



Monitoreo de la Vegetación Acuática con Teledetección

Juan L. Torres-Pérez, Amber McCullum, Roy Armstrong, William Hernández

19 de julio de 2022

Estructura y Materiales del Curso

- Tres sesiones de 1.5 horas los días 12, 14 y 19 de julio
- Se presentará el mismo contenido en dos diferentes horarios cada día:
 - Sesión A: 11h-12h30 Horario Este de EE.UU. (UTC-4) (inglés)
 - Sesión B: 14h-15h30 Horario Este de EE.UU. (UTC-4) (español)
 - **Por favor inscríbese y asista a solo una sesión por día.**
- Las grabaciones de las presentaciones, los archivos PowerPoint y la tarea asignada se podrán encontrar después de cada sesión en la siguiente página:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-monitoring-aquatic-vegetation-remote-sensing>
- Preguntas y respuestas después de cada presentación y/o por correo electrónico a:
 - juan.l.torresperez@nasa.gov o
 - amberjean.mccullum@nasa.gov



Tarea y Certificados

- **Tarea:**

- Se asignará una tarea
- Debe enviar sus respuestas vía Formularios de Google
- **Fecha límite para entregar la tarea: Martes 2 de agosto**

- **Certificado de Finalización**

- Asista a las tres sesiones en vivo
- Complete la tarea asignada en el plazo estipulado (acceder desde la página de ARSET)
- Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Prerrequisitos

- Prerrequisitos:
 - Por favor complete las [Sesiones 1 y 2A de Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#) o cuente con experiencia equivalente.
- Materiales del Curso:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/arset-monitoreo-de-la-vegetacion-acuatica-con-teledeteccion>



Objetivos de Aprendizaje

Al final de esta sesión, usted estará familiarizada/-o con:

- El alga *Sargassum*, sus beneficios, importancia e impactos
- El Parcho de sargazo del Caribe/Atlántico: la mayor floración de algas nocivas del mundo
- Teledetección y muestreo in situ para mapear la extensión y prevalencia del parcho de sargazo
- Sensores multiescala y algoritmos para detectar sargazo
- El *Sargassum* Watch System (SaWS)



Manto de sargazo arrojado a tierra por el mar en La Parguera, Puerto Rico.
Fuente: Juan L. Torres-Pérez





Acerca del Parcho de Sargazo
Caribe/Atlántico



Sargazo: La Floración de Algas Nocivas Más Grande del Mundo

Roy A. Armstrong, Ph.D. (Presentador), Profesor, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez

Co-Autores: Yasmin Detrés, William J. Hernández y Emmanuel Arzuaga

Auspiciado por el NASA MUREP OCEAN Program (80NSSC21K1701)

19 de julio de 2022



¿Qué es el Sargazo?

- El género *Sargassum* contiene aproximadamente 150 especies diferentes de macroalgas pardas (Feofitas) que generalmente se adhieren a las rocas a lo largo de las costas templadas o son pelágicas (que flotan libremente) en el océano abierto.
- El sargazo se multiplica por fragmentación vegetativa. El talo se rompe en fragmentos debido a lesiones mecánicas o la muerte y descomposición de las partes más viejas.
- La mayoría de las especies se reproducen sexualmente, pero las especies pelágicas se reproducen por fragmentación. Los miembros más grandes pueden alcanzar varios metros de longitud.



Foto Cortesía de JP Segarra



Características Morfológicas

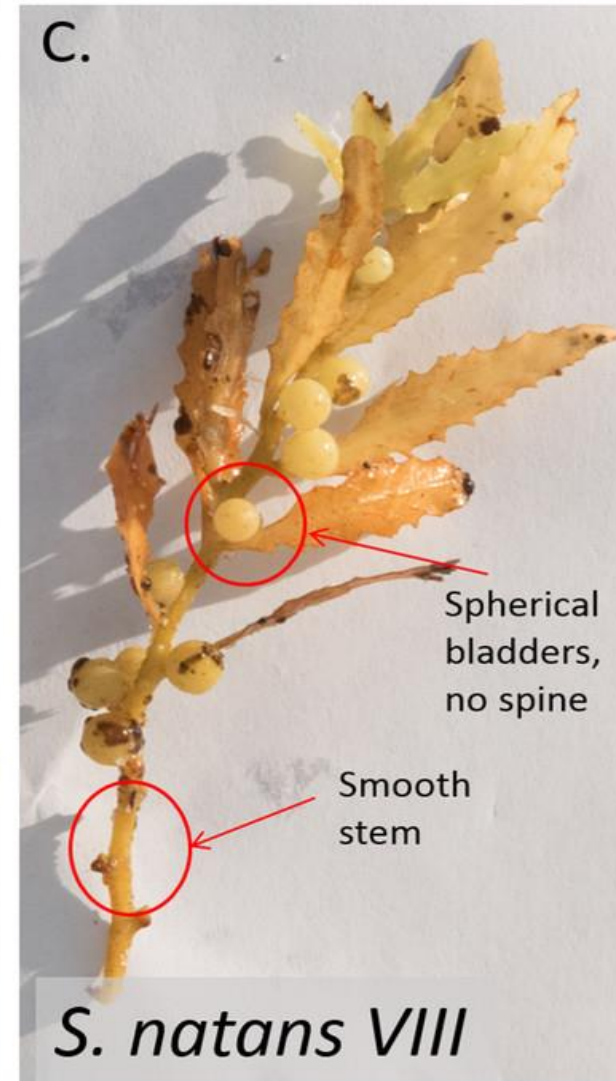
- El talo está altamente ramificado
- Frondas pequeñas y que parecen hojas con bordes dentados.
- Neumatocistos: flotadores similares a bayas para ayudar a que las algas floten
- Estas "bayas" son en realidad estructuras llenas de gas que en su mayoría están llenas de oxígeno.
- Los neumatocistos agregan flotabilidad a la estructura de la planta permitiéndole flotar en la superficie.



Foto Cortesía de Jenniffer Pérez Pérez



Especies del Género *Sargassum* Halladas en el Caribe



Fuente de la Imagen: DOI: [10.7717/peerj.7814/fig-1](https://doi.org/10.7717/peerj.7814/fig-1)



El Sargazo como Hábitat Esencial

- Las balsas flotantes de sargazo pueden extenderse por millas a través del océano.
- Este hábitat flotante proporciona alimento, refugio y lugares de reproducción para una variedad de animales como peces, tortugas marinas, aves marinas, cangrejos, camarones y más.
- Algunos animales, como el pez sargazo, viven toda su vida dentro de este hábitat.
- El sargazo sirve como un área de crianza principal para una variedad de peces de importancia comercial, como el mahi mahi, los jureles y los serviolas.

Fuente de la Imagen: Roy Armstrong



El pez de los sargazos, *Histrio histrio*.
Imagen cortesía de Art
Howard/Ross et al., NOAA-OE



El Sargazo como Hábitat Esencial

- Debido a su importancia ecológica, en 2003, el sargazo dentro de la Zona Económica Exclusiva de EE. UU. frente a los estados del Atlántico sur fue designado como Hábitat Esencial para los Peces, lo que otorga a estas áreas una protección especial.
- El sargazo proporciona refugio para especies migratorias y hábitat esencial para unas 120 especies de peces y más de 120 especies de invertebrados.

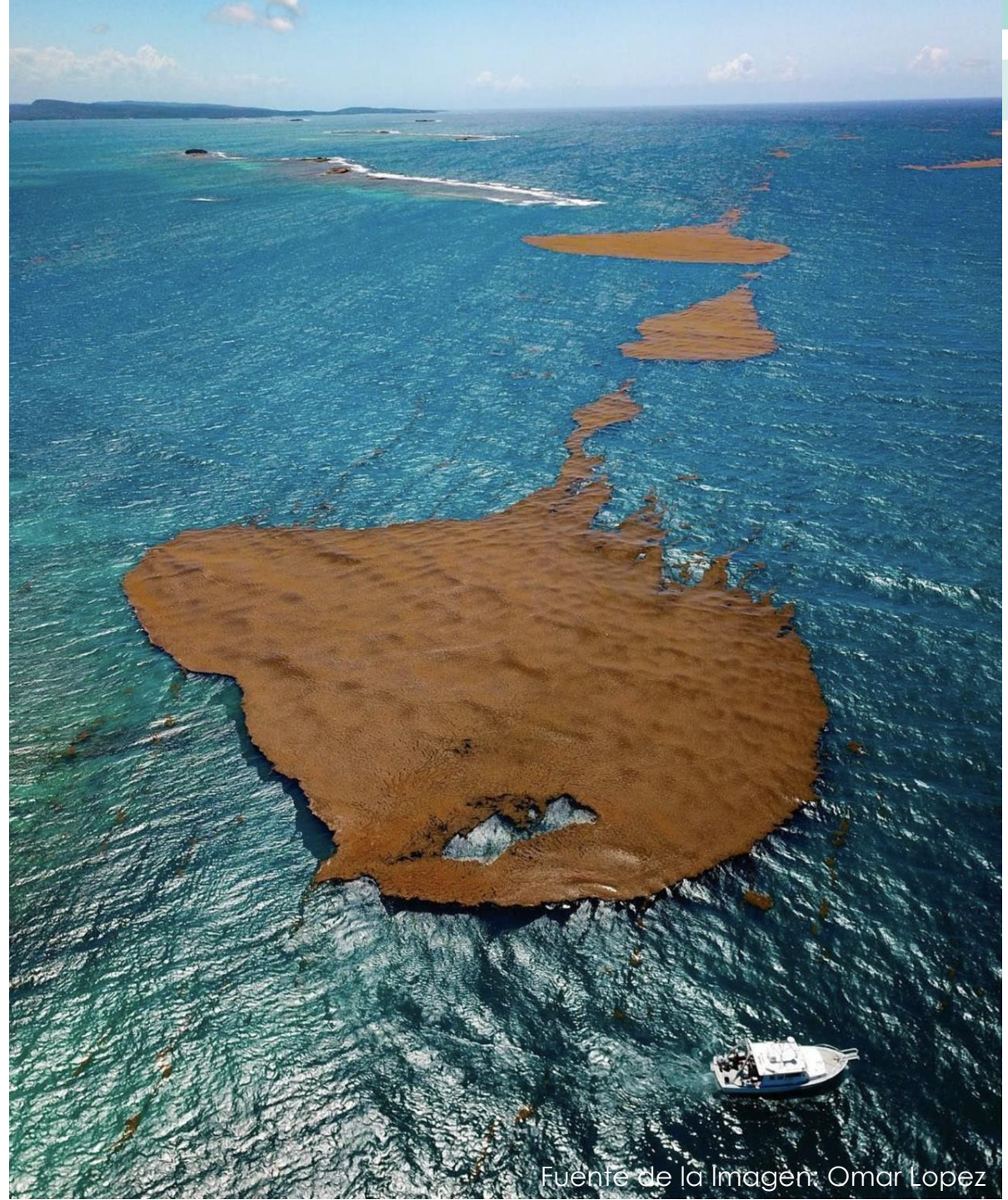


Imagen cortesía de Life on the Edge Exploration, NOAA Ocean Explorer



Mantos Flotantes de Sargazo

- Algunas de estas “islas” de sargazo o esteras flotantes pueden tener una milla (1,6 km) de ancho y varios pies (más de un metro) de profundidad.
- Cuando el sargazo pierde su flotabilidad después de aproximadamente un año, se hunde en el fondo marino y proporciona energía a la vida oceánica bentónica.
- El sargazo puede sobrevivir a una amplia gama de temperaturas y salinidad.



Beneficios del Sargazo

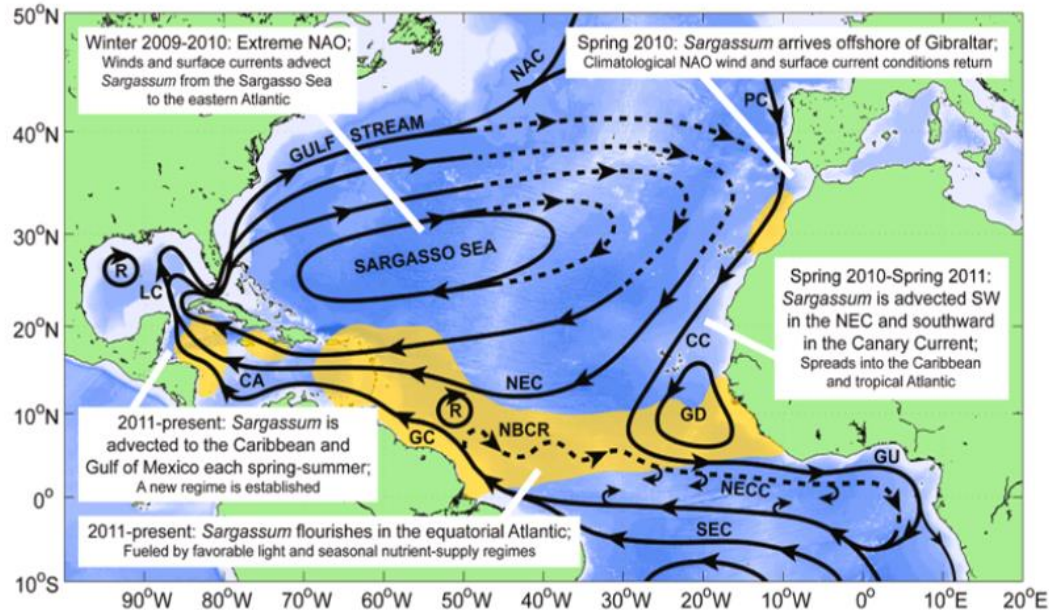
- El sargazo actúa como un oasis en un entorno desolado y sustenta un alto nivel de biodiversidad.
- El sargazo aporta aproximadamente el 60 % de la producción primaria total en el metro superior de la columna de agua.
- Las etapas de huevo y larva de los peces, algunos crustáceos y las tortugas marinas juveniles dependen particularmente del hábitat sargazo pelágico para sobrevivir.
- El sargazo es un buen fertilizante para plantas, pero hay que analizarlo para detectar metales pesados antes de usarlo en huertos familiares y cultivos alimentarios.
- Buena fuente de alginatos, que se utilizan en las industrias alimentaria, cosmética, médica y farmacológica.
- Los alginatos se pueden convertir en biocombustibles y bioplásticos.



Fuente de la Imagen: Roy Armstrong



Nueva Fuente de Sargazo en el Océano Atlántico Tropical



2009-2010: Cambios en los patrones de viento asociados a la extrema Oscilación del Atlántico Norte (NAO), advección de sargazo hacia el Atlántico oriental – Johns et al., 2020

2010-2011 (Primavera): El sargazo fue transportado hacia el Caribe por la Corriente Ecuatorial del Norte y hacia el sur por la Corriente de Canarias.

2011-Hoy: El sargazo es advectado al Caribe y al Golfo de México cada primavera-verano.



The establishment of a pelagic *Sargassum* population in the tropical Atlantic: Biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event

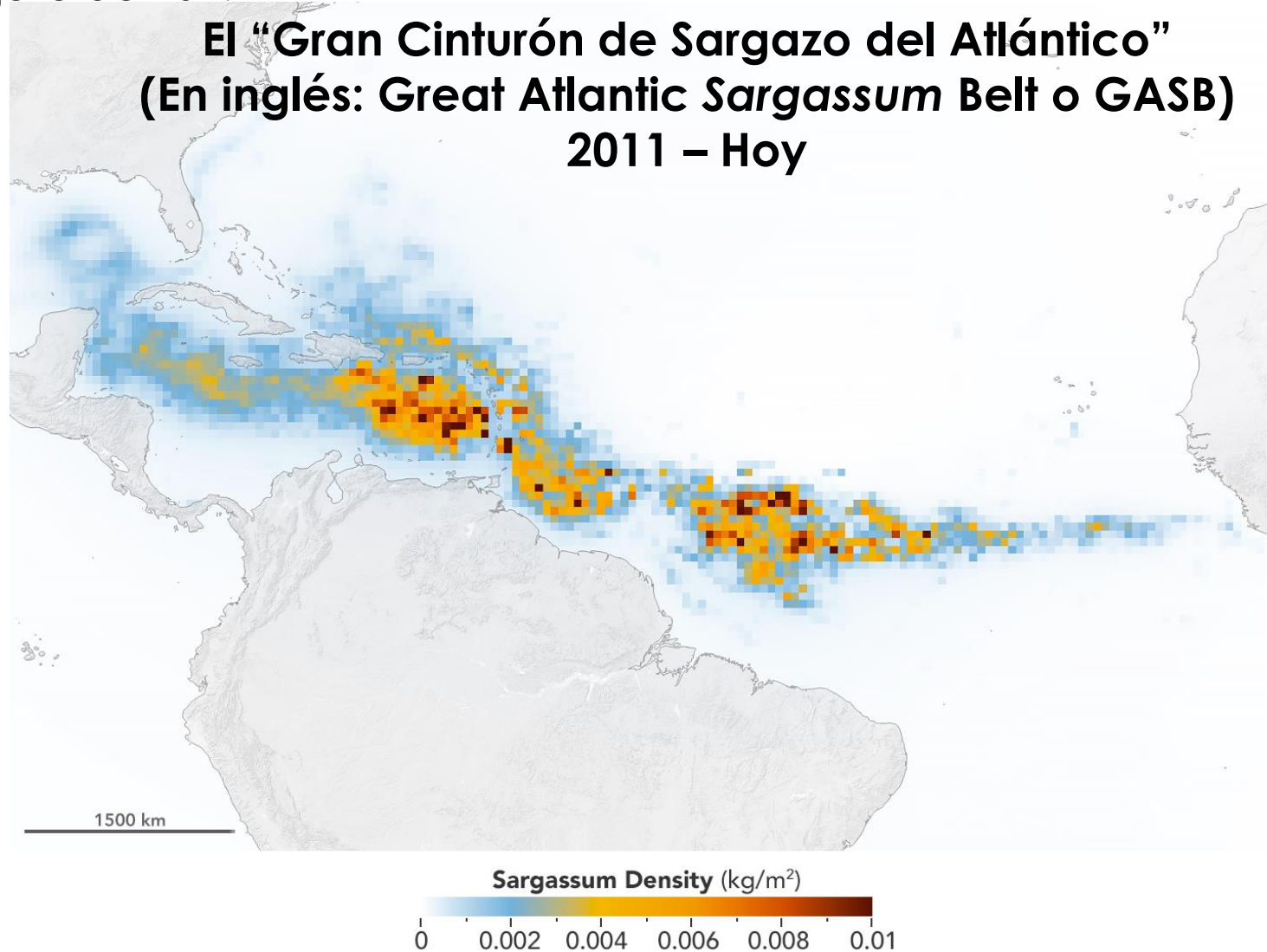
Elizabeth M. Johns^{a,*}, Rick Lumpkin^a, Nathan F. Putman^b, Ryan H. Smith^a, Frank E. Muller-Karger^c, Digna T. Rueda-Roa^c, Chuanmin Hu^c, Mengqiu Wang^c, Maureen T. Brooks^d, Lewis J. Gramer^e, Francisco E. Werner^f



Satélites de la NASA Encuentran la Mayor Floración de Algas Marinas del Mundo

NASA News 8 de julio de 2019

El “Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico” (En inglés: *Great Atlantic Sargassum Belt* o *GASB*) 2011 – Hoy

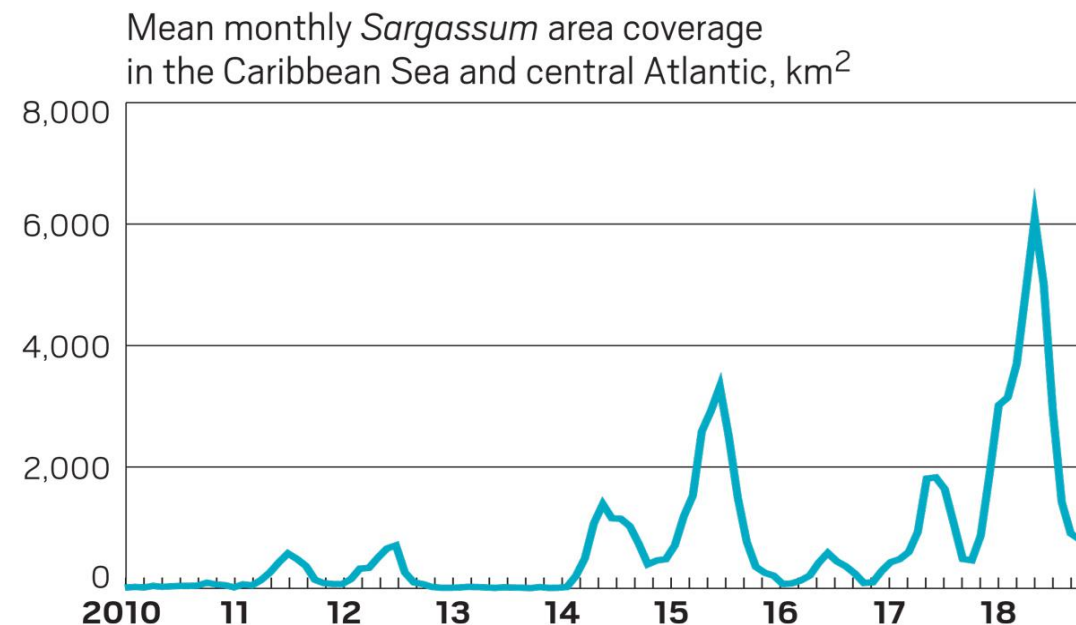
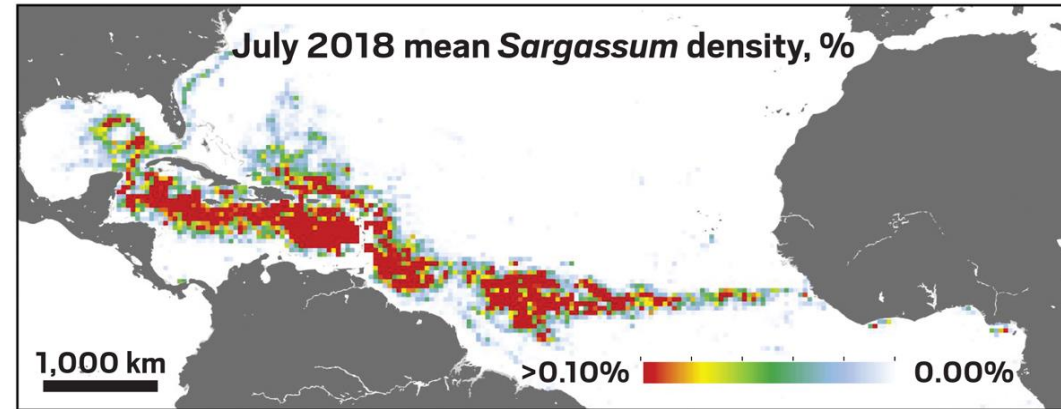


Fuente:
NASA/Earth
Observatory.
Datos brindados
por Mengqiu
Wang y
Chuanmin Hu, U.
del Sur de la
Florida, Colegio
de Ciencias
Marinas



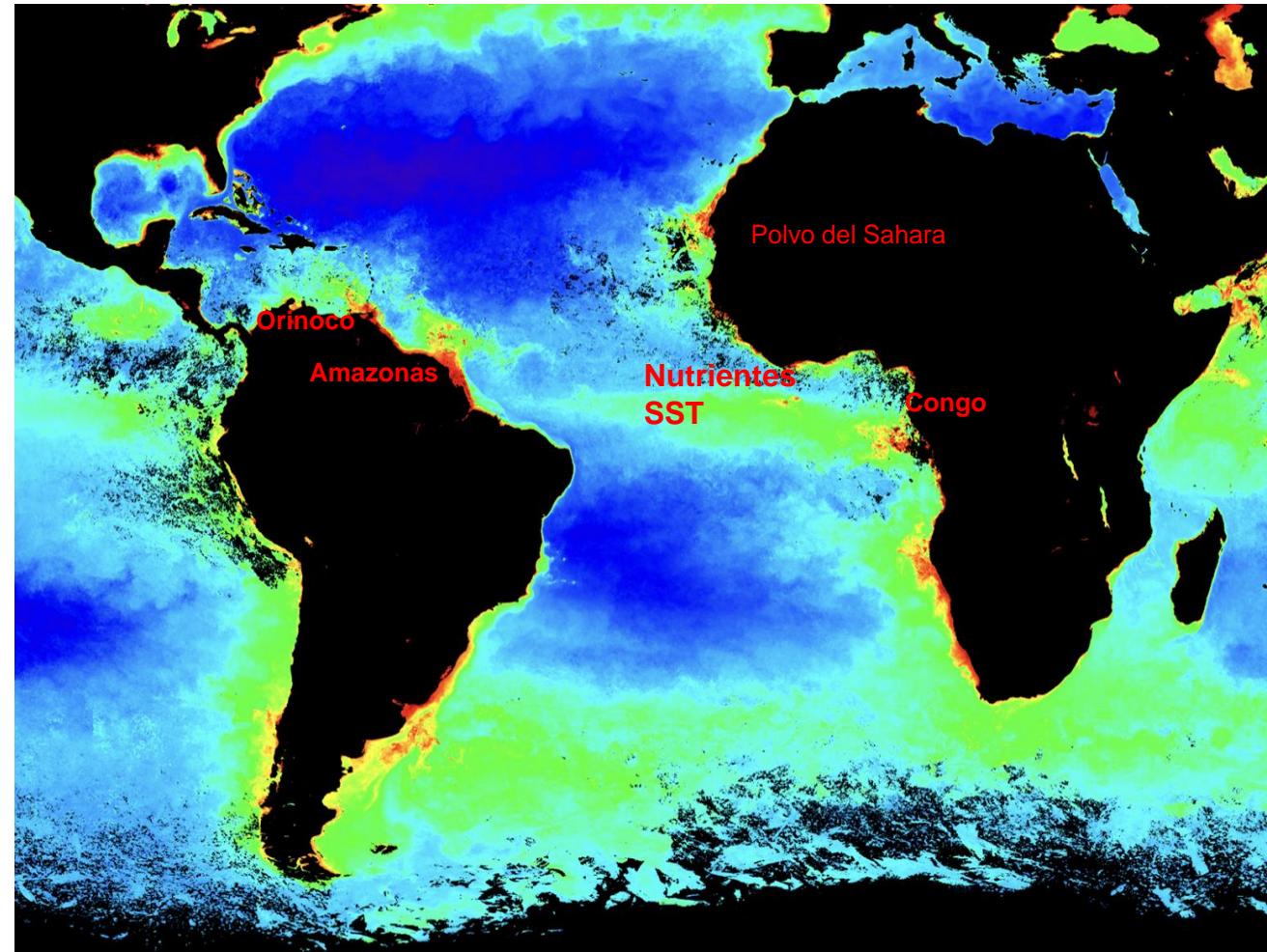
2018: La Mayor Floración de Sargazo Jamás Reportada en la Historia

- Los científicos encontraron sargazo en cantidades récord en el Caribe, el centro-oeste del Océano Atlántico y el Golfo de México.
- Primera instancia de aparición de floraciones de sargazo durante todo el año en el Mar Caribe
- > 20 millones de toneladas de sargazo
- La floración de algas nocivas más grande del mundo con mas de 6,000km²



Impulsadores del “Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico” (GASB por sus siglas en inglés)

- **Enriquecimiento de nutrientes:** los ríos Amazonas, Orinoco y Congo
 - La agricultura (es decir, los fertilizantes)
 - Mal uso de la tierra (deforestación)
- **Plumas de polvo del Sahara:** introducción de hierro y fosfatos
- **Variabilidad climática:** temperaturas del agua más altas, eventos de lluvia más intensos, el mar más agitado en invierno



Sargazo Varado en Playas y Áreas Costeras



Fuente de las Imágenes: William Hernandez y Roy Armstrong



Impactos de la Acumulación de Sargazo en la Costas Tropicales

- Libera sulfuro de hidrógeno y amoníaco
- Metales pesados: Arsénico y Cadmio
- Oxígeno reducido o agotado
- Mortandad de peces debido a condiciones anóxicas
- Amenaza la anidación de tortugas en las playas
- La penetración de la luz queda reducida
- Pérdida de biodiversidad en ecosistemas marinos costeros



Acumulación de sargazo en el Sudoeste de Puerto Rico, líneas costeras con franjas de manglares
Foto de William Hernandez



Acumulación de Sargazo en Áreas Poco Profundas de Arrecifes de Coral



Acumulación de sargazo en el Sudoeste de Puerto Rico, Arrecifes de Coral
Fotos de Roy Armstrong (izq.) y Omar López (der.)



Acumulación de Sargazo: Impactos en el Turismo y la Economía

- Turismo disminuido
- Operaciones costeras interrumpidas (es decir, puertos, marinas, centrales eléctricas)
- Recreación y pesca interrumpidas
- Servicios de ecosistema
- Alto costo de limpieza



Impactos del Sargazo “Varado” sobre la Salud Humana

El contacto prolongado con el sargazo o la inhalación del gas de sulfuro de hidrógeno puede causar:

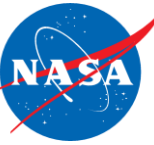
- Irritación de las vías respiratorias
- Dificultad para respirar
- Mareos, vértigo
- Náuseas
- Dolor de cabeza
- Erupciones en la piel
- Cambios neurológicos y cardiovasculares

Los metales pesados (incluidos el arsénico, el aluminio y el boro) son tóxicos en altas concentraciones.





Técnicas de Teledetección e In Situ para Evaluar el Sargazo en el Caribe



Observaciones y Análisis del Sargazo Usando la Teledetección

William J Hernández *Ph.D.* (Presentador), Investigador, UPR-Mayaguez

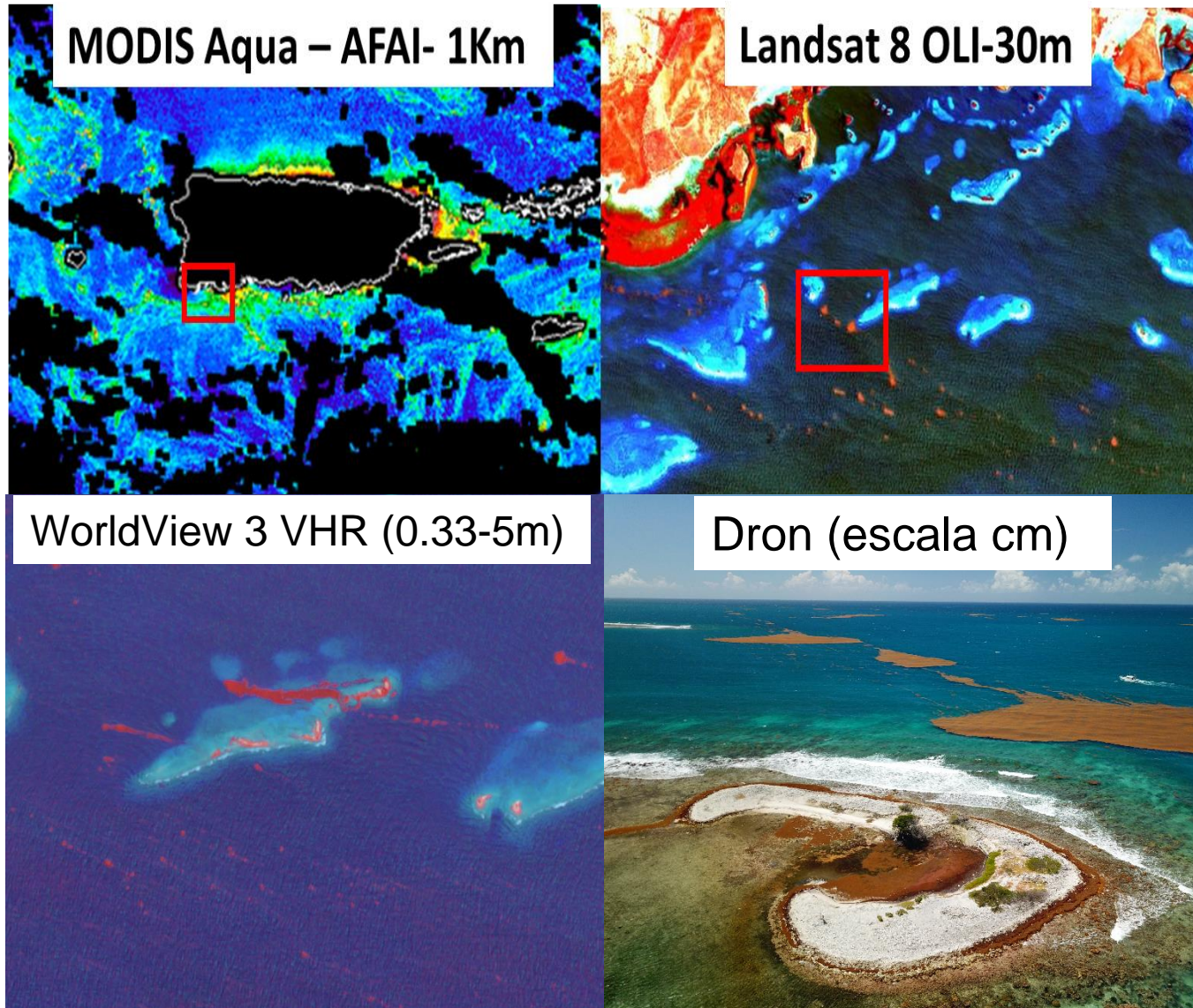
william.hernandez@upr.edu

Co-Autores: Roy A. Armstrong, Emmanuel Arzuaga, Yasmin Detrés.

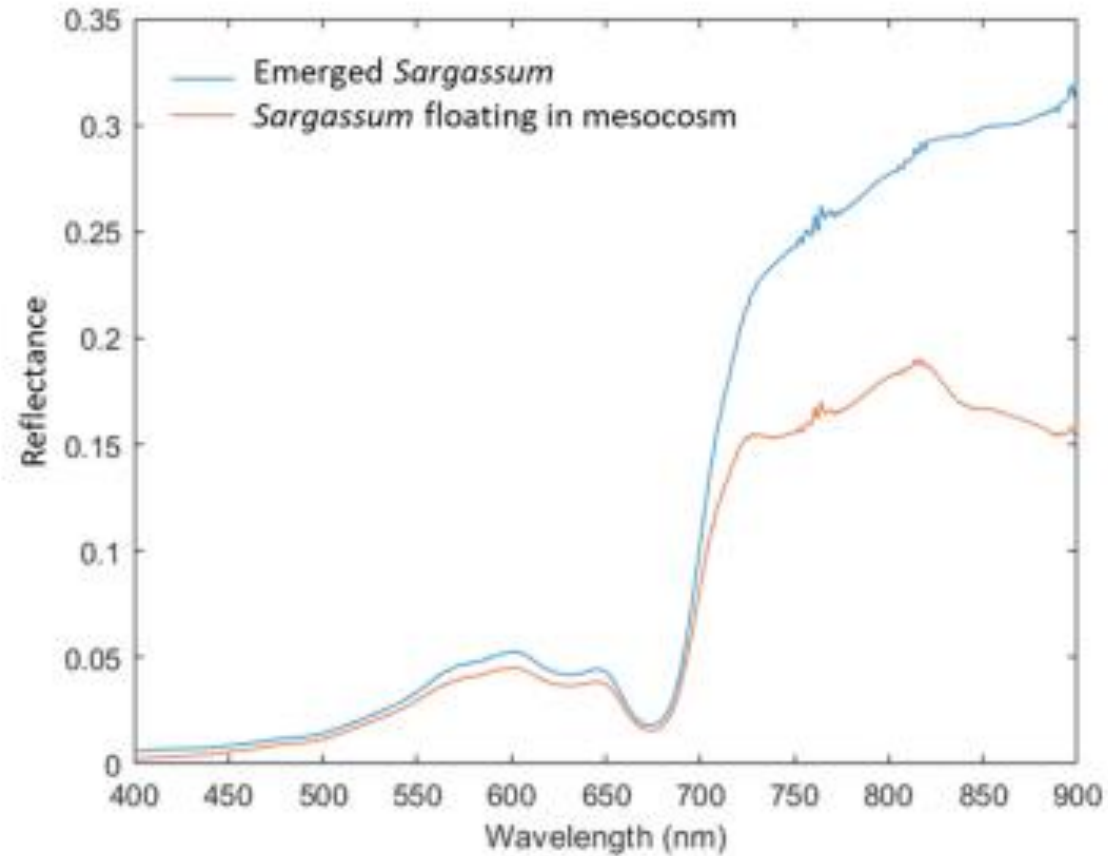
19 de julio de 2022



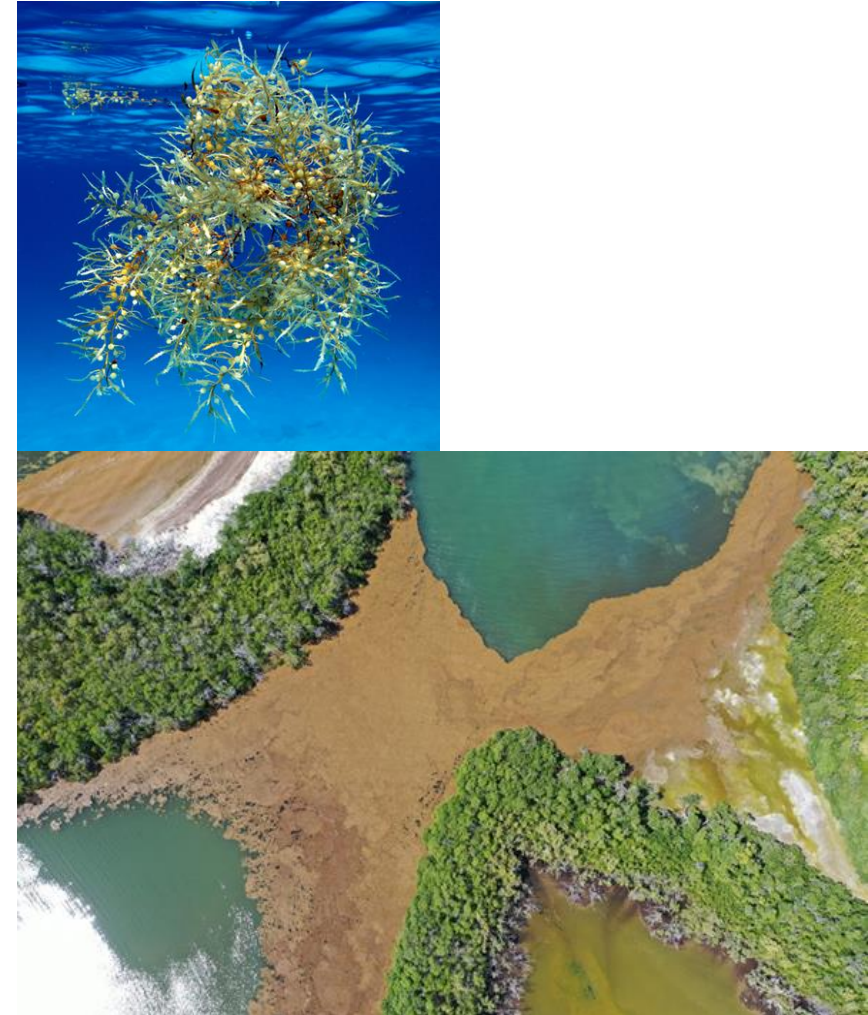
Detección de Sargazo a Varias Escalas Espaciales



Aprovechando la Firma Espectral de la Vegetación para Detectar Sargazo



De: Desclotres et al. (2021)



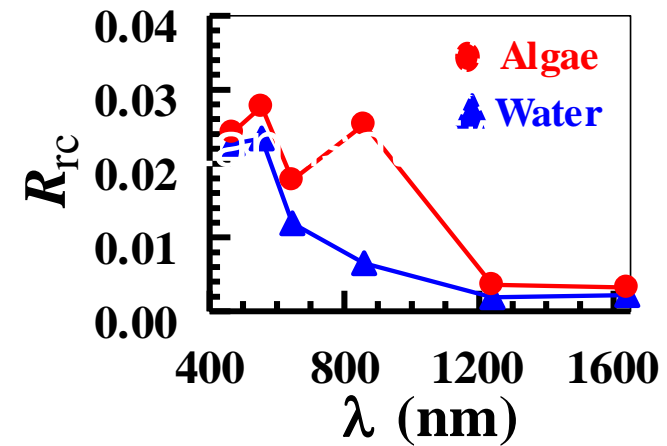
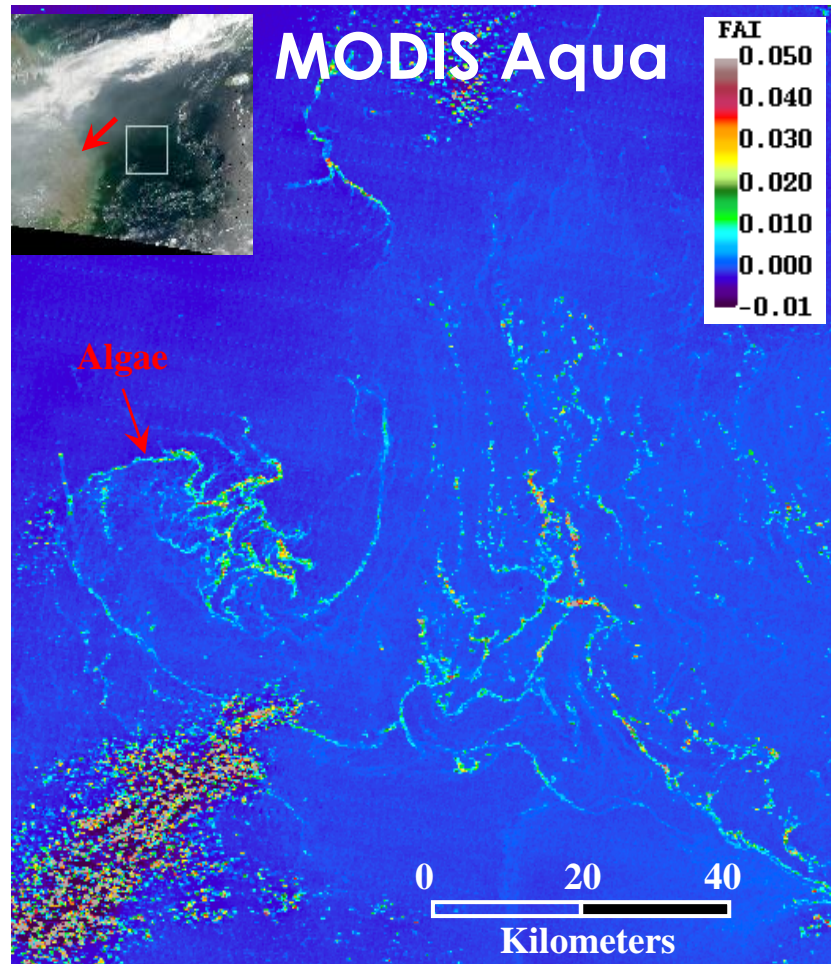
Sensores para el Sargazo de Resolución Media

	MODIS (A & T)	VIIRS
Spatial Resolution	1 km	750 m
Temporal Resolution	1 day	1 day
Cross Track	2 330 km	3 040 km
Algae Index	AFAI ¹	AFAI ¹
Radiometric data*	Rayleigh-corrected reflectance**	Rayleigh-corrected reflectance**
Wavebands	$\lambda_1 = 667 \text{ nm}$	$\lambda_1 = 671 \text{ nm}$
	$\lambda_2 = 748 \text{ nm}$	$\lambda_2 = 745 \text{ nm}$
	$\lambda_3 = 869 \text{ nm}$	$\lambda_3 = 862 \text{ nm}$

De: Ody et al. (2019)



Floating Algae Index (FAI) – Índice de Algas Flotantes



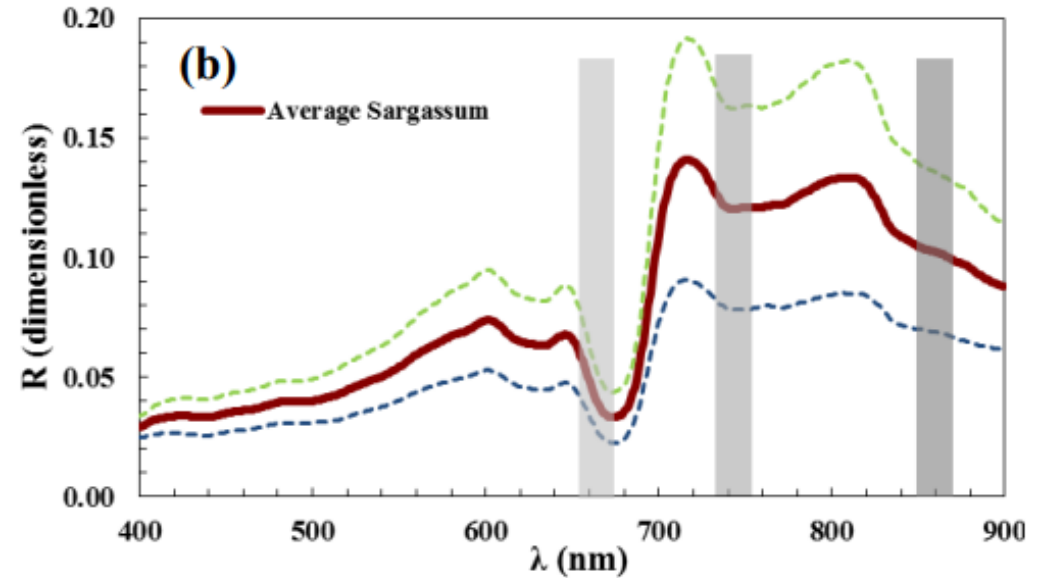
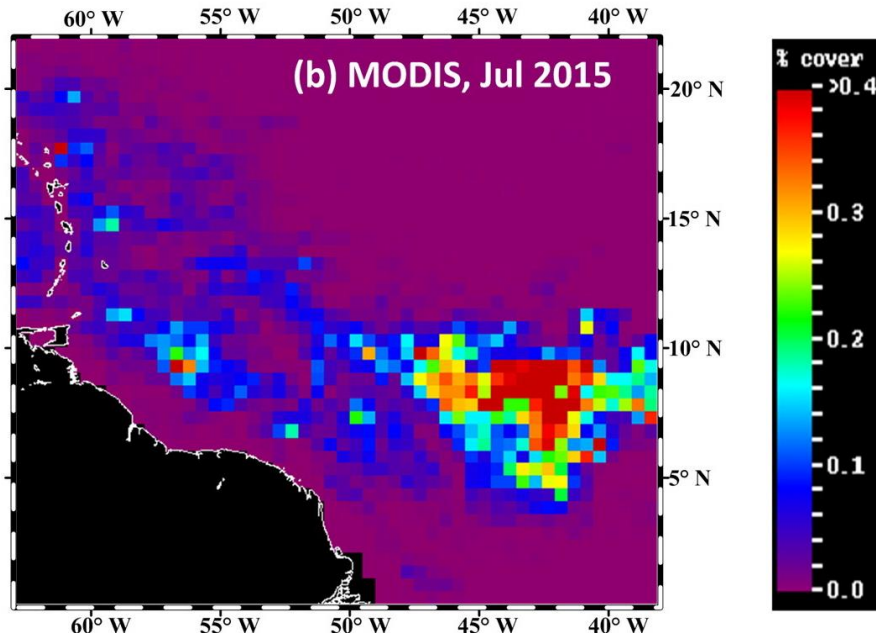
De: Hu (2009)

FAI- Bandas Espectrales: λ_{ROJA} =645nm, λ_{IR} Cercana =859nm, λ_{IR} Onda Corta =1240nm

Hu, C. (2009). A novel ocean color index to detect floating algae in the global oceans. Remote Sensing of Environment, 113, 2118–2129.



Alternate Floating Algae Index (AFAI) - Índice de Algas Flotantes Alternativo



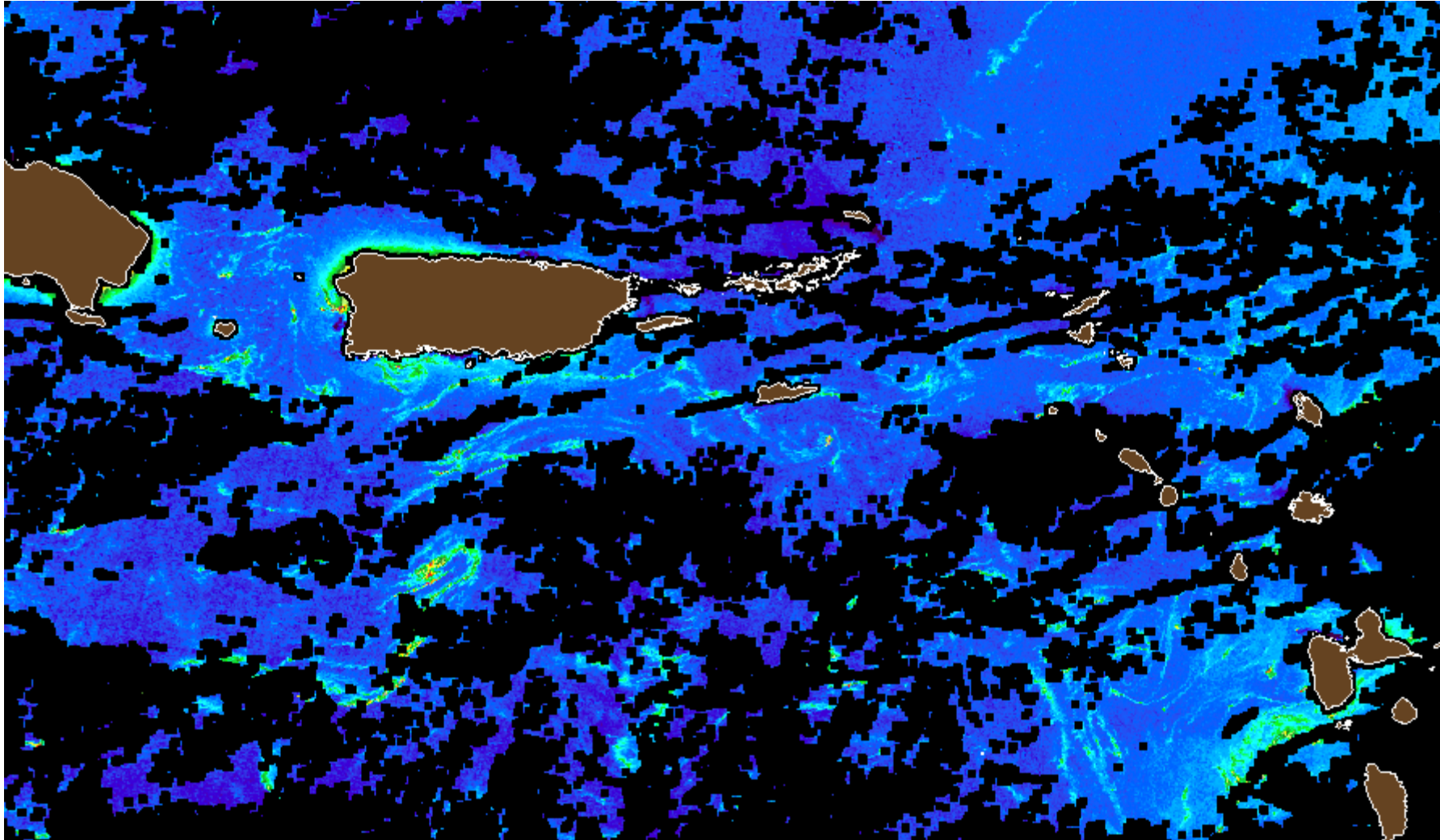
Adaptado de Wang y Hu 2016

AFAI- Bandas Espectrales: (λ ROJA =667nm, λ IR Cercano =748nm, λ IR Onda Corta =869nm)

Wang, M y Hu, C. Mapping and quantifying Sargassum distribution and coverage in the Central West Atlantic using MODIS observations, Remote Sensing of Environment, Volumen 183, 2016, Páginas 350-367, ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.04.019>.



Alternate Floating Algae Index (AFAI) - Índice de Algas Flotantes Alternativo



4 de mayo de 2022, Cortesía de <https://optics.marine.usf.edu/projects/SaWS.html>



Sargassum Watch System (SaWS) – Sistema de Vigilancia del Sargazo

USF UNIVERSITY OF SOUTH FLORIDA

USF Home | A-Z Index | Directory | myUSF
Marine Science Home | USF St. Pete | Search

College of Marine Science

Optical Oceanography Laboratory

Eastern Caribbean Region & Data Description ? Tips Animate

Jun 2022

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Menu

- Home
- People
- Projects
- Satellite Data Products
- Virtual Buoy Products
- Publications
- Events
- Links
- Contact

MODIST 13:45 GMT OLCI3B 14:05 GMT MODIST 15:25 GMT VIIRS 16:30 GMT **MODISA 16:50 GMT** VIIRS 18:06 GMT MODISA 18:25 GMT

AFAI L3D Information
Get Link Here GE

CHL L3D Information
Get Link Here GE

CI L3D Information
Get Link Here GE

ERGB L3D Information
Get Link Here GE

FLH L3D Information
Get Link Here GE

FRGB L3D Information
Get Link Here GE

NFLH L3D Information
Get Link Here GE

RGB L3D Information
Get Link Here GE

SST L3D Information
Get Link Here GE

This site is compatible with Firefox, Chrome and Safari and has been validated as XHTML 1.0 Strict compliant
Microsoft IE is slow to load. Click here to remove "Slow Script Loading Error" message

Address questions and comments to the Webmaster
Images & Page Design © Optical Oceanography Laboratory

<https://optics.marine.usf.edu/projects/SaWS.html>



Fuentes de Datos Adicionales

- MODIS/VIIRS
 - NASA Ocean Color Web-Navegador Nivel 2
 - Procesados con SEADAS usando L2 gen
 - <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>
- Sentinel-3 OLCI
 - Productos de Nivel 2
 - Procesados con software de procesamiento de SNAP
 - <https://scihub.copernicus.eu/>

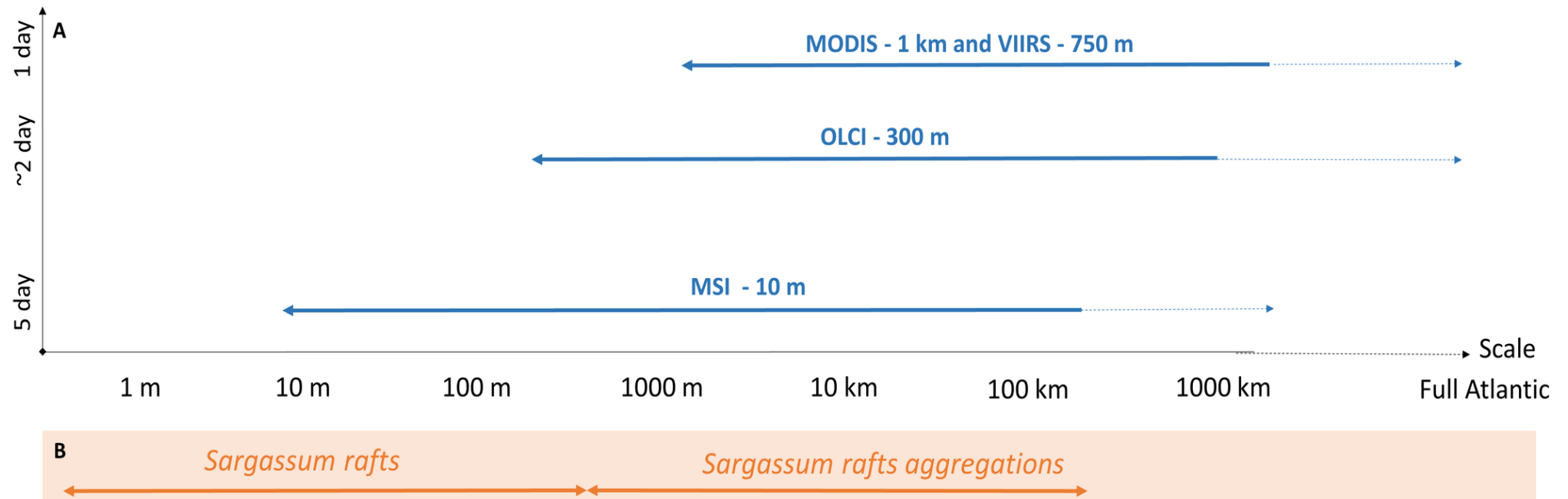


A screenshot of the NASA Ocean Color Web interface. It features a world map with a color scale representing chlorophyll concentration. To the left of the map is a control panel with various checkboxes for data sources (SeaWiFS, MODIS, VIIRS, MERIS, Sentinel-3, OLCI, OCTS, HICO, COCI, CZCS, SeaWiFS L2 gen) and a radius selection menu. To the right of the map is a search and region selection area with a dropdown menu for regions and a "Find swaths" button. Below the map is a data table with columns for year, month, and day, and rows for each day of the month. The table shows data for the year 2002, with columns for each month from January to December. The data is presented in a grid format with colored cells representing different data values.



Limitaciones para la Detección de Sargazo

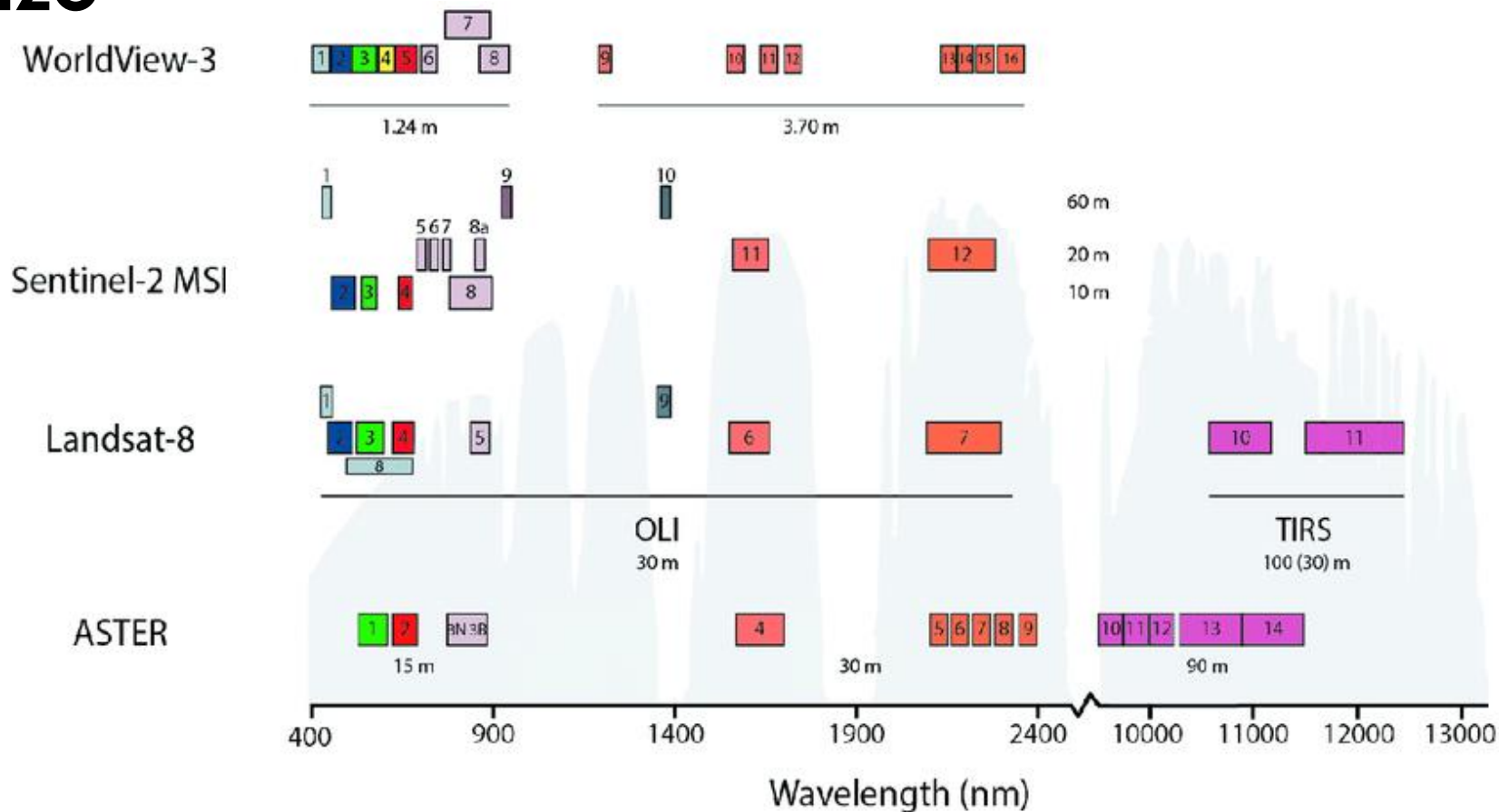
Temporal Resolution



Ody, A.; Thibaut, T.; Berline, L.; Changeux, T.; André, J.-M.; Chevalier, C.; Blanfuné, A.; Blanchot, J.; Ruitton, S.; Stiger-Pouvreau, V.; et al. From In Situ to Satellite Observations of Pelagic Sargassum Distribution and Aggregation in the Tropical North Atlantic Ocean. PLoS ONE 2019, 14, e0222584.



Sensores de Alta Resolución para la Detección de Sargazo



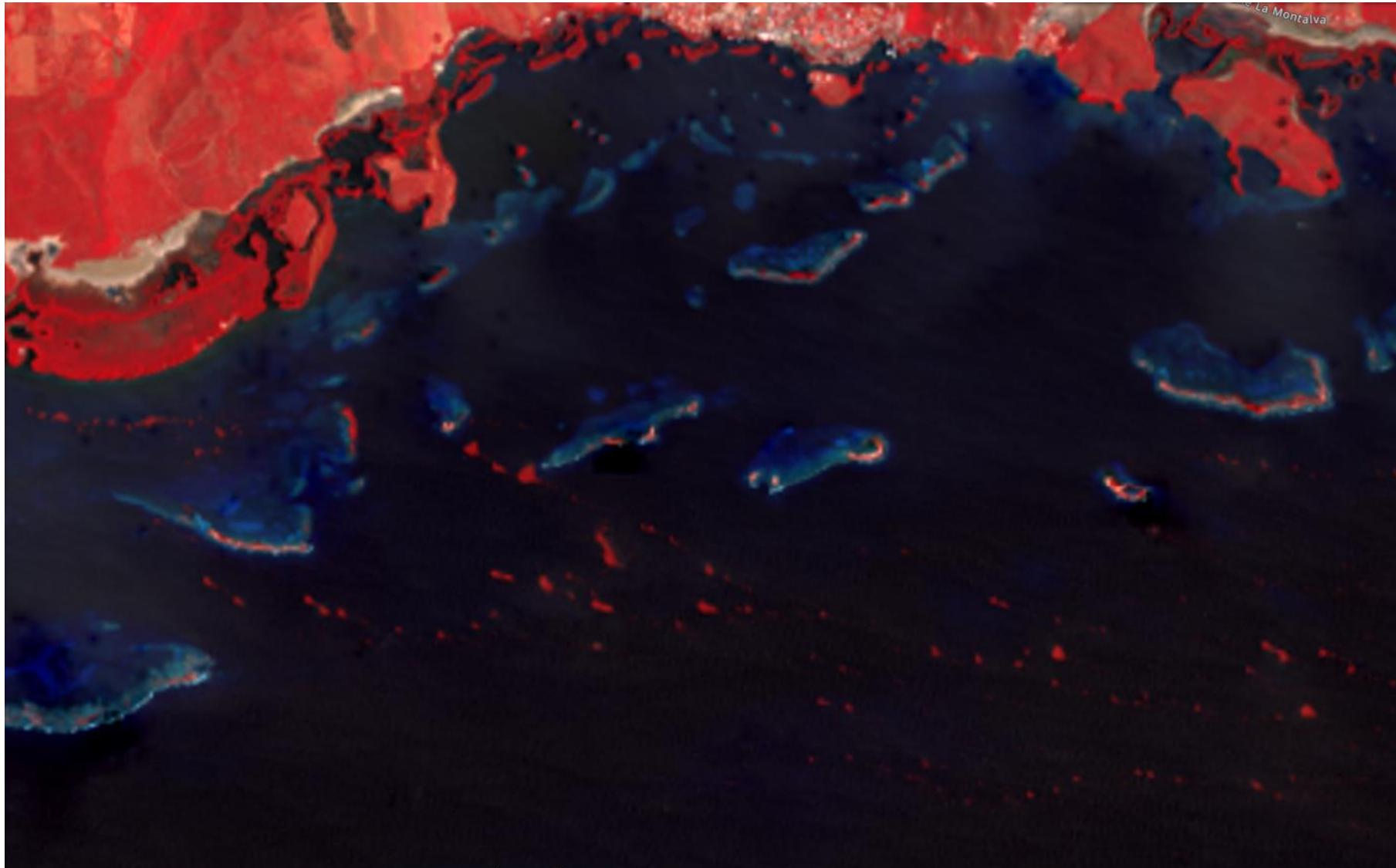
Cardoso-Fernandes, Joana Teodoro, A.Lima, A. Perrotta, Mônica Roda-Robles, Encarnacion. 2020. Detecting Lithium (Li) Mineralizations from Space: Current Research and Future Perspectives. Vol- 10.- 10.3390app10051785 Applied Sciences.



Landsat 8 (30m) Color Real, La Parguera, Puerto Rico



Landsat 8 (30m) Color Falso, La Parguera, Puerto Rico



Sentinel 2 MSI (10m) FAI, La Parguera, Puerto Rico

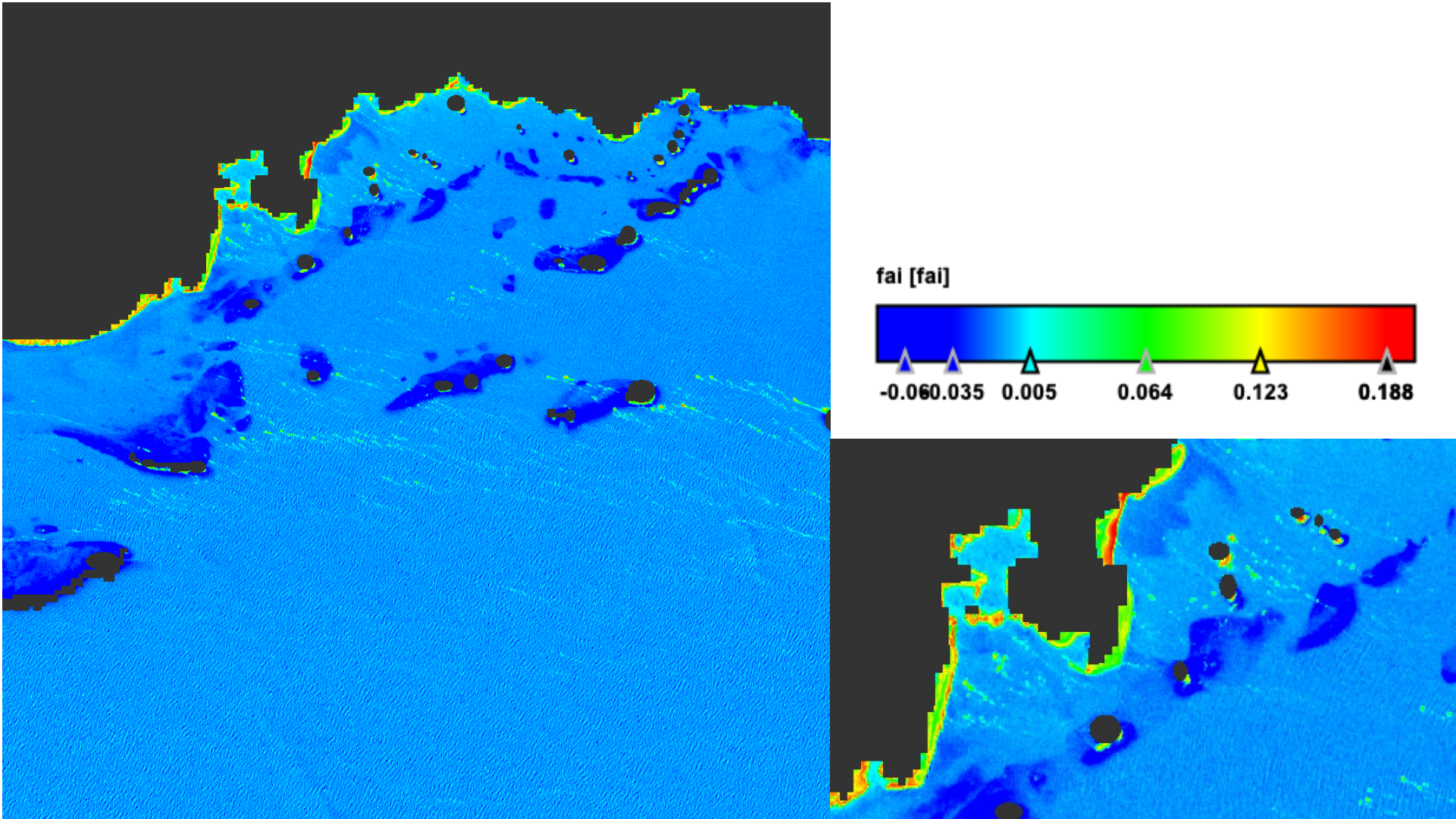


Image Credit: Jennifer Perez UPRM



Sensores de Resolución Muy Alta para la Detección de Sargazo

Beneficiados del programa NASA Commercial Smallsat Data Acquisition (CSDA)

- Acceso a datos de PlanetScope (1-3m)
 - Multiespectrales (Superdove)
- Datos de Maxar/Digital Globe (WorldView 1-4) (0.33-2m).
 - Multiespectrales
- Excelentes para estudios de detección de cambios (impactos del sargazo)



Harrison T. N. et al. (2017) AGU Fall Meeting 2017, P43C-2297. [2]
Planet Team (2017) Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>.



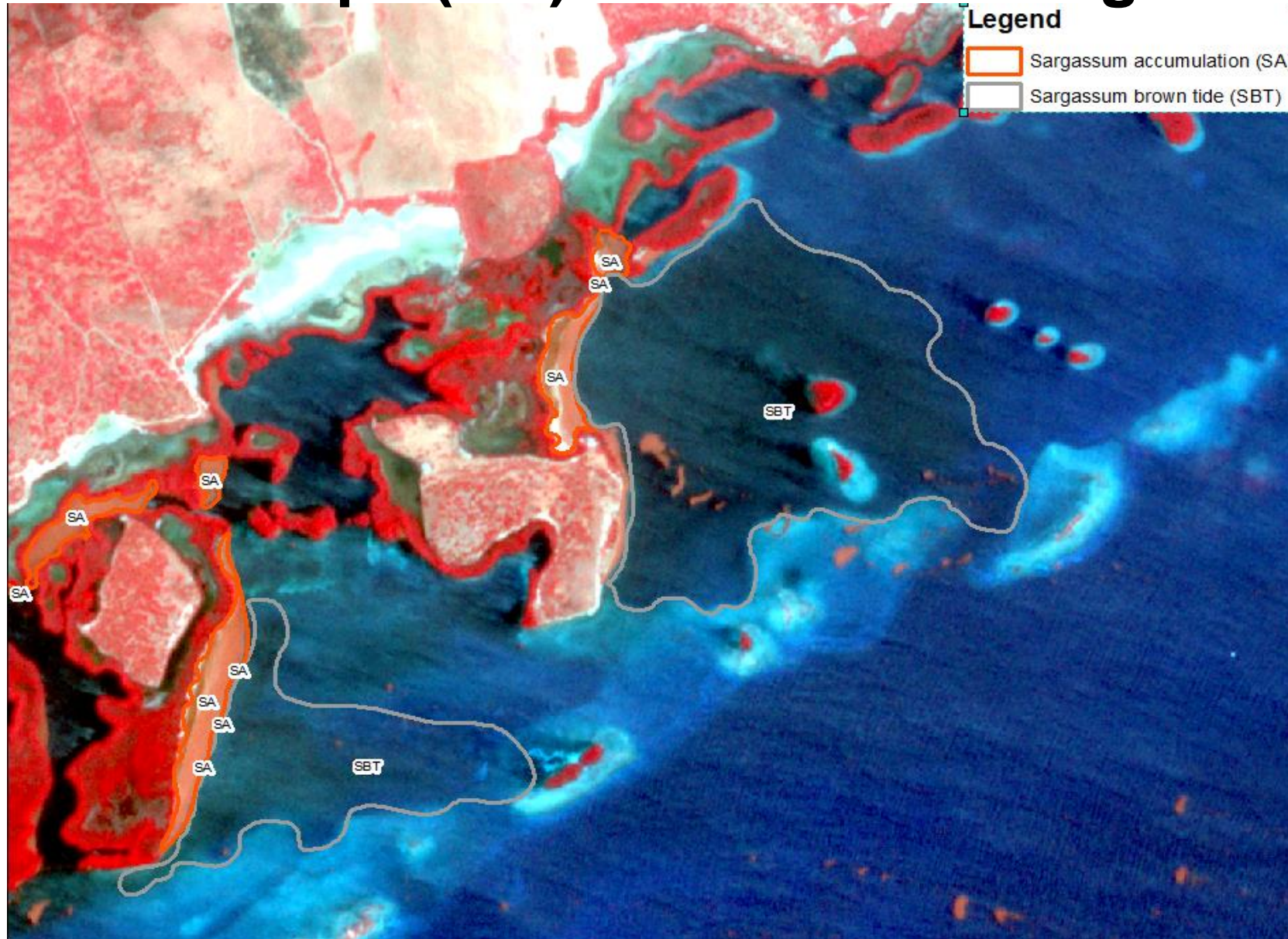
Imagen Planet Scope (3m) en Color Real



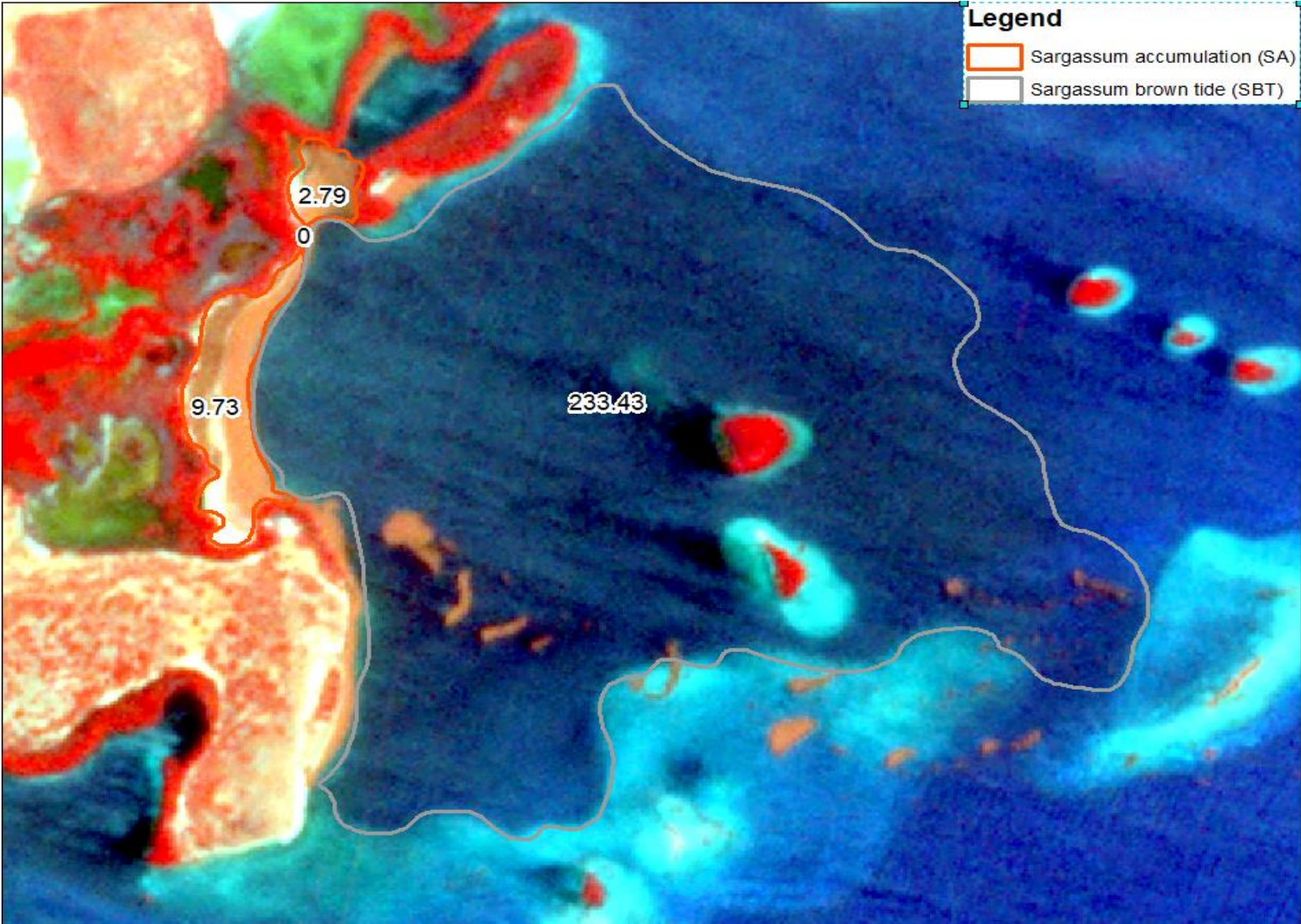
Imagen Planet Scope (3m) en Color Real



Imagen Planet Scope (3m) en Color Real Digitalizada



Área de una Imagen de Planet Scope (3m) en Acres*



* 1 acre = 0,4 ha



Imagen de WorldView 3 (0.33m) en Color Real



© 2022 Maxar
NextView License



Imagen de WorldView 3 (0.33m) en Color Falso

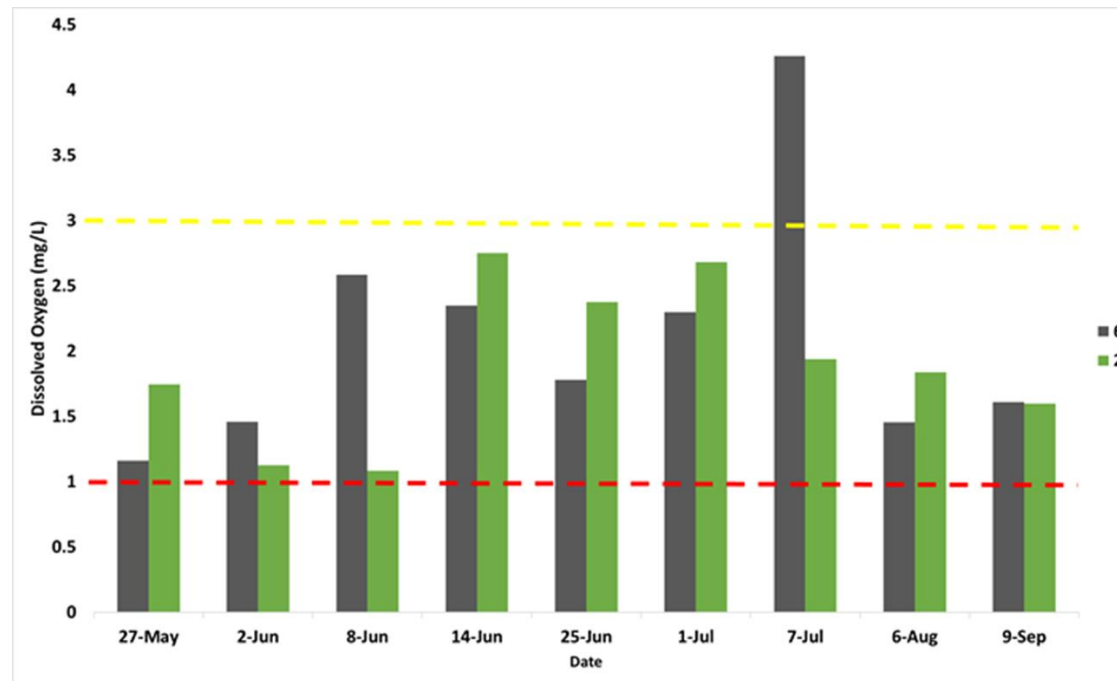


© 2022 Maxar
NextView License



Observaciones de Campo sobre el Sargazo

- Impactos para la Calidad del Agua:
 - pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y perfiles de turbiedad
- Mortandad de peces y fauna marina



Observaciones de Campo sobre el Sargazo

- Ubicación, nivel de acumulación, presencia de tortugas marinas, desechos etc.
- Aplicación ArcGIS Survey 123 App vía teléfonos inteligentes
- Recolección de fotos y geolocalización



Estación 2

Estación 6



27 de mayo de 2021

27 de mayo de 2021



Palmas del Mar, Humacao



8 de junio de 2021

8 de junio de 2021



Impacto del Parcho Grande de Sargazo en el Campo de Luz Submarino



Profundidad (m)	PAR Agua azul	PAR con sargazo
1	1203	0.1
2	902	0
3	760	0
4	603	0.2
5	572	0.3
6	464	0.3
7	401	0.3
8	342	1.8
9	297	2.7
10	272	0.9

Radiómetro Sumergible de Luz Solar
Atenuación PAR
(K_d_{PAR})
($\text{quanta} * \text{m}^2 * \text{s}^{-1}$)



Cámaras Remotas para Monitorear el Sargazo

- Registran observaciones de sargazo
- Estiman la acumulación de sargazo.
- Validación de observaciones de sargazo de imágenes satelitales



Cámaras Remotas para Monitorear el Sargazo



Isla Guayacán La Parguera, PR



CORE Cam0A

70°F 21°C



04/28/2022 07:00:01



Observaciones de Drones



Observaciones de Drones

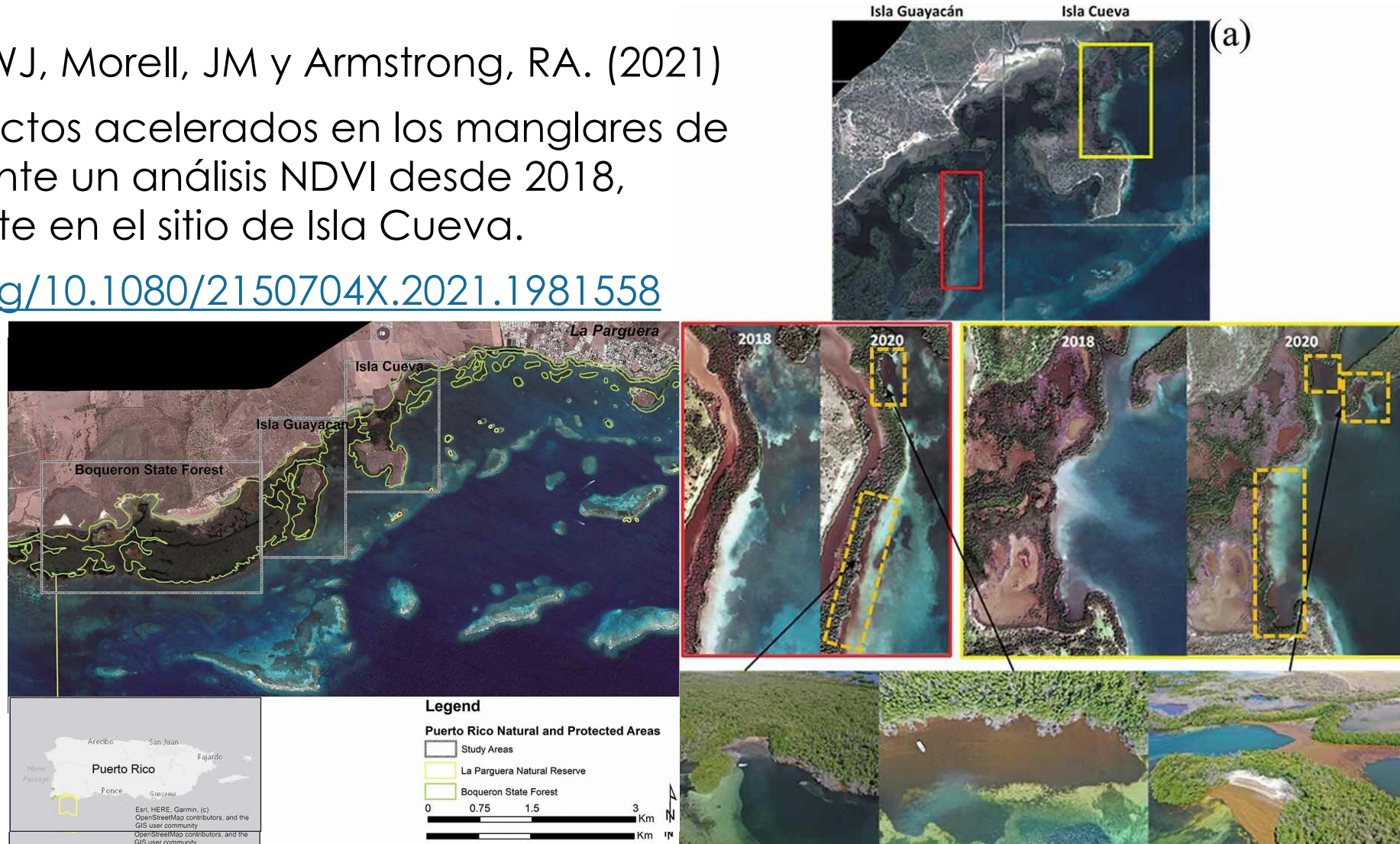


Observaciones de Drones



Uso de Imágenes Satelitales de Alta Resolución para Evaluar el Impacto de las Inundaciones de Sargazo en Áreas Costeras

- Hernández, WJ, Morell, JM y Armstrong, RA. (2021)
- Sugiere impactos acelerados en los manglares de franja mediante un análisis NDVI desde 2018, especialmente en el sitio de Isla Cueva.
- <https://doi.org/10.1080/2150704X.2021.1981558>



Para Concluir

- El sargazo es un ecosistema esencial en el mar abierto, pero estas nuevas inundaciones de sargazo están afectando negativamente los recursos y ecosistemas costeros.
- Las herramientas de teledetección se pueden utilizar para observar, detectar y analizar el sargazo mediante combinaciones de bandas y algoritmos.
- La combinación de imágenes de teledetección a múltiples escalas con observaciones de campo puede proporcionar una mejor comprensión del efecto agudo y crónico de los impactos del sargazo en los ecosistemas costeros.



Contactos

- Contactos de ARSET
 - Amber McCullum: AmberJean.Mccullum@nasa.gov
 - Juan Torres-Pérez: juan.l.torresperez@nasa.gov
- Página de ARSET:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/capacity-building/arset>

Consulte nuestros programas hermanos:



Síguenos en Twitter
[@NASAARSET](https://twitter.com/NASAARSET)





¡Gracias!

