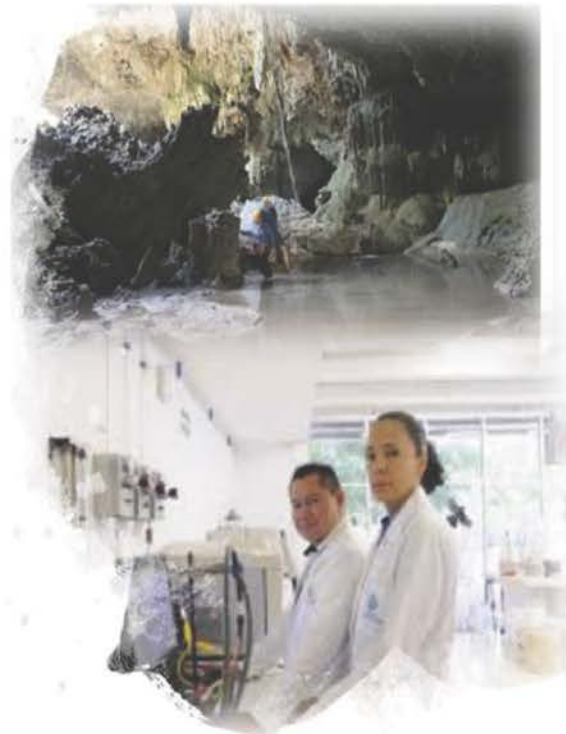
Otras alternativas



- Propuesta B : Uso potencial de *Sargassum muticum* en el desarrollo de biomateriales
- RESPONSABLE: Dr. Gonzalo Canche Escamilla

11

- GRACIAS
- rlealcicy.mx



12



El Sargazo: Retos y Oportunidades





Daniel Claudio Martínez Carrera



Ph.D. in Biotechnology, Microbiology, obtained at King's College London, University of London, England.

Previous academic positions: 1998-2000, Associate Professor at the College of Postgraduates, Campus Puebla, Mexico.

Current position: 2001 to present, Professor at the College of Postgraduates (CP), Campus Puebla, Centre of Biotechnology of Medicinal, Functional and Edible Mushrooms, Mexico.

Prizes and achievements: 1) Research Prize on Nutrition 2017, Basic Research, Mexico. 2) UAEM-Cuezcamate Prize of Innovation and Technology Transfer 2015, State of Morelos, Mexico. 3) College of Postgraduates Prize on Research and Technological Development 2011, Mexico. 4) State Prize of Agricultural Sciences and Technologies 2000, State of Puebla, Mexico. 5) Young Researchers Award from the College of Postgraduates 2000 (Agro-industry Technological Research Area), Mexico. 6) National Prize on Food Science and Technology 1992 (Professional category), Mexico. 7) IFS/King Baudouin Award 1992, International Foundation for Science, Stockholm, Sweden. 8) National Researcher (6624, SNI, level: II), 1988 to present, Mexico.

Professor Martínez Carrera has published 99 scientific papers in national and international journals, 3 patents, 34 book chapters, 4 books, 17 papers in congress proceedings, and 11 extension papers during the period 1980-2019. More than 1,300 citations in journals and books have been generated, according to the Harzing's google scholar search. Professor Martínez Carrera has developed basic, applied and socioeconomic research on mushroom biotechnology, particularly the functional and medicinal properties of edible mushrooms involving cultivation, extraction of bioactive compounds, gene expression, and genomic studies using in vitro and in vivo models. In a recent research collaboration between CP and CICY (Mérida, Yucatán), it was studied the use of Sargassum collected at the seashore in the Mexican Caribbean (Quintana Roo), as a substrate for the cultivation of edible mushrooms (*Pleurotus*). Although further research is needed, this alternative allows biodegradation and biorecycling of Sargassum in coastal ecosystems through the efficient fungal multienzymatic system.

El Sargazo: Retos y Oportunidades



CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE HONGOS
COMESTIBLES, FUNCIONALES Y MEDICINALES
CB-HCFM



Sargassum como un sustrato no convencional para el cultivo de hongos comestibles, funcionales y medicinales, una alternativa biotecnológica en el Caribe Mexicano

Daniel Martínez-Carrera, Alfonso Larqué-Saavedra,
Mario Rebolledo Vieyra, Porfirio Morales, Ivan Castillo, Myrna Bonilla, Beatriz Petlacalco,
Wilfrido Martínez, Gilmar Rendón, Vladimir Mitzi, Alfredo Morales, Víctor Macuil, Joan Olvera,
Luis Pérez, Mercedes Sobal, María Maimone-Celorio y Hugo Martínez



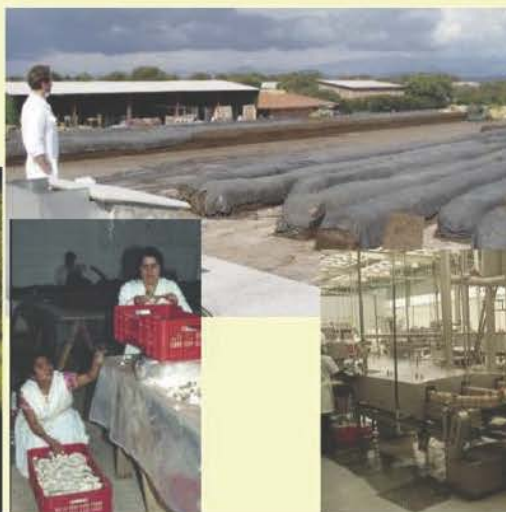
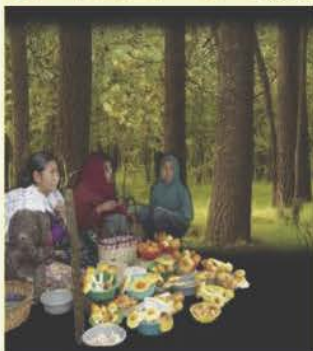
Proyecto CONACYT-FORDECYT 273647

- ✓ Multidisciplinario
- ✓ Interinstitucional

1

Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: una cadena agroalimentaria microbiana emergente en México

- ✓ Los hongos comestibles son un alimento tradicional consumido en México desde épocas prehispánicas
- ✓ Su producción actual representa un proceso biotecnológico rentable, controlado, intensivo, eficiente en la utilización de agua (28 L/kg), adaptable al cambio climático y desarrollado a pequeña (rústico) y gran escala (alta tecnología), con importantes repercusiones sociales, ecológicas y económicas en el país



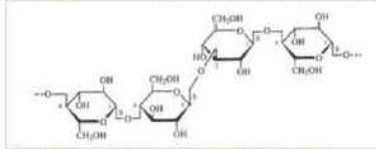
2

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Confirmación científica a nivel de modelo celular *in vitro*, modelo *in vivo* y pruebas clínicas de sus propiedades funcionales y medicinales con impacto en la salud humana:

- ✓ Propiedades presentes en la fase vegetativa (micelio) y reproductora (esporocarpio) de los hongos comestibles (ca. 700 especies).
- ✓ Descubrimiento de los mecanismos biológicos de acción en el organismo humano.
- ✓ Esto ha generado un gran impulso para su producción comercial y consumo en la industria alimentaria y farmacéutica internacional.
- ✓ La producción anual estimada es de 24 millones de toneladas, con un valor económico que supera en conjunto los 60 billones de dólares.



- Estructura básica de los β -glucanos, con enlaces de combinación (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4), (1 \rightarrow 6),
- Solubles e insolubles en agua,
- Estructura molecular diversa
- Peso molecular variable
- Frecuencia de ramificación
- Conformación helicoidal (simple o triple hélice)
- No sintetizados por humanos

- Imuno-moduladora
- Anti-tumoral
- Anti-viral
- Anti-bacteriana
- Anti-fúngica
- Anti-parasítica
- Anti-hipercolesterolemia
- Anti-ateroesclerosis
- Anti-hipertensión
- Anti-diabética
- Hepato-protectora
- Antioxidante



(Chang & Miles, 2004; Chang & Wasser, 2012)

Compuestos bioactivos identificados:

Polisacáridos de alto peso molecular (α -glucanos, β -glucanos), heteroglicanos, proteoglicanos, péptidoglicanos, polisacaropéptidos, glicoproteínas, terpenoides, lectinas y proteínas fúngicas inmunomoduladoras, entre otros

- ✓ Un buen número de estos compuestos bioactivos no son sintetizados por el cuerpo humano.
- ✓ Cuando ingresan al organismo son identificados como moléculas extrañas al cuerpo, induciendo una respuesta inmune (Innata, adaptativa).
- ✓ No tienen efectos secundarios adversos (NOAEL) y pueden modificarse químicamente para mejorarlos.

Por su amplia difusión en *internet*, se observa una creciente demanda global de los productos derivados de hongos comestibles con propósitos terapéuticos y de prevención de enfermedades, a través de medicinas de patente, suplementos alimenticios, cápsulas, tabletas y bebidas tónicas con compuestos bioactivos o extractos fúngicos purificados

3



Hypocholesterolemic Properties and Prebiotic Effects of Mexican *Ganoderma lucidum* in C57BL/6 Mice

María E. Mercedes¹, Daniel Martínez Carrera^{2*}, Nilsa Torres², Mónica Sánchez Tapia³, Miriam Aguilar-López⁴, Porfirio Morales⁵, Mercedes Sobal⁶, Teodoro Semabé⁷, Helios Escudé⁸, Omar Granados-Pérez⁹, Armando R. Tovar¹⁰

¹ CONACYT-Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Puebla, México, ² Biología de Hongos Comestibles, Funcionarios y Medicinales, Colegio de Postgraduados (CP), Campus Puebla, Puebla, México, ³ Departamento de Farmacología y Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNIZ), Ciudad de México, México, ⁴ INCMNIZ, ⁵ Departamento de Farmacología y Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNIZ), Ciudad de México, México, ⁶ INCMNIZ, ⁷ INCMNIZ, ⁸ INCMNIZ, ⁹ INCMNIZ, ¹⁰ INCMNIZ

*danielm@conacyt.mx; danielm@cp.mx (ART)

Abstract

Edible and medicinal mushrooms contain bioactive compounds with promising effects on several cardiovascular risk biomarkers. However, strains of *Ganoderma lucidum* of Mexican origin have not yet been studied. Standardized extracts of *G. lucidum* (GE) were given to C57BL/6 mice fed a high-cholesterol diet compared with the drug simvastatin. The effects of the extracts on serum biochemical parameters, liver lipid content, cholesterol metabolism, and the composition of gut microbiota were assessed. Acetylcholinesterase (AChE) (10 mM) added to the cultivation substrate modulated properties of GE extracts obtained from mature basidiomata. Compared to the high-cholesterol diet group, the consumption of GE extracts significantly reduced total serum cholesterol (by 19.2% to 27.1%), LDL-C (by 4.2% to 36.1%), triglyceride concentration (by 18.3% to 46.8%), hepatic cholesterol (by 25.7% to 50%) and hepatic triglycerides (by 43.8% to 56.6%). These effects were associated with a significant reduction in the expression of lipogenic genes (*Hmgcr*, *Srebp1c*, *Fasn*, and *Acaa2*) and genes involved in reverse cholesterol transport (*ApoB* and *ApoAII*), as well as an increase in *Ldlr* gene expression in the liver. No significant changes were observed in the gene expression of *Srebp1c*, *ApoB* or *Cyp7a1*. In several cases, GE-1 or GE-2 extracts showed better effects on lipid metabolism than the drug simvastatin. A proposed mechanism of action for the reduction in cholesterol levels is mediated by α -glucans and β -glucans from GE, which pointed decreased absorption of cholesterol in the gut, as well as greater secretion of fecal bile acids and cholesterol. The prebiotic effects of GE-1 and GE-2 extracts modulated the composition of gut microbiota and produced an increase in the Lactobacillaceae family and Lactobacillus genus level compared to the control group. High-cholesterol diet group and group supplemented with simvastatin. Mexican genetic resources of *G. lucidum* a new source of bioactive compounds showing hypocholesterolemic properties and prebiotic effects.

OPEN ACCESS
Citation: Mercedes ME, Martínez Carrera D, Torres N, Sánchez Tapia M, Aguilar-López M, Morales P et al. (2016) Hypocholesterolemic Properties and Prebiotic Effects of Mexican *Ganoderma lucidum* in C57BL/6 Mice. PLOS ONE 11(6): e0158027. doi:10.1371/journal.pone.0158027

Editor: Giovanni Di Bari, University of Calabria, ITALY

Received: March 11, 2016

Accepted: July 5, 2016

Published: July 26, 2016

Copyright: © 2016 Mercedes et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Funding: The research work was supported by the National Council of Science and Technology (CONACYT) (20150102101) in Mexico. Through the Research Project "150 Genomas de los Productos Funcionales y Medicinales de los Hongos Comestibles de México", funded by CONACYT (20150102101) supported by the National Institute of Health (INIA) (20150102101). A grant from the National Institute of Health (NIH) (R01HL120000) is also acknowledged.



El artículo científico premiado cuenta con más de 4,600 visitas y consultas en el PubMed Central® (PMC; www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/) de la U.S. National Institutes of Health's National Library of Medicine (NIH/NLM), así como en el sitio de la Revista PLoS ONE (www.journals.plos.org/plosone/).

Dr. Daniel Martínez Carrera
Por haber obtenido el 2do. Lugar del
PREMIO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN 2017
en la Categoría de Investigación Básica con el trabajo
"Hypocholesterolemic Properties and Prebiotic Effects of Mexican *Ganoderma lucidum* in C57BL/6 Mice".

Ciudad de México a 13 de octubre de 2017.

Dr. José Campillo García
Presidente Ejecutivo
Fundación Mexicana para la Salud, A.C.

Dr. David Kamenetskykh Steinhilber
Director General
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Dr. José Manuel López-García
Presidente del Consejo Directivo
Instituto de Nutrición y Salud, A.C.

4

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Original article
Comparative study of antioxidant and antibacterial properties of the edible mushrooms *Pleurotus levis*, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* and *P. tuber-regium*

Elijah A. Adedoye,^{1,2} Daniel Martínez-Carrera,^{1,3} Prudencio Morales,¹ Mercedes Solís,¹ Helio Escudé,¹ María E. Méndez,^{1,3} Azalia Arillo-Nave,¹ Iván Castillo¹ & Mylena Bustillo¹

¹ Biocentrality de México Cuauhtémoc, Pachuca y Morelos, Campus Puebla, Colegio de Postgrado (CP), Avenida Piedad 128, Puebla 2200, México
² Department of Pure and Applied Biology, Faculty Avenida University of Technology, P.O.B. 608, Oshosun, Nigeria
³ CONACYT - Colegio de Postgraduados (CP), Campus Puebla, Avenida Piedad 128, Puebla 2200, México
⁴ Departamento de Ecología de la Naturaleza, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNIZ), Vasco de Quiroga 15, Tlalpa, Ciudad de México 14000, México

(Received 28 July 2017; Accepted in revised form 30 November 2017)

Summary Comparative studies of functional properties among closely related mushroom species, supported by molecular identification, standard cultivation and extraction protocols, are not well documented. We compared antioxidant and antibacterial properties of standardized hydroalcoholic extracts of four *Pleurotus* species (*P. levis*, *P. ostreatus*, *P. pulmonarius* and *P. tuber-regium*). Antioxidant properties were investigated using DPPH and ABTS radical scavenging capacity, total phenolic content, β-carotene/β-oxidation and ORAC assays. Antibacterial effect was assessed using the microplate method. The functional properties of standardized mushroom extracts were different in species studied. β-carotene/β-oxidation and ORAC assays showed high antioxidant activity, particularly in *P. ostreatus*. *Pleurotus tuber-regium* exhibited the lowest antioxidant activity in the ORAC assay (316.0 μmol of trolox equivalent mg⁻¹), but earned the most potent bactericidal and bacteriostatic activity. *Pleurotus levis* showed a high degree of susceptibility to a very low concentration (1.0 μg ml⁻¹) of *P. levis* extract. Remarkable antioxidant and antibacterial properties were found in *P. levis* and *P. tuber-regium* compared to the other species studied that are cultivated commercially.

Keywords Antibacterial properties, antioxidant properties, comparative analysis, edible mushrooms, *Pleurotus* species

Introduction Antioxidants are important for maintaining human health, and there is accordingly an increasing interest to determine the antioxidant capacity of foods and beverages. Edible mushrooms contain bioactive compounds with functional and medicinal properties. They are a natural source of antioxidants and help to prevent oxidative stress when integrated in the diet. Mushrooms are also a unique food because their antioxidant capacity is naturally associated with antimicrobial properties. Diverse bioactive compounds have been identified, including polysaccharides, flavonoids, minerals, polyphenols, vitamins and carotenoids (Kumar *et al.*, 2015). Antioxidant and antimicrobial properties have been studied in widely cultured species (Chang & Miles, 2004; Kumar *et al.*, 2015; Puroski *et al.*, 2015; Shen *et al.*, 2017), including the common cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*), oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*), shiitake (*Lentinula edodes*), enokitake (*Flemmingia volvariella*), maitake (*Dicranomyces ferus*), the monkey-head mushroom (*Hericium erinaceus*), the jelly strain mushroom (*Fistularia tuberosa*) and the piggyback mushroom (*Hydnum repens*). These properties have actively promoted research and development of mushroom

464-01233-1172
 © 2018 Institute of Food Science and Technology

Propiedades antioxidantes y antibacterianas en las setas (*Pleurotus* spp.)

- Evitan reacciones de oxidación indeseables de los radicales libres (e.g., moléculas reactivas de oxígeno y nitrógeno), las cuales pueden dañar las células, el ADN y se han asociado a enfermedades cardíacas, el cáncer, la diabetes, otras enfermedades neurodegenerativas, e incluso el aceleramiento de procesos fisiológicos, tales como el envejecimiento.



5

Evidencias científicas sobre las propiedades anticancerígenas de los extractos estandarizados de *Ganoderma lucidum* sobre el cáncer de seno utilizando modelos *in vitro* e *in vivo*

- ✓ Reducen significativamente la proliferación y migración celular, e incrementan la apoptosis en células triple negativas de cáncer de seno.
- ✓ Inhiben el desarrollo canceroso.
- ✓ Incrementan la eficacia terapéutica de fármacos convencionales.
- ✓ El análisis genómico reveló un novedoso mecanismo de acción que reduce la expresión de genes asociados a la reparación del ADN (proteínas BRCA1, ATM, PARP), lo cual abre la posibilidad de desarrollar nuevas estrategias de intervención clínica en los tumores cancerosos triple negativos.
- ✓ Se han identificado redes biológicas, genes diferencialmente expresados y sus interrelaciones.

Romero-Córdoba, S. L., G. Cosentino, M. Peña-Luna, A. Hidalgo, E. Tagliabue, M. Sobal, P. Morales, M. V. Iorio & D. Martínez-Carrera. 2018. *Ganoderma lucidum* extracts restrain the oncogenic potential of triple negative breast cancer and increase the therapeutic efficacy of doxorubicin. 60th Annual Meeting of the Italian Cancer Society, September 19-22. Milán, Italia.

Ganoderma lucidum extracts restrain the oncogenic potential of triple negative breast cancer and increase the therapeutic efficacy of doxorubicin

Background Triple negative breast cancer (TNBC) is an aggressive subtype, which lacks the expression of estrogen and progesterone receptors and the oncogenic growth factor receptor 2. Its treatment is still limited to standard chemotherapy. Identifying alternative therapeutic options is an urgent challenge. True, natural products are also under evaluation (Demirhan C *et al.*, 2014). *Ganoderma lucidum* (GL) is a medicinal mushroom with a complex chemical composition that is influenced by natural and cultural growth conditions. The bioactive compounds contained in GL have well-documented anti-oncogenic properties (Suzuki Amayo *et al.*, 2013).

Aim Analyze the effects of two standardized hydroalcoholic extracts of the GL Mexican native strain, CP-345, well-characterized in terms of biochemical composition, whose efficacy has not been evaluated on TNBC.

Results

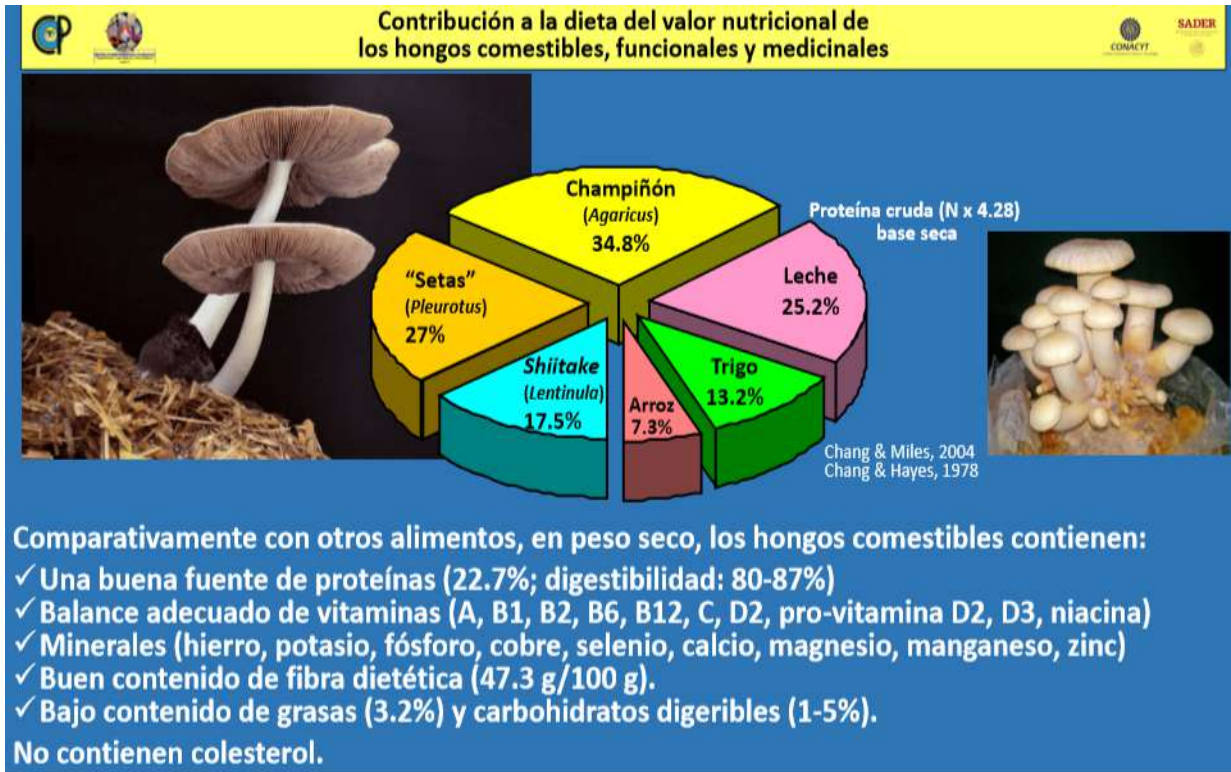
1) Anticarcinogenic properties of GL extracts
 Gl extracts significantly reduced cell growth rate evaluated by SRB assay. Gl extracts induce cell migration capability in a wound healing assay. Total assay showed an increased apoptotic phenotype effect with Gl extracts addition.

2) Mechanism of action of GL extracts
 Integrative Pathway Analysis (IPA) and Gene Set Enrichment Analysis (GSEA) of gene expression profile evaluation confirm that GL modulate important oncogenic networks. Network event: MDM2-MEK1. The DNA Damage Response (DDR) mechanism emerged as an alternative anti-oncogenic mechanism. System list of DDR signaling proteins and DNA lesioning analysis validated this *in vitro* results.

GL extracts reduce miR-101

6

El Sargazo: Retos y Oportunidades



7



8

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Hongos comestibles, funcionales y medicinales cultivados comercialmente en México

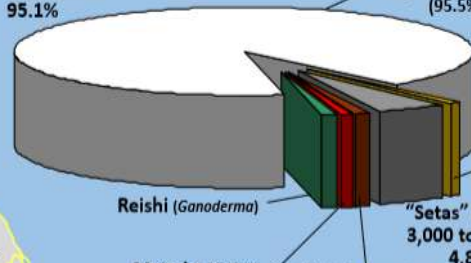


Champiñones
(*Agaricus*)
59,349 toneladas
95.1%

Champiñón blanco
56,684.5 toneladas
(95.5%)



Champiñón café
2,664.5 toneladas
(4.5%)



Maitake (*Grifola*)

Shiitake (*Lentinula*)
25 toneladas
0.04%

"Setas" (*Pleurotus*)
3,000 toneladas
4.86%

Reishi (*Ganoderma*)



Producción nacional: 63,374 toneladas de hongos frescos

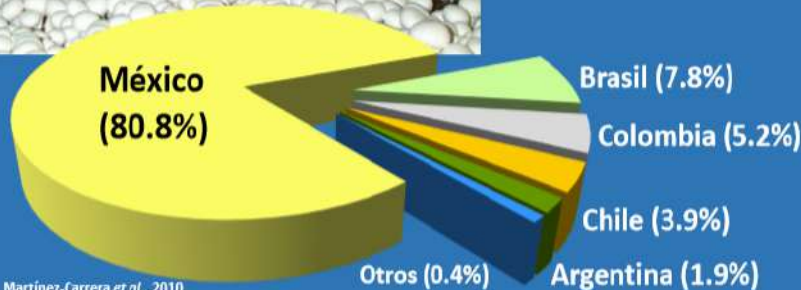


9

Producción de hongos comestibles, funcionales y medicinales en Latinoamérica (77,150 toneladas)



México es el mayor productor en Latinoamérica



Martínez-Carrera et al., 2010



Se observa una creciente demanda global de los productos derivados de hongos comestibles con propósitos terapéuticos y de prevención de enfermedades, a través de medicinas de patente, suplementos alimenticios, cápsulas, y bebidas tónicas con compuestos bioactivos o extractos fúngicos purificados

10

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Impacto de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México

- ✓ Bioreciclaje de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales: >500,000 toneladas
- ✓ Secuestro de carbono

Generación de >25,000 empleos
Consumo per capita anual: 620 g (0.620 kg)

Ecológico
Biodegradación a gran escala de subproductos orgánicos

Social
Alto valor nutricional, funcional y medicinal de los hongos comestibles con impacto en la seguridad alimentaria y la salud

Económico
Gran potencial para incrementar la producción nacional y las exportaciones en el corto plazo

Martínez-Carrera et al., 2000, 2002, 2010, 2016

Producción anual de 63,374 toneladas de hongos comestibles
Valor económico superior a \$200 millones de dólares anuales
(exportaciones anuales: \$5'892,654 dólares)

Nota. Consumo per capita de otros alimentos:
Carne de ovino: 800 g; caprino: 400 g; mojarra: 1.01 kg
Chile verde: 450 g; uva: 800 g; nuez: 14 g; guayaba: 300 g
Miel: 296 ml

11

Producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales en México

"Huitlacoche" (*Ustilago*)

"Hongo de Venado" (*Neolentinus*) en Yuvilla, Oaxaca

- Procesos biotecnológicos
- Innovaciones
- Demanda

"Hongo de Venado" (*Neolentinus*)

"Repisas" (*Ganoderma*)

"Cabeza de negro" (*Sparassis*)

"Hongo de encino" (*Lentinula boryana*)

"Hongo del maguey" (*Pleurotus agaves*)

12



Producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales en México

- Procesos biotecnológicos
- Innovaciones
- Demanda

"Pollitos" (*Volvariella*)

"Maitake" (*Grifola*)

"Melena de león" (*Hericium*)

"Setas" (*Pleurotus*)

Champiñones (*Agaricus*)

Champiñón blanco

"Shiitake" (*Lentinula*)

Champiñón café

Contribución de los hongos comestibles, funcionales y medicinales al enfoque de la producción, la dieta, la salud y la cultura en México

- 1) Los hongos comestibles, funcionales y medicinales son una alternativa de alimentación con gran potencial en México, ya que pueden producirse a pequeña y gran escala.
- 2) Los hongos comestibles, funcionales y medicinales representan la biotecnología microbiana productora de alimentos para el consumo humano directo más importante de México. Actualmente, conforman una cadena agroalimentaria emergente de nivel intermedio en el país.
- 3) Las propiedades funcionales y medicinales de los hongos comestibles constituyen una de las áreas más dinámicas de innovación e investigación científica y tecnológica en este campo de conocimiento, lo cual tendrá en su momento repercusiones en la seguridad alimentaria nacional y global.

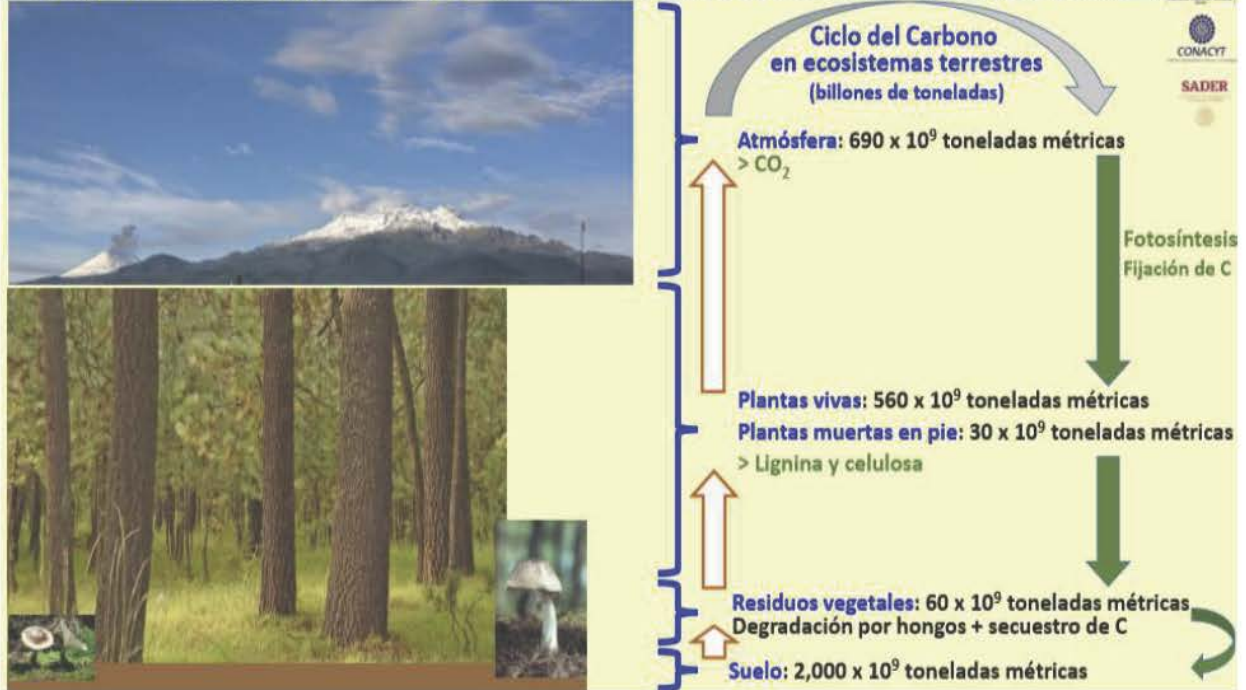


El Sargazo: Retos y Oportunidades



Los hongos son esenciales en la naturaleza y para mantener la vida en la Tierra

- ✓ Reciclan y secuestran el carbono a través de la degradación de la materia orgánica.
- ✓ Participan en el reciclaje de N, P, K, liberando sus formas inorgánicas en el suelo para ser utilizadas nuevamente por las plantas.



15

Los hongos comestibles utilizan un eficiente sistema multienzimático para degradar y reciclar la materia orgánica en la naturaleza

Fase reproductora (basidiocarpo)

- ✓ El micelio es un conjunto de estructuras microscópicas, cilíndricas, denominadas hifas, las cuales crecen adheridas al sustrato.
- ✓ Las hifas poseen una extraordinaria maquinaria metabólica capaz de liberar potentes enzimas extracelulares en el sustrato donde crecen.
- ✓ La función de estas enzimas es degradar eficientemente sustancias complejas para convertirlas en componentes más simples, los cuales son absorbidos y utilizados para su desarrollo y reproducción, o son reciclados.
- ✓ Las enzimas extracelulares producidas son: lacasas, manganeso-peroxidasas, celulasas, xilanasas, proteasas, fosfatasa, lisozimas, laminarinasas, y lipasas.

Fase vegetativa (micelio)

Rango: 5-20 μm

16



El problema

- ✓ Recientemente, se ha observado la afluencia masiva de sargazo pelágico en las costas del Caribe Mexicano.
- ✓ El fenómeno es creciente, como lo son sus implicaciones sociales, económicas y ecológicas adversas al turismo. Tan sólo en el Estado de Quintana Roo, se recibieron 16.9 millones de visitantes en 2017, cuya derrama económica superó los 8,810 millones de dólares americanos (SEDETUR, 2018). Ocupación hotelera: -3% en 2018.
- ✓ La presencia de sargazo deteriora el paisaje, y el mar contaminado puede generar irritaciones o enfermedades.
- ✓ Con el sargazo, pueden llegar especies invasoras con impacto ecológico negativo local.
- ✓ Remover el sargazo pelágico del mar o de las pilas heterogéneas de sargazo de la costa es difícil, manual o mecánicamente: cantidades enormes y altos costos económicos.
- ✓ La disposición del sargazo también puede tener serias implicaciones ecológicas:
 - Erosión manual o mecánica de arena y nutrientes
 - Compactación de arena
 - Modificación geomorfológica de playas
 - Daño al sistema de dunas
 - Incremento de la erosión eólica
 - Impacto negativo en zonas arrecifales, praderas marinas y comunidades coralinas
 - Afectación del desove y los nidos de tortugas marinas, regreso al mar de las recién nacidas
 - Remoción de vegetación costera
 - Impacto negativo en el suelo y el agua subterránea derivado del confinamiento en sitios
- ✓ En 2019, se espera mayor afluencia masiva de sargazo debido a la previsión del fenómeno de El Niño con temperaturas oceánicas más elevadas, lo que intensificará los patrones de vientos y corrientes oceánicas.
- ✓ A futuro, existen altas probabilidades de que el sargazo se incremente de manera incontrolable debido a la eutrofización de los océanos y al cambio climático.



17

La hipótesis

Al ser materia orgánica que llega en grandes cantidades a las costas del Caribe Mexicano, utilizar el sargazo como sustrato no convencional para el cultivo de hongos comestibles, funcionales y medicinales.



18



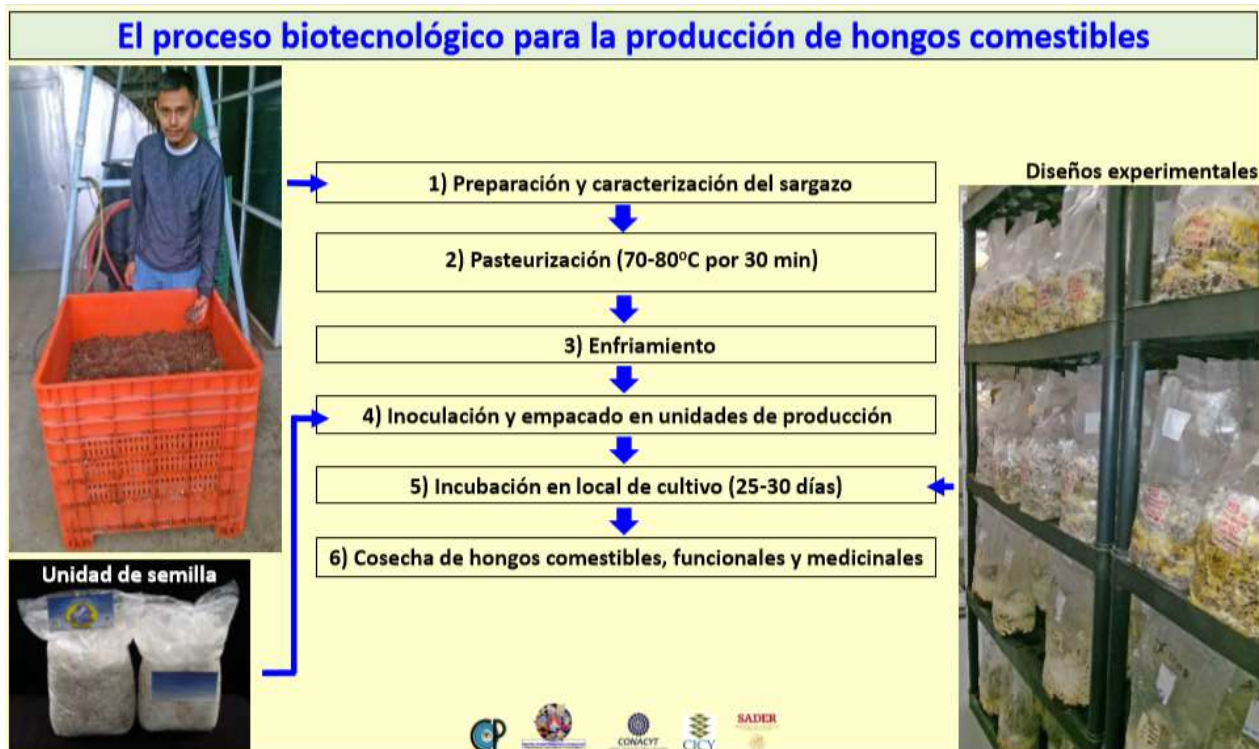
Caracterización del sargazo			
Parámetro	Sargazo		Substrato referencia: Paja de trigo
	Fresco en agua marina	Intemperie en costa	
Tipo de sustrato	Heterogéneo, contiene arena (6%)	Heterogéneo, contiene más arena (20%)	Homogéneo
Humedad (%)	73.76 ± 7.38	82.08 ± 10.94	48.87 ± 2.20
pH	7.54 ± 0.04	7.54 ± 0.18	5.82 ± 0.03
Conductividad (µS/cm)	44,973.52 ± 7,561.46	69,704.36 ± 4,422.79	11,884.72 ± 2,989.74
Resistividad (Ω)	14.20 ± 3.27	9.00 ± 0.71	54.80 ± 14.91
Color	Marrón rojizo moderado (RHS2015, 175A)	Rojo oscuro (RHS2015, 183A)	Amarillo pálido (RHS2015, 158A)
Pared celular	Polisacáridos sulfatados complejos que contienen fucosa (homofucanos, heterofucanos), celulosa, hemicelulosas, β-1,3-glucanos, alginatos, fenoles, proteínas, y yoduro (Deniaud-Bouët <i>et al.</i> , 2014).		Lignina y celulosa



- Fresco
- Intemperie
- Mezclado con arena
- Mezclado con otros sustratos









La fructificación

- ✓ Se lleva a cabo en locales de producción para manejar adecuadamente las condiciones ambientales de luz, temperatura, humedad relativa, y aireación (O₂, CO₂).
- ✓ Producción de basidiocarpos frescos de *Pleurotus ostreatus* (CP-753), denominados comercialmente como setas en el mercado nacional, cultivados sobre sargazo fresco recolectado en las costas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México.
- ✓ Nótese la colonización del sargazo por el micelio.
- ✓ Pueden obtenerse hasta 114 kg de setas frescas, por tonelada de sargazo húmedo, en un período de 40-50 días.
- ✓ Pueden cosecharse hasta 883.7 kg de setas frescas por tonelada de sargazo seco. Eficiencia biológica máxima de 88.3%.



21

Resultados

- ✓ Los hongos comestibles del género *Pleurotus* pueden inocularse, crecer, desarrollarse y reproducirse sobre el sargazo utilizado como sustrato no convencional de cultivo, tanto el recolectado en el mar, como aquel a la intemperie recolectado en la costa.
- ✓ Sus hifas son capaces absorber los nutrientes necesarios para su desarrollo a partir de las paredes celulares del sargazo, las cuales están compuestas principalmente por polisacáridos sulfatados complejos que contienen fucosa (homofucanos, heterofucanos), celulosa, hemicelulosas, β -1,3-glucanos, alginatos, fenoles, proteínas, y yoduro (Deniaud-Bouët *et al.*, 2014). Este tipo de pared celular es único, ya que conjunta componentes propios de las plantas (celulosa), los animales (polisacáridos sulfatados que contienen fucosa), y las bacterias (alginatos).
- ✓ A un valor de mercado de MN \$80.95 pesos/kg (USD \$4.17 dólares/kg) de setas frescas en Cancún, Quintana Roo, el valor económico obtenido equivale a MN \$9,228.30 pesos por tonelada de sargazo húmedo (USD \$476.00 dólares).



22





Área de oportunidad:

Ya existe un mercado de consumo que demanda los hongos comestibles, funcionales y medicinales para el turismo nacional e internacional en el Caribe Mexicano

Este mercado regional puede desarrollarse más ampliamente con estrategias adecuadas de promoción del consumo, ya que son alimentos fácilmente adaptables a la gastronomía local y sus propiedades benéficas son apreciadas por la población.

Precio promedio al consumidor por kg de hongos comestibles frescos en diferentes puntos de venta de la ciudad de Cancún, Quintana Roo, México. El estudio exploratorio registró hongos comestibles (*Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*) comercializados en seis supermercados diferentes (Comercial Mexicana, Chedraui, Costco, Sam's Club, Soriana, Superama), durante la segunda semana de diciembre del 2018.

Tipo de cambio: USD \$1.00 dólar americano = MN \$20.36 pesos mexicanos.

Nombre comercial	Especie	Precio corriente promedio al consumidor	
		Pesos (MN)	Dólares (USD)
Champiñón blanco	<i>Agaricus bisporus</i> (blanco)	\$75.24	\$3.69
Champiñón entero	<i>A. bisporus</i> (blanco)	\$90.33	\$4.43
Champiñón rebanado	<i>A. bisporus</i> (blanco)	\$83.14	\$4.08
Champiñón portobello	<i>A. bisporus</i> (café, etapa de desarrollo 3)	\$86.72	\$4.25
Champiñón portobellini	<i>A. bisporus</i> (café, etapa de desarrollo 2)	\$88.44	\$4.34
Champiñón cremini	<i>A. bisporus</i> (café, etapa de desarrollo 1)	\$92.38	\$4.53
Champiñón cremini orgánico	<i>A. bisporus</i> (café, etapa de desarrollo 1)	\$88.44	\$4.34
Setas	<i>Pleurotus ostreatus</i>	\$80.95	\$3.97
	<i>P. eryngii</i>	\$616.25	\$30.26
Shiitake	<i>Lentinula edodes</i>	\$223.13	\$10.95



23

Sargazo degradado por los hongos comestibles, funcionales y medicinales

- ✓ Una vez cosechados los basidiocarpos de *Pleurotus*, se genera una menor cantidad de sargazo degradado (ca. 76% del sustrato inicial) como subproducto del proceso biotecnológico, el cual puede tener diversas aplicaciones directas o utilizarse como materia prima para otros procesos industriales.
- ✓ Este subproducto constituye una verdadera matriz orgánica compuesta por:

- 1) Sargazo parcialmente degradado.
- 2) Biomasa micelial que penetra y recubre el sargazo.
- 3) Exoenzimas fúngicas (lacasas, manganoso-peroxidadas, celulasas).
- 4) El resto del secretoma micelial (proteínas secretadas por las hifas).
- 5) Microbiota asociada (e.g., bacterias, actinomicetes).

Una característica sobresaliente de las potentes exoenzimas producidas por los hongos comestibles es su baja especificidad que les permite, además de utilizar los complejos sustratos donde crecen, biodegradar incluso otro tipo de compuestos, tales como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, bifenilos policlorados, pentaclorofenoles, colorantes de la industria textil, y pesticidas organoclorados, los cuales generan serios problemas de contaminación ambiental (Leonardi *et al.*, 2007).



24

El Sargazo: Retos y Oportunidades



Modelo para la bioconversión del sargazo en hongos comestibles y compuestos bioactivos con impacto en la alimentación, la nutrición y la salud humana, incluyendo su reciclaje acelerado en los ecosistemas costeros a través de un eficiente sistema multienzimático microbiano

- ✓ El proceso biotecnológico aprovecha el sargazo como sustrato de cultivo para la producción y el consumo de hongos comestibles, funcionales y medicinales, así como para la extracción de compuestos bioactivos que generen productos de alto valor agregado.
- ✓ Después del cultivo, el sargazo parcialmente degradado por las enzimas fúngicas puede reciclarse como abono orgánico (con o sin compostaje), regenerador y estabilizador de dunas costeras, e incluso para la biorremediación *in situ*. El agua residual rica en azúcares libres y sustancias hidrosolubles se recicla agregándola a los procesos de compostaje, de regeneración y estabilización de dunas costeras, o a suelos agrícolas y forestales para fortalecer la actividad microbiana.



25

Conclusiones, retos y perspectivas

- ✓ La biotecnología de producción de hongos comestibles, funcionales y medicinales, constituye una alternativa viable para aprovechar el sargazo que se acumula anualmente en las costas del Caribe Mexicano como sustrato de cultivo, biodegradándolo, promoviendo su reciclaje acelerado en los ecosistemas costeros y secuestrando carbono.
- ✓ Los basidiocarpos producidos, a pequeña o gran escala, son culturalmente aceptados por gran parte del turismo nacional e internacional.
- ✓ También pueden utilizarse para la extracción y purificación de compuestos bioactivos con propiedades funcionales y medicinales, generando productos de alto valor agregado. Esta perspectiva abre incluso la posibilidad de obtener nuevos fármacos por biotransformación fúngica, a partir del proceso biotecnológico desarrollado.
- ✓ Establecer un programa de investigación científica básica, aplicada y socioeconómica: 1) Problemas emergentes del cultivo de hongos en zonas tropicales, 2) Composición química de los basidiocarpos, 3) Análisis y manejo de los subproductos, y 4) Regeneración y estabilización de dunas costeras.
- ✓ Se propone crear un fondo para desarrollar el Modelo de Bioconversión del Sargazo en Hongos Comestibles y sus Compuestos Bioactivos en el Caribe Mexicano, con el objetivo de establecer un módulo demostrativo en localidad estratégica que sirva de ejemplo con efecto multiplicador.



26



Sergio Rubén Trejo-Estrada



Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Especialista en Biotecnología por el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, premio Gabino Barreda. Estudios de maestría (sin grado) en Genética Molecular por la Universidad de Georgia. Becario Fulbright-CONACYT-García Robles para estudios de doctorado en los Estados Unidos. Doctor en Ciencias (Microbiología y Biología Molecular) por la Universidad de Idaho. Su trabajo se ha enfocado en tres áreas de impacto científico y tecnológico: 1) Microbiología de fermentaciones industriales para producción de bioetanol, enzimas y metabolitos de uso industrial; 2) Microbiología de suelos y biotecnología de sistemas microbianos para supresión de patógenos y fitoestimulación; y 3) Bioprocesos y biorrefinación de tejidos vegetales para la producción de fracciones y moléculas de uso industrial en alimentos, nutrición y biofarma. Promotor y asociado de Start-ups y Spinouts de empresas de base científica y tecnológica. Miembro de Sociedades científicas: American Society for Microbiology y Society for Industrial Microbiology and Biotechnology. Profesor del Posgrado en Biotecnología Productiva, un posgrado pionero en el Modelo de Posgrado en la Industria. Autor de más de 10 publicaciones científicas; 14 patentes de proceso y uso; y formador de más de 75 egresados de maestría y doctorado. Fue Asistente de Investigador en el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, cuando estudiante de pregrado; becario del Banco de México en Bioquímica Industrial; Investigador del IMIT A. C., en la Unidad de Bioquímica Industrial y Microbiología. Profesor titular de tiempo completo nivel C del IPN desde 1997. Fue director Interino del CICATA-IPN Unidad Puebla. Primer director (2004-2007), y coordinador del grupo creador del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, CIBA del IPN, Unidad Tlaxcala.



Estrategia de organización,
gestión tecnológica y ecosistema
de innovación – Sargazo

PROPUESTA

Sergio R. Trejo-Estrada
CIBA-IPN



1

Antecedentes

- CIBA-IPN, es el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional
- Es un Centro mayormente enfocado a la generación de soluciones de tecnología para la agroindustria en México
- Equipado con laboratorios y plantas piloto, ha contribuido con soluciones asociadas al procesamiento de residuos sólidos, la biorremediación; el procesamiento de productos agrícolas, y la mejora de la producción agrícola y forestal



2



CIBA-IPN

Unidad
Tlaxcala



3

Introducción

- Presentamos aquí, una propuesta de organización, distribución de responsabilidades, y de estructuración de un ecosistema de innovación que posibilite que CONACYT, como brazo técnico y científico del estado mexicano, contribuya a:
 - La orientación de la investigación aplicada
 - La dirección de la innovación
 - La evaluación de tecnologías vigentes
- Esperamos contribuir con soluciones. Considerando al sargazo, como un recurso biótico, un bien de la nación, que pueda constituirse en una materia prima para su transformación en bienes de consumo, desde un enfoque de justicia social y sustentabilidad



4



El Problema y su Dimensión La Estrategia y los Riesgos



5

Lo que hay que reconocer

- Que se trata de un problema. De dimensiones no vistas ni previstas
- Que tiene y puede tener solución
- Que cualquiera que se anime a ofrecer soluciones, o a contribuir a ellas, es digno sujeto de atención
- Que hay suficiente talento técnico, científico, industrial y de mercado, para que en México se generen soluciones al problema
- Que se debe actuar con mucha rapidez, y con muy buena planeación y logística



6



El problema



Llegada de sargazo al caribe

Desde el 2014 se registra la llegada masiva de Sargazo.
Problema relacionado con el cambio climático, incremento de nutrientes y temperatura en el mar.



Impacto económico

Pérdidas estimadas hasta en 3 mil millones de dólares por disminución del turismo (18%) y costos de la limpia de playas.



Impacto ambiental

Afectación grave a la preservación y protección de la biodiversidad de la zona.
Efectos adversos y deterioro ecológico de playas, corales, manglares y fauna.



Incremento constante del problema

En el 2015 se estimó una llegada de alrededor de 96 mil toneladas de sargazo, para el 2019 se estiman 1 millón de toneladas



Enfoque interdisciplinario

Problema multifactorial que requiere la integración de una cadena tecnológica, de innovación y productiva especializada



7

Estrategia de ataque al problema

Etapa 1

Evaluación del impacto

- Desarrollo de estudios que determinen de manera inequívoca todas las implicaciones ambientales de la presencia de sargazo en las costas del Caribe.
- Contribuir a la generación de estrategias por parte del gobierno federal para el control del problema.

Etapa 2

Desarrollo de un enfoque de gestión tecnológica del problema

- Generación de grupos interdisciplinarios para la creación de ecosistemas de innovación y desarrollo tecnológico que permita atacar el problema con un enfoque de valorización.

Etapa 3

Generación de una cadena integrada de manejo y aprovechamiento

- Dar solución al problema mediante la generación e integración de cadenas productivas de aprovechamiento.
- Incluir al sector industrial, ambiental, agrícola.



8



Los productos

Integración de una cadena de valor que permita la recolección y estabilización del sargazo para su aprovechamiento.

Estudio de factibilidad técnica económica del procesamiento de sargazo en sitio, después de la recolección, para desarrollar condiciones óptimas y de bajo costo, de disposición y/o almacenamiento, que permita evitar la generación de problemas ambientales y la conservación de su valor.

Generación de bienes ecosistémicos

Desarrollo y producción de productos de aplicación agrícola de alta calidad, microbiológica, fisicoquímica y nutricional. Para contribuyan a la mejora de la calidad, productividad y sanidad de los suelos de la zona.

Generación de una Bioindustria asociada

Desarrollo de procesos para la generación de productos de alto valor como bioactivos y biomoléculas de aplicación industrial, alimenticia y farmacéutica.

Aprovechamiento para la obtención de:

- Hidrocoloides
- Pigmentos
- Formulaciones para alimentación animal
- Productos derivados de fermentación
- Extractos

Sustitución de tecnologías de importación

Desarrollo de tecnologías bioadsorbentes para el tratamiento y mitigación de contingencias ambientales como derrames de hidrocarburos, ligadas a sistemas de biorremediación especializada.



9

En la búsqueda de soluciones, ¿Con qué base se cuenta?

- La población afectada, hoteleros, restauranteros, empleados del sector turístico, y habitantes en general de Yucatán y Quintana Roo
- La comunidad científica
- La comunidad tecnológica y técnica. Profesores y estudiantes
- Los industriales y comercializadores
- Las autoridades de diversos sectores de gobierno federal, estatal y municipal



10



Riesgo de operar sin enfoque

- Estudios, caracterizaciones y descripciones
- Diagnósticos. Sistemas avanzados de monitoreo. Detección y dimensionamiento del problema
- Análisis de riesgos
- Generación de planes y programas
- Todos necesarios. No indispensables. No urgentes



11

Lo urgente: Las soluciones – Tres Niveles

1. Colecta, disposición normada y sin afectación a biodiversidad, equilibrio ecológico y salud humana. De manera tal que, se estabiliza en un depósito especial, confinado y regulado sin afectación ambiental. Esto no genera un uso consecuente, pero sí un freno a las afectaciones.
2. Generación de bienes ecosistémicos, generados con tecnología intermedia, no avanzada, que conviertan al sargazo en un material de beneficio en agricultura y forestación.
3. Generación de energía y bienes de consumo especializados, con tecnología avanzada, para alimentación animal, nutrición humana, farma y salud, entre otros.



12



El Sargazo: Retos y Oportunidades



Pasos primarios inmediatos – Lo realmente urgente

Organización de responsabilidades

- Reconocimiento de bien biótico sujeto de aprovechamiento. De un bien de la nación (equivalente a la pesca, la minería)
- Regulación y acción de SEMARNAT, SEMAR, CONAGUA, SADER, SE, entre otras dependencias

Declaratorias y decretos

- Orientados a
 - Responsabilidad en mares territoriales, en litoral, federales
 - Responsabilidades y compromisos estatales, y su supervisión federal
 - Responsabilidades y compromisos locales y municipales
 - Potenciales concesiones, permisos de explotación, orientados a segmentación del trabajo

Normas y procedimientos

- Normas de colecta y disposición
- Normas derivadas del aprovechamiento de un recurso biótico
- Comisiones nacionales de normatividad, reconocidas por la Secretaría de Economía

Análisis de riesgos

- Evaluación de riesgos por:
 - Riesgos a la salud por patógenos
 - Bacterias y parásitos
 - Riesgo fisicoquímico de deterioro del ambiente
 - Riesgo toxicológico
 - Riesgo ambiental, de daño a la diversidad biológica
 - Sociales y económicos

13

13

A quién corresponde hacerlo

Organización de responsabilidades

- Secretaría de Economía
- Los Cuerpos Legislativos: Cámara de Diputados y Senado de la República
- Regulación asociada a riesgo e impacto ambiental por:
 - SEMARNAT, SEMAR, CONAGUA, SADER, SE.

Declaratorias y decretos

- Orientados a
 - Responsabilidad en mares territoriales, en litoral, federales – SEMAR-SEMARNAT
 - Estados del Caribe: Yucatán, Quintana Roo
 - Municipios de esos estados
 - Potenciales concesiones, permisos de explotación, orientados a segmentación del trabajo. SE, SADER

Normas y procedimientos

- SEMARNAT
- CONAGUA
- Comisión nacional de normas de biológicos, biosintéticos y biotecnológicos
- DGN-SE

Análisis de riesgos

- Secretaría de Salud
- SEMARNAT
 - PROFEPA
 - CONAGUA
 - INECC
- SEMAR
- SADER

14

14



Soluciones derivadas de una división y organización del trabajo

BIENES ECOSISTÉMICOS

- Desarrollo y producción de productos de aplicación agrícola de alta calidad, microbiológica, fisicoquímica y nutricional.
- Contribución a la mejora de la calidad, productividad y sanidad de los suelos de la zona.

GENERACIÓN DE ENERGÍA

- Biogás
- Quema directa
- Biocombustibles

ALIMENTO ANIMAL Y HUMANO

- Formulación
- Mezclado
- Estabilización
- Análisis de riesgo fisicoquímico, microbiológico, toxicológico.
- Generación y cumplimiento de normatividad.
- Cobertura del mercado local

PROCESO AGRO-INDUSTRIAL

- Tratamiento para la generación de diferentes fracciones, como:
 - Fracciones de desecho o confinamiento de compuestos indeseables como arsénico, plomo, cadmio.
 - Fracciones con características para su uso en alimentación humana y animal.
 - Interacciones y enriquecimiento entre las fracciones

BIENES ESPECIALIZADOS

- Generación de industria de especialidades, bioenergía, química, biosintética, biotecnológica.
- Obtención de compuestos de alto valor
- Generación de industria asociada con empleos de mayor vigencia y nivel de profesionalización

15

15

La Expectativa

16

16



¿Qué queremos ver en unos años?

1. No hay sargazo en la costa. No llega a las playas. Se colecta eficientemente a todo lo largo del litoral de Yucatán y Quintana Roo
2. Se deposita como pasivo ambiental en sitios pre-seleccionados, en donde se degrada de manera ordenada, sin contaminar el freático, y sin afectación a comunidades habitadas, o a fauna y flora silvestres. El residual es un bien ecosistémico básico.
3. Crecientemente se generan concesiones de explotación, bajo norma, para ser utilizada como materia prima de proceso industrial, en operaciones sustentables, locales y no locales



17

Línea del Tiempo



18



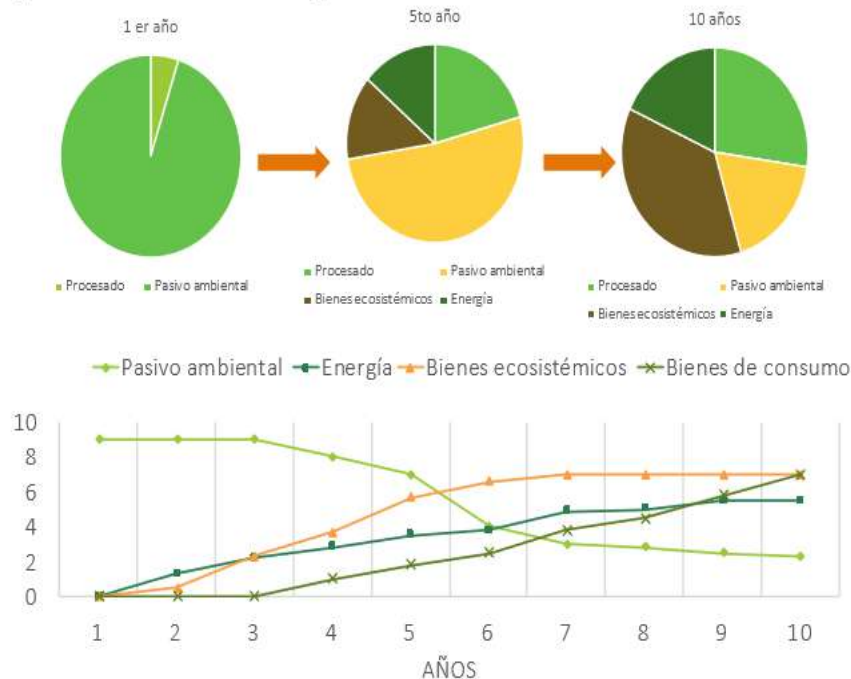
¿Qué queremos que pase con el sargazo transformado por el sector productivo?

1. Que se generen bienes de diferentes tipos
 - a. Energía térmica y eléctrica
 - b. Fertilizantes y mejoradores de suelos
 - c. Alimentos y forrajes
 - d. Biocombustibles y productos de biosíntesis
 - e. Especialidades nutricionales y farmacéuticas
 - f. Muchos otros productos, con procesos innovadores

2. Que se generen muchos empleos, en empresas sustentables, deseablemente mexicanas con alta responsabilidad social y ambiental



Comportamiento esperado





Solución a largo plazo. Algunas ideas.

- Generación de normatividad local, especial, de descargas de agua para la disminución de la carga contaminante depositada en el Mar Caribe. Acuerdos regionales, y para el Atlántico en su conjunto
- Estrategias para la disminución y/o control de la eutroficación del golfo de México, provocado por las descargas de los ríos de Norteamérica.
- Inducción de otras macroalgas, no phaeophyceae, que abatan la predominancia de sargazo. Scavengers de nutrientes.



21

¿Qué NO debe hacer CONACYT?

- No debe funcionar como un organismo pasivo, generador de recursos, que no pide nada concreto (y por lo tanto no espera nada concreto)
- No debe asumir que las líneas de investigación académicas y científicas, por sí solas, van a orientar soluciones técnicas articulables productivamente. Para quien no está entrenado en generarlas, será difícil hacerlo en esta ocasión
- No debe limitar, excluir, o ignorar, en medida alguna, a todos los actores que bajo estímulo económico, puedan contribuir a soluciones articuladas al problema del sargazo.



22



¿Qué Sí debe hacer CONACYT?

- Funcionar como un organismo inteligente, que distribuye recursos planeados para generar las respuestas que el país espera. Aunque muchas de ellas deriven de algo que no se reconoce como “la comunidad científica”, o “la academia”
- Pedir inteligentemente y con plazos definidos, soluciones técnicas y tecnológicas; incluso ofertantes de tecnología probada, para evaluación y apropiación. Esperar soluciones (“saber hacer”) contra resultados científicos (“conocer o describir”)
- Articular las respuestas con la articulación productiva que se espera de ellas. Inducir la generación de una bioeconomía social, asociada al sargazo.
- Hacer todo lo anterior con gran sentido de urgencia y con extraordinarias planeación y coordinación



23

¿Qué sigue?

- Ordenar fondos multisectoriales, de CONACYT y de otras dependencias
- Captar fondos y recursos (plataformas, laboratorios, plantas) privadas
- Convocar a toda (toda) la comunidad científica, técnica, académica, industrial y comercial del país, para provocar SOLUCIONES REALES AL PROBLEMA
- Destinar fondos a proyectos no tradicionales: Vigilancias tecnológicas; Evaluaciones, validaciones y gestión tecnológica; Adopción y prueba de tecnología; Desarrollo e Innovación; Generación de normas y métodos de prueba, entre otros
- Actuar con urgencia y con decisión



24



Nosotros y Nuestro Trabajo



25

El equipo Académico



Brazo ciencia verde

Grupo integrado por expertos ecólogos y tecnólogos especialistas en el desarrollo de proyectos ambientales.

Especialistas de INIFAP e IMP

IPN

Participación de especialistas del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA)

Y de UPIBI. La Unidad de Biotecnología; UDIBI-UDIMEB en Zacatenco, CdMx

Y del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV Zacatenco



Facultades de Química BUAP y UNAM

Grupos de Biología Molecular, Genética.

Bioprocesos

Tecnología de Alimentos

Bioquímica Clínica

Biomateriales



Tec NM Campus Veracruz

Laboratorios y Plantas Piloto

Ingeniería Química

Ingeniería Bioquímica



26



El equipo Industrial y NaMiPyMEs de Base Científica



Nutravia
Tecnología de Alimentos
Bioprocesos
Nutrición Avanzada



CENIT y AMND
Investigación Clínica y Diagnóstico

SIER y MARORT
Empresas de Bioingeniería y Tratamiento de aguas Residuales
Biogás y Biodigestión



Brazo ciencia verde

Grupo integrado por expertos ecólogos y tecnólogos especialistas en el desarrollo de proyectos ambientales.

Bioagrovia

Empresa de producción y desarrollo de insumos y procesos biotecnológicos para producción agrícola y biorremediación.

Metco

Empresa especializada en bioprocesos a escala industrial con capacidad instalada para la producción de biomoléculas y bioactivos de especialidad.

Micro Diversa

Unidad Especializada en Investigación y Desarrollo asociada a Biodiversidad
Bioproductos y Biológicos

Bionuvia

A.C. educativa con experiencia en la formación de profesionales para de investigación y producción en biotecnología



27

Capacidades sumadas del equipo

- Unidades de especializadas de biodegradación (en campo)
- Unidad industrial de bioprocesos
- Unidad industrial especializada de tecnología y producción de alimentos
- Unidad piloto de bioprocesos
- Laboratorio de investigación y desarrollo en biotecnología
- Equipo multidisciplinario de Biólogos, Biotecnólogos, Ingenieros, Microbiólogos, Mercadólogos e Industriales.
- Experiencia en generación y transferencia de tecnología y soluciones
- Académicos especializados en el desarrollo de tecnología



28



¿Qué queremos?

- Generar una estrategia que permita dar una solución al problema del sargazo, generando beneficio económico, social y ambiental
- Que derive en soluciones técnica y económicamente factibles
- Que contribuyan a nuestra independencia científica, y a nuestra soberanía tecnológica
- Soluciones inmediatas, y también de mediano y largo plazos



29

¿En qué trabajamos?

- Escalas laboratorio y Piloto
 - Ecología y restauración
 - Biodiversidad
 - Bienes ecosistémicos
 - Bioproductos
 - Alimento Humano y Animal
 - Bioenergía y Biocombustibles
 - Precursosres Químicos
 - Productos Naturales



30

El Sargazo: Retos y Oportunidades

A satellite map of the coastal region of Playa del Carmen and Playacar, showing the city layout, green spaces, and the turquoise ocean. Labels for 'PLAYACAR' and 'PLAYA DEL CARMEN' are visible.

Gracias

Sergio R. Trejo Estrada 📍
222-1995218 📞
sertre@Hotmail.com 📧

El Sargazo: Retos y Oportunidades





Intervención de la Sen. Beatriz Paredes Rangel, Presidenta de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado de la República.

Agradeciendo la riqueza de las exposiciones, verdaderamente muy alentador y excitante intelectualmente. Todos los que no somos científicos seguramente quedamos deslumbrados de su conocimiento, de su rigor y de la complejidad de la temática que se está abordando, tanto sobre el Sargazo, como sobre el Caribe y sobre la problemática medioambiental de los océanos.

La verdad es que el esfuerzo de la AMEXCID, de la Secretaría de Relaciones Exteriores, del Foro Consultivo y de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado, nos ha permitido conjuntar a investigadores que han dedicado una parte muy valiosa de su vida a estas investigaciones.

En materia legislativa haré una referencia muy breve. Nosotros debemos tener una conversación con la Secretaría de Relaciones Exteriores en el ámbito de la legislación internacional, qué corresponde a la ¿Convención de Cartagena? ó ¿Debemos pensar en una convención internacional sobre el Sargazo?, en fin, hay un nivel de legislación internacional que tendremos que conversar a profundidad con la Secretaría de Relaciones Exteriores, con la intención de tener una determinación de carácter técnico y poderla conversar con los países de la región, en lo cual jugará un liderazgo la Cancillería mexicana. Desde luego, de manera muy estrecha, cooperando con los países que han demostrado liderazgo en el tema: las Antillas Francesas, el propio Barbados, Estados Unidos y desde luego muy cercanos a Brasil, que evidentemente juega un papel y con todos los países del Caribe.

Entonces, hay una dimensión de la normatividad internacional; por cierto, ahora en la Asamblea de Naciones Unidas habrá una Asamblea Mundial sobre Océanos, y sin duda uno de los temas que se tendrán que poner sobre la mesa es el de la problemática de las nuevas condiciones de la biodiversidad de los océanos, en el caso de la parte Atlántico Norte, Sur y Post Ecuatorial.

Existe, también, una dimensión nacional. En la dimensión nacional tenemos que abordar varias circunstancias. La presupuestal, porque es evidente que se requieren mayores recursos para la investigación y para consolidar investigaciones en marcha. Estamos en una etapa de austeridad presupuestal, pero la Comisión de Ciencia y Tecnología preparará algunos puntos de acuerdo para conversarlos con la Cámara de Diputados, para que se abran aperturas presupuestales o se hagan transferencias internas que puedan destinarse con la prioridad que requiere el tema. En lo presupuestal, también tendremos que encontrar mecanismos innovadores, en coordinación con los gobiernos estatales, particularmente con el Gobierno de Quintana Roo. El Gobierno de Quintana Roo ha estado aportando en la medida de sus posibilidades, pero es evidente que debemos tener una visión integral para la atención del problema, y tendremos que diseñar mecanismos ingeniosos en

El Sargazo: Retos y Oportunidades



combinación con el sector privado, de manera muy significativa con el sector turístico.

Entonces, un tema principal es el de encontrar mecanismos de financiamiento para profundizar en las investigaciones y para profundizar en la generación de protocolos y de laboratorios específicos. En ello, la cooperación internacional es muy importante, aquí ha habido intervenciones que nos hablan de posibilidades y de decisiones de cooperación, nos mencionaban ayer la disposición del Gobierno de Noruega. Una de las ponentes nos expresó que algunas de las fundaciones están interesadas en colaborar, y desde luego existe la estrategia de orden presupuestal del Gobierno Federal, la estaremos dialogando con quien, a nombre del Gobierno de la República, coordina los esfuerzos que es la Secretaría de Marina. Nosotros estaremos trabajando muy de cerca con la Secretaría de Marina en la estrategia, sobre todo la de actuación inmediata sobre la circunstancia del Sargazo en el Caribe mexicano.

Hay otro nivel, que es el propiamente legislativo, y en el nivel propiamente legislativo tendremos que tener una discusión interna, si trabajamos en la legislación medioambiental y ecológica, esa es una de las posibilidades, si trabajamos una legislación específica, que es toda una discusión, yo no lo recomendaría porque tendríamos que hacer una legislación específica sobre cada fenómeno natural, más bien tenemos que encuadrarlo en alguna legislación de carácter general, quizá en la legislación medioambiental, u otra, y tendremos que revisar si a través del esfuerzo legislativo generamos una instancia institucional que precise jerarquías, responsabilidades, etcétera, etcétera; y hay otro nivel, que es el nivel de la norma, de la norma específica, que tiene que ver con todo el proceso específico de patentes, de comercialización, de autorizaciones, etcétera, etcétera, para lo cual la legislación general fija solamente el marco para que después las autoridades competentes emitan las normas.

Hay cierto sentido de urgencia en sus exposiciones, y me queda muy claro que tendremos que hacer un cronograma de posibles resultados. En su momento, si ustedes lo permiten, estaremos compartiéndoles el diseño legislativo para recibir sus sugerencias y sus opiniones.

Y hay otra vía muy interesante que se ha explorado muy muy poco en el ámbito legislativo mexicano, pero que existe la posibilidad. Nosotros tenemos un sistema nacional de planeación que descansa en el artículo 25 y en el artículo 26 Constitucional, en el que se establece que pueden existir planes regionales, a lo mejor tenemos que propiciar con el Ejecutivo, los gobiernos estatales, los gobiernos municipales, y todas las instancias federales y académicas, un plan regional de manejo integral y de desarrollo del Sargazo que nos permita tener una acción de corto, mediano y una perspectiva de largo plazo, y que nos permita inducir en los estados algunas legislaciones locales y en los municipios algunos reglamentos,

El Sargazo: Retos y Oportunidades



particularmente en el control de basura, etcétera, etcétera, etcétera. Entonces hay un conjunto de tareas que se derivan de tan interesantes exposiciones.

Un comentario final. Nadie, nadie sabe, en términos de ciencias sociales duras, (les comento que yo soy socióloga), nadie sabe por qué desaparecieron los mayas. Si se pudiera decir que desaparecieron, porque yo no creo que hayan desaparecido, los mayas es el pueblo más vigente de las civilizaciones mesoamericanas, pero esa etapa y esa organización tan compleja de los mayas del postclásico, no existen teorías definitivas sobre su declinación. Hay miles de versiones, que a lo mejor fue una crisis climática, que quizá fue una crisis alimentaria, o de escasez de agua, etcétera, etcétera. Yo creo que, si no hacemos algo en el Caribe y si no hacemos algo con el Sargazo, nadie va a saber por qué desapareció la grandeza de la península y de la Riviera maya.

Creo que de ese tamaño es el reto, de ese tamaño es el desafío, y yo aprecio muchísimo que su esfuerzo, su trabajo, su investigación, y que su conocimiento científico nos haya permitido a los legos acercarnos a comprender la profundidad, la complejidad y la gravedad del problema. Así es que, de veras, muchísimas gracias por sus participaciones y presencia.

Muchas gracias a la coordinación de la Cancillería y de la AMEXCID, a su anfitrionía, y gracias a todos ustedes por su paciencia, por su interés. Gracias a la Secretaría de Marina por su presentación y a las instituciones del Gobierno de la República y de los Gobiernos de la Península, Yucatán, Quintana Roo y Campeche por participación. A nuestros colegas legisladores.

Y por favor, sigan haciendo Ciencia. Es por el bien de este planeta. Gracias.

El Sargazo: Retos y Oportunidades





CONCLUSIONES

1.- Es un hecho, que, en los últimos años, se ha presentado en el Caribe Mexicano un volumen muy grande de colonias de Sargazo, que cuándo llegan a la Costa producen estragos de importante magnitud, pues oscurecen el color transparente del mar, tornándolo café y marrón, eliminando sus tonalidades turquesas, así como generando una atmósfera fétida muy desagradable, probablemente nociva a la salud.

Esta situación, tiene consecuencias muy negativas para el turismo, que es el rubro más importante para la generación de empleos e ingresos en la zona de Cancún y la Riviera Maya, afectando también a la pesca.

2.- Existen diversas explicaciones sobre las causas que han multiplicado el volumen del Sargazo, y de sus arribazones masivas a las Costas de las Islas del Caribe Occidental, y de la Riviera Continental Caribeña. Con las investigaciones científicas, realizadas hasta ahora, se mencionan como causas el cambio climático, y su incidencia en la modificación de las corrientes marinas, que han provocado que colonias de Sargazo del área ecuatorial (tal vez originarias de la zona marítima atlántica del Norte del Brasil, frente a la región amazónica). Es necesario profundizar en la investigación científica, y apoyar a equipos de investigadores y Centros de Investigación para que se realicen las investigaciones necesarias, para disponer de datos científicos suficientes, tanto de los orígenes y todas las características del Sargazo, como las de su posible aprovechamiento, formas de recolección y confinamiento, que corresponda a la identificación del fenómeno y su prospectiva, para encontrar fórmulas y mecanismos que hagan posible evitar las consecuencias dañinas del Sargazo, y faciliten su control y aprovechamiento.

3.- La problemática del Sargazo es de dimensión continental, incluso mundial, por la repercusión del cambio climático. Por ello, es indispensable el intercambio de información, la cooperación internacional y quizá la generación de Acuerdos de orden Internacional, que precisen normatividad sobre el tema. El liderazgo de la Secretaría de Relaciones Exteriores es esencial en esta materia.

4.- En el ámbito de México, resulta necesaria la colaboración y coordinación de los tres órdenes de gobierno: federal, estatales y municipales. También se requiere el apoyo a la comunidad científica y a los centros de investigación. Es necesaria la participación de la iniciativa privada y la sociedad civil, pues son directamente afectados, y muchos están comprometidos con la protección del patrimonio natural. Saludamos la participación de la Secretaría de Marina en la atención de la emergencia provocada por los graves arribazones de Sargazo en 2018 y 2019, creemos que esta participación debe fortalecerse, con presupuesto suficiente, y valorando la necesidad de generar un mecanismo interinstitucional, con la participación de los tres órdenes de gobierno, de la iniciativa privada y de la

El Sargazo: Retos y Oportunidades



academia para atender de manera permanente la problemática del Sargazo, pues es previsible que la arribazón del Sargazo sea un asunto constante-intermitente, pero con un horizonte de permanencia.

5.- La presencia periódica de arribazones masivas de Sargazo, es previsible si los factores climáticos que se han mencionado como uno de los posibles orígenes persisten, por lo que es recomendable que en México se diseñe y se organice un programa integral de atención a la problemática del Sargazo, y se prevean presupuestos multianuales para su atención, integrando proyectos de investigación, que permitan comprender a cabalidad la circunstancia de las variedades del Sargassum Pelágico, los cuales son: Sargassum Natans y Sargassum Flutains, que se reconoce son los tipos de Sargazo que arriban al Caribe Mexicano, y su posible aprovechamiento. Se deberá valorar la pertinencia de legislar nacionalmente sobre el tema.



La publicación de esta Memoria tiene como finalidad la difusión de material científico entre especialistas y legisladores. No tiene fines de lucro.

El contenido de cada presentación es responsabilidad del autor.

Cualquier mención o reproducción del material de esta publicación puede ser realizada siempre y cuando se cite la fuente.