

## Distribución espacial y temporal de los arribos de sargazos en Cuba

### Spatial and temporal distribution of sargassum arrivals to Cuba



<https://cu-id.com/2377/v31n3e08>

✉ Amanda Menchaca Rodríguez\*, ✉ Javier Bolufé Torres, ✉ Rosemary López Lee, ✉ Alejandro Rodríguez Pupo

Centro de Contaminación y Química de la Atmósfera, Instituto de Meteorología, Cuba. E-mail: [javier.bolufe@insmet.cu](mailto:javier.bolufe@insmet.cu), [rosemary.lopez@insmet.cu](mailto:rosemary.lopez@insmet.cu), [arguezpupo@gmail.com](mailto:arguezpupo@gmail.com)

**RESUMEN:** Los depósitos de sargazos constituyen una gran problemática para las comunidades costeras debido al impacto negativo en actividades económicas como las industrias del turismo y la pesca. Se reportan efectos desfavorables en la erosión de las playas, la eclosión de tortugas marinas y la muerte de pastos marinos. También presenta un gran impacto en la salud humana al arribar a las costas y acumularse en grandes cantidades. Se determinaron las zonas de mayor arribo de sargazos a escala espacial y temporal, se una selección y organización de los datos de arribos de sargazos de la red de monitoreo del Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana. Viéndose un mayor número de arribos de sargazos en la costa sur durante el periodo lluvioso mientras que en la costa norte estos predominan durante el periodo poco lluvioso. La zona con mayores arribos durante el periodo de estudio la ocupó la surooriental y en menor medida la zona suroccidental. Se determinaron las localidades de mayor prioridad para el establecimiento de la red de monitoreo de gases contaminantes provenientes de la descomposición de los sargazos, algunas de estas son el Poblado de Siboney, Manzanillo, Santa Fe, Guanabo y Playa Baracoa.

**Palabras Claves:** sargazos, categorías, distribución.

**ABSTRACT:** Sargassum deposits constitute a major problem for coastal communities due to the negative impact on economic activities such as tourism and fishing industries. Unfavorable effects are reported in beach erosion, the hatching of sea turtles and the death of seagrasses. It also has a great impact on human health when it reaches the coasts and accumulates in large quantities. The areas of greatest arrival of sargassum were determined on a spatial and temporal scale, a selection and organization of data on arrivals of sargassum from the monitoring network of the Marine Research Center of the University of Havana. A greater number of sargassum arrivals is seen on the south coast during the rainy period while on the north coast these predominate during the dry period. The area with the highest arrivals During the study period it was occupied by the southeastern zone and to a lesser extent the southwestern zone. The highest priority locations were determined for the establishment of the network for monitoring polluting gases from the decomposition of sargassum, some of these are the Town of Siboney, Manzanillo, Santa Fe, Guanabo and Playa Baracoa.

**Keywords:** sargasso, categories, distribution.

### INTRODUCCIÓN

El cambio climático en conjunto con otros factores ha provocado un aumento de la proliferación de manto de algas pardas que flotan en las aguas del Océano Atlántico desde el 2011. En el Océano Atlántico habitan dos especies holopelágicas (flotan en cualquier volumen de agua) de *Sargassum* spp: *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*. Históricamente estas centraban su distribución en el Mar de los Sargazos (dentro del giro subtropical del Atlántico Norte) y en la región del norte del Mar Caribe observándose además fuertes afluencias estacionales en el Golfo de México, esporádicamente

se registraban concentraciones menores de estas algas que llegaban a las islas localizadas al este y el oeste del Caribe (González, 2022).

La gigantesca aglomeración de biomasa fluye junto a las corrientes y arriba a las costas de las Islas del Mar Caribe, las costas caribeñas de América Central y México, y en la costa atlántica de los países tropicales de África Occidental (Orozco *et al.*, 2022).

El sargazo comienza la descomposición pasadas las 48 horas de arribo a las costas, liberando gases como el sulfuro de hidrógeno o ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) y el amoníaco ( $NH_3$ ) en concentraciones superiores de 5 partículas por millón (PPM).

\*Autor para la correspondencia: Amanda Menchaca Rodríguez, e-mail: [amandamenchaca61@gmail.com](mailto:amandamenchaca61@gmail.com)

Recibido: 11/12/2024

Aceptado: 16/01/2025

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la realización del estudio.

**Declaraciones de autoría:** Todos los autores contribuyeron al diseño del estudio y la redacción del artículo. Asimismo, todos los autores aprobaron la versión final.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Estos causan dolores de cabeza, irritaciones en los ojos y garganta. La exposición prolongada a estas grandes concentraciones puede afectar de manera considerable los sistemas respiratorios y nerviosos como lo refleja una investigación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) publicada en 2019.

Numerosos autores han reportado la incidencia de este fenómeno para diferentes zonas del Atlántico desde Trinidad hasta República Dominicana, y en la costa oeste de África, así como también informaron de la llegada atípica de estas a la costa sur de Cuba (Torres y Martínez, 2020). Las primeras arribazones documentadas en Cuba ocurrieron en 2012 en la bahía de Cienfuegos afectando los manglares y el delfinario. Con posterioridad comenzaron los registros de grandes arribos en el Parque Nacional de Guanahacabibes (Suárez y Martínez, 2020). En Cuba se han registrado reportes de la presencia de Sargassum en ambas costas y en una gran variedad de puntos de la misma (Arencibia et al., 2020).

El impacto que tienen los grandes arribos de Sargazos sobre diferentes sectores económicos, ecosistemas marinos y terrestres y la salud humana, así como los costos económicos y sociales que representan, refuerzan la necesidad de desarrollar acciones para disminuir el impacto negativo de los mismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio cuyo universo estaba constituido por los reportes diarios de la red de monitoreo de Sargazos operada por el Centro de Investigaciones Marinas (ICM) de la Universidad de La Habana, sobre los arribos de sargazos para diferentes localidades distribuidas por todas las zonas

costeras de Cuba para el periodo de julio de 2021 a junio de 2023. Se realizó la revisión, organización y procesamiento de la información de estos reportes para describir el comportamiento espacial y temporal de los arribos de sargazos a las costas de Cuba según las diferentes categorías de clasificación.

El área de estudio comprendida en esta investigación fueron los 9 distritos ecológicos que comprenden la plataforma marina cubana los cuales contienen características muy distintas unos de otros ([Figura 1](#)).

Para la clasificación de los arribos de sargazos se utilizó la Fase I de la metodología de Suárez y Martínez en 2020 utilizada por la Red de Monitoreo de Sargazos del Instituto de Ciencias del Mar (ICM):

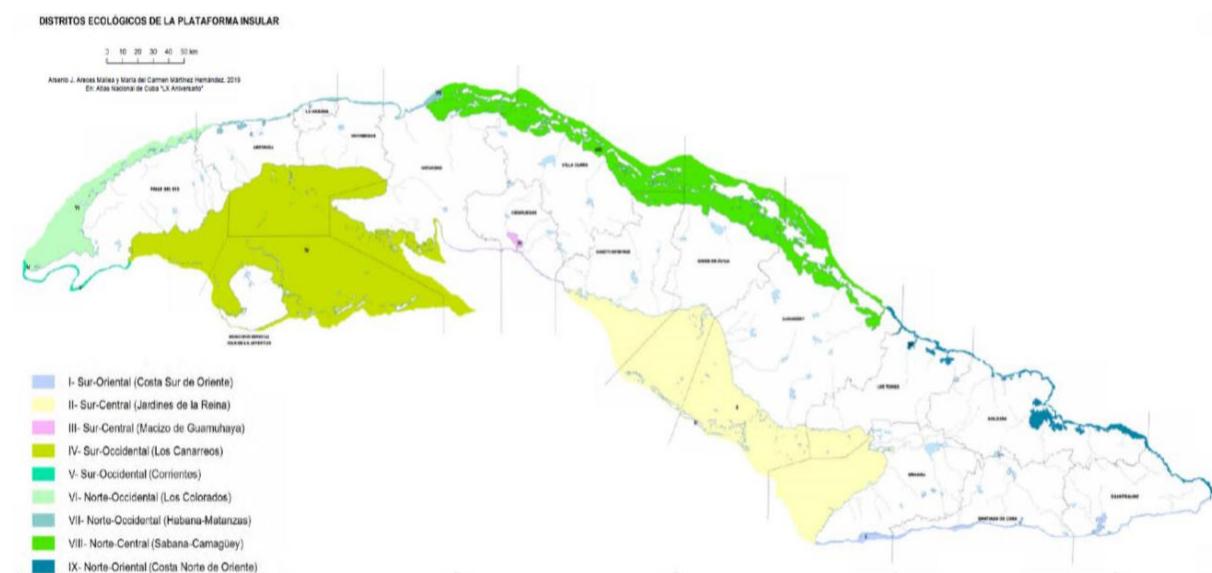
- Fase I: Estimación rápida de la abundancia del sargazo de arribazón.
  - Objetivo: Evaluar, visualmente, la abundancia del sargazo de arribazón, mediante una escala de 4 categorías.

La información fue obtenida a través de colaboradores de las distintas localidades los cuales enviaron fotos y comentarios recopilados de la siguiente manera ([figura 2](#))

Para la clasificación de los arribos se utilizó la metodología de Suárez y Martínez en 2020 ([Tabla 1](#)).

El procesamiento de la información se realizó en una plantilla de Microsoft Excel como la que se muestra a continuación ([Tabla 2](#))

La constancia de la información que se recibió durante el período de estudios fue muy variada en dependencia de la zona. Algunas de las zonas con reportes se incorporaron en última instancia a la red de monitoreo mientras que otras, comenzaron los reportes y luego dejaron de informar ([Tabla 3](#)).



**Figura 1:** Distritos ecológicos en los cuales se encuentra dividida la plataforma marina cubana. Fuente: ([Atlas Nacional de Cuba, 2020](#))

## Información a registrar

- Localidad
- Coordenadas
- Fecha
- Categoría de abundancia (entre 1 y 4)
- Nombre, institución y correo o teléfono de quien reporta
- Observaciones (basura, peces u otros organismos muertos, si hay manchas de sargazo en el mar)
- Fotografías de la zona costera y del sargazo

**Figura 2.** Información a registrar para la obtención de datos.

**Tabla 1.** Clasificación de las categorías de arribos. Fuente: Suarez y Martínez 2020.

Nº	Acumulación. Agua costera Olores.	Ejemplo
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay o es muy pequeña la cantidad sobre la playa. Color del agua sin cambios.</li> <li>• Sin olor de descomposición</li> </ul>	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca acumulación.</li> <li>• Color del agua sin cambios.</li> <li>• Sin olor de descomposición.</li> </ul>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arribo moderado de sargazo en la costa, que provoca una acumulación moderada en la playa. Color del agua Amarillento a marrón claro (pardo o carmelita).</li> <li>• Sin olor de descomposición</li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesivo arribazón de sargazo a la costa que causa una cantidad masiva en las playas.</li> <li>• Forma montículos en la costa.</li> <li>• Marrón (pardo o carmelita).</li> <li>• Olor fuerte a descomposición.</li> </ul>	

**Tabla 2.** Procesamiento de la información.

ID	ID_cons	Zonas con reportes	Localidades con reportes	Municipio	Provincia
I.1	1	Maisí	Amarradero de Maisí La Pluma Punta de Quemados Faro de Maisí	Maisí	Guantánamo
I.2	2	Municipio de Santiago de Cuba	Playa Siboney Bahía de Santiago de Cuba	Santiago de Cuba	Santiago de Cuba
I.3	3	Cabo Cruz	Cabo Cruz	Niquero	Granma
II.1	4	Jardines de la Reina	Jardines de la Reina	Júcaro	Ciego de Ávila
III.1	5	Cienfuegos	Playa Rancho Luna Bahía de Cienfuegos	Cienfuegos	Cienfuegos

**Tabla 3.** Periodo de funcionamiento de la Red de Monitoreo de Sargazos del ICM.

ID	Zonas con reportes	Períodos de Reportes			
		2do Semestre 2021	1er Semestre 2022	2do Semestre 2022	1er Semestre 2023
I.1	Maisí				
I.2	Municipio de Santiago de Cuba				
I.3	Cabo Cruz				
II.1	Jardines de la Reina				
III.1	Cienfuegos				
IV.1	Ciénaga de Zapata				
IV.2	Cayo largo del Sur				
IV.3	Costa sur de la Isla de la Juventud				
IV.4	Cayos de San Felipe				
V.1	Sur de la Península de Gáñahacabibes				
VI.1	Archipiélago de los Colorados				
VII.1	La Habana y Costa Norte de Artemisa				
VII.2	Varadero				
VIII.1	Cayería Norte de Villa clara				
VIII.2	Jardines del rey				
VIII.3	Santa Lucía				
IX.1	Playa Guardalavaca				
IX.2	Baracoa-Moa				
	Registro de arribos				
	Sin Registro				

La metodología que se utilizó para esta evaluación se basó en una serie de parámetros que cumplieron cada estas localidades, para seleccionar las de prioridad para el establecimiento de la red de monitoreo de gases resultantes de la descomposición de los sargazos (Sargcoop,2023).

1. Cantidad de algas: Esta información fue obtenida a través de la metodología de la clasificación de los arribos de sargazo mencionada anteriormente.
2. Concentraciones medidas de H2S y NH3: Estos datos no fueron obtenidos a tiempo para la realización de la investigación.
3. Cantidad de población en las proximidades de los varaderos: No hay población. Poca población. Población moderada. Mucha población.
4. Presencia de personas vulnerables o sensibles (escuelas, hospital).
5. Los parámetros 3 y 4 se realizaron mediante la clasificación visual de los mapas y ajustando las estimaciones con los datos de los anuarios estadísticos municipales de Cuba (ONEI,2023).
6. Distancia de las primeras viviendas a la orilla
7. Frecuencia y facilidad de recogida

Estos dos últimos también fueron obtenidos con una clasificación visual de los mapas y entrevistas realizadas a los reporteros voluntarios.

Se incorporó un nuevo parámetro teniendo en cuenta el nivel de afectación de estas localidades de condiciones atmosféricas propicias para el arribo de sargazos. Los datos de la densidad fueron tomados a nivel municipal debido a la imposibilidad de recopilar la información a nivel local por lo que es necesario ajustar estos valores en las localidades de prioridad alta para.

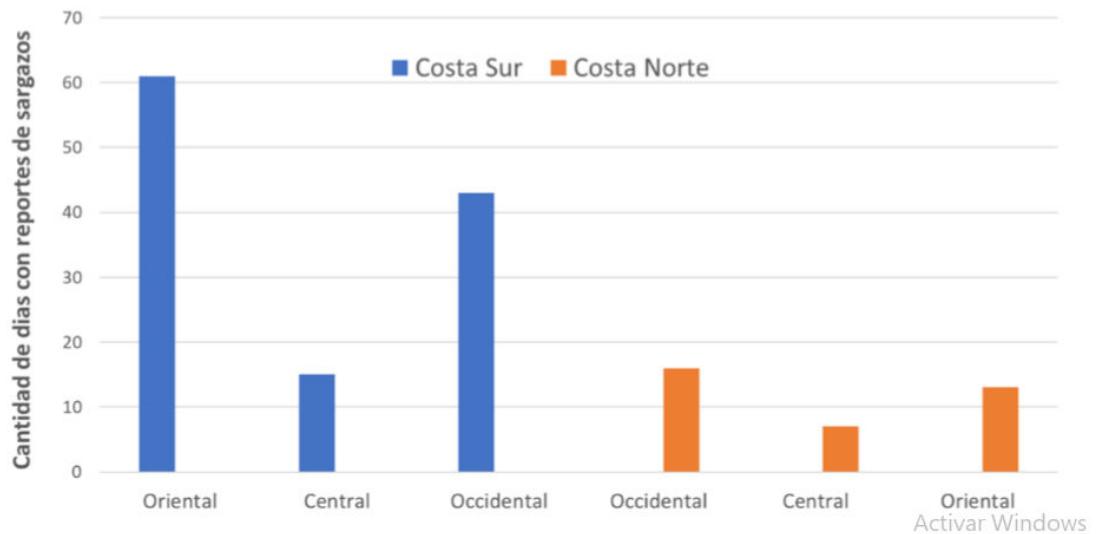
Fueron incorporadas nuevas localidades que no formaron parte de la red de monitoreo para esta investigación. Estos fueron elegidas debidos a la cercanía que presentan con algunas de las zonas de arribos y también por tener una gran densidad poblacional que puede ser afectada por los grandes arribos de sargazos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Distribución espacial de los arribos de sargazos a las costas del archipiélago cubano

Se muestra un predominio de los arribos por la costa sur en especial por las zonas suroriental y suroccidental y en mucha menor medida por la zona central (Figura 3.1). Respecto a la costa norte, la zona de mayor predominio es la occidental, con un número de reportes relativamente alto para el poco tiempo de monitoreo en esta región.

La posición de la costa suroriental posibilita una mayor exposición al impacto de los sargazos provenientes del GASB. La corriente del Caribe,



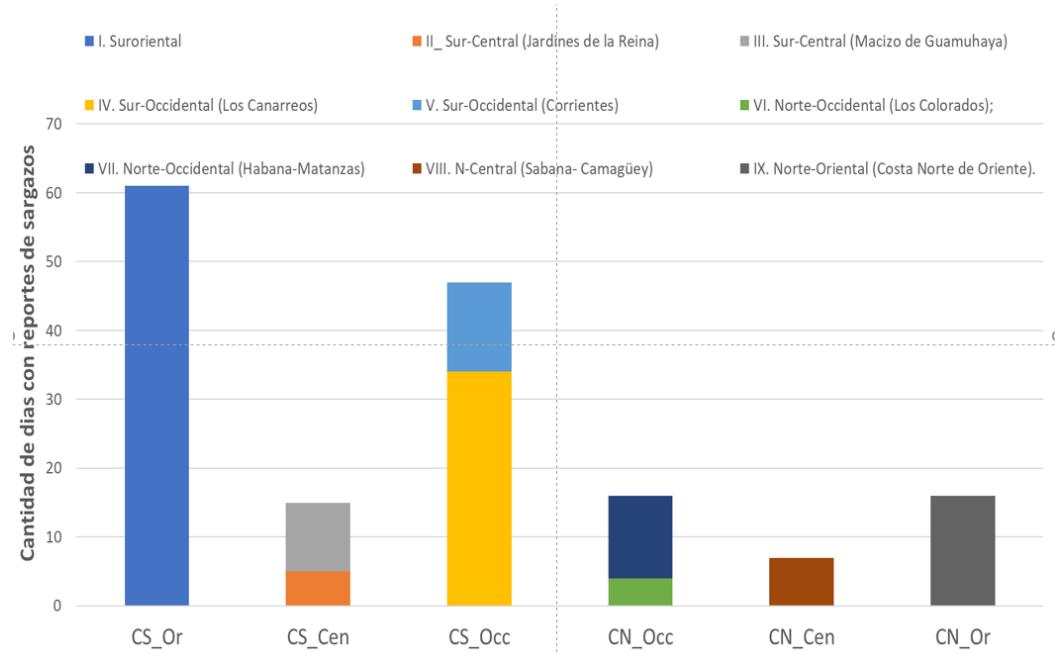
**Figura 3:** Distribución espacial por costas de los arribos de sargazos.

rama de la corriente subecuatorial, que afecta esta zona se caracteriza por la presencia de aguas cálidas, factor que favorece la reproducción de estas algas. Esta corriente es mucho más intensa durante los meses del periodo lluvioso lo cual facilita el transporte de los parches de macroalgas (Carracedo et al., 2019).

Al analizar la distribución espacial por distritos ecológicos se aprecia que, además del distrito ecológico I Suroriental que coincide con la zona costera Sur Oriental, el número de arribos registrados en el distrito IV. Sur-Occidental (Los Canarreos) es muy superior al resto de los distritos ecológicos y por tanto constituye el predominante en la zona costera Sur Occidental con valores superiores al distrito V. Sur-Occidental (Corrientes) (Figura 4).

Este distrito fue afectado con gran frecuencia por la trayectoria de ciclones tropicales incluyendo huracanes durante la temporada ciclónica. También se registró la presencia de otros fenómenos meteorológicos que pueden variar durante un día o varios días seguidos de forma notable. Uno de estos fenómenos que se presentan en la zona con regularidad son los vientos de región sur que a veces son muy fuertes y pueden provocar grandes arribos de sargazos en esta costa (Servicio Hidrográfico y Geodésico de la República de Cuba, 2005).

En la zona costera sur central predominan los arribos por el distrito III Sur Central (Macizo de Guamuhyaya) específicamente por la playa de Rancho Luna en Cienfuegos.



**Figura 4:** Distribución espacial por distritos ecológicos.

La distribución espacial de los arribos de sargazos por las áreas que comprenden los diferentes distritos y zonas costeras mencionados anteriormente.

En el distrito I coincidente con la costa suroriental, predominan los arribos por el municipio de Maisí con numerosos reportes por las localidades de Amarradero de Maisí, La Pluma, Punta de Quemados y Faro de Maisí. En este distrito se destaca el municipio de Santiago de Cuba con el mayor número de reportes en Playa Siboney alcanzando en ocasiones la bahía de Santiago de Cuba. Estas dos áreas reportaron los mayores valores de todas las áreas del país. El área de Cabo Cruz reporta la menor cantidad de arribos de este distrito, pero con valores superiores a muchas áreas del resto de país.

En el tramo costero Sur - Occidental predominaron los arribos por las zonas de la Ciénaga de Zapata, la costa sur de la Isla de la Juventud y el Sur de la Península de Guanahacabibes.

En la costa norte en general las zonas de La Habana y Costa Norte de Artemisa y Baracoa-Moa registraron los mayores arribos con valores muy superiores

al resto. Es importante destacar que los registros en La Habana y Costa Norte de Artemisa empezaron en el último año del periodo de estudio lo que evidencia la importancia de esta área ya evidenciada en estudios anteriores.

La distribución de las categorías de los arribos (Figura 6) se destacan las zonas costeras suroriental y suroccidental con el 66% de los casos incluidos en las categorías 3 o 4 lo que refleja que estas zonas no se caracterizan solo por una mayor cantidad de arribos, sino también por la gran magnitud de los mismos. El resto de las zonas costeras presentan valores aproximados entre 30% y 45% excepto la Costa Norte Central en la cual no se registran arribos de gran importancia.

Es necesario destacar que estos resultados son preliminares debido a varias deficiencias de la red de monitoreo como el desigual periodo de reportes o el cambio de las localidades. Otros factores como el no reporte de las categorías de menor magnitud o solamente el reporte del mayor arribo aumentan los sesgos de los resultados.

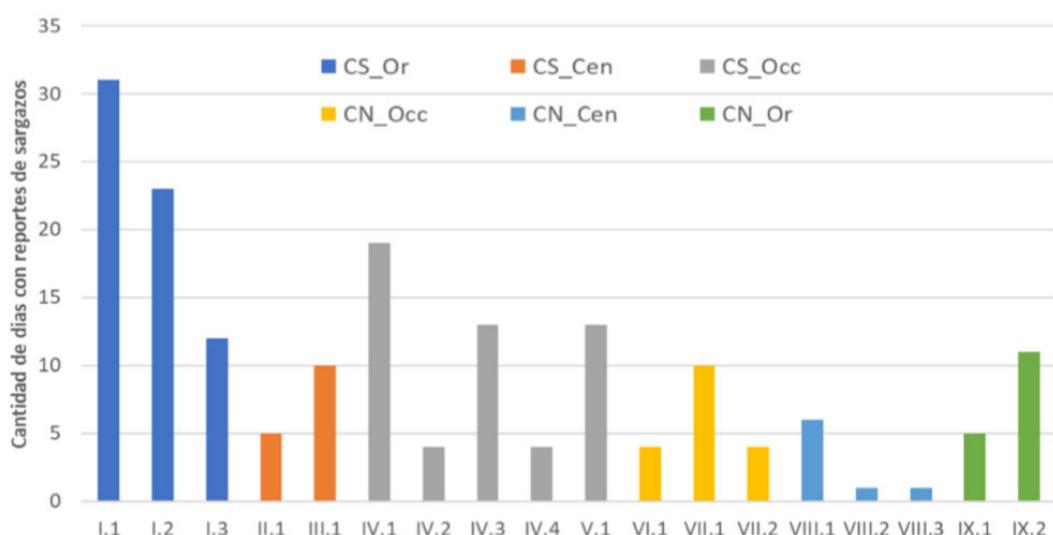


Figura 5. Distribución espacial por zonas con reporte.

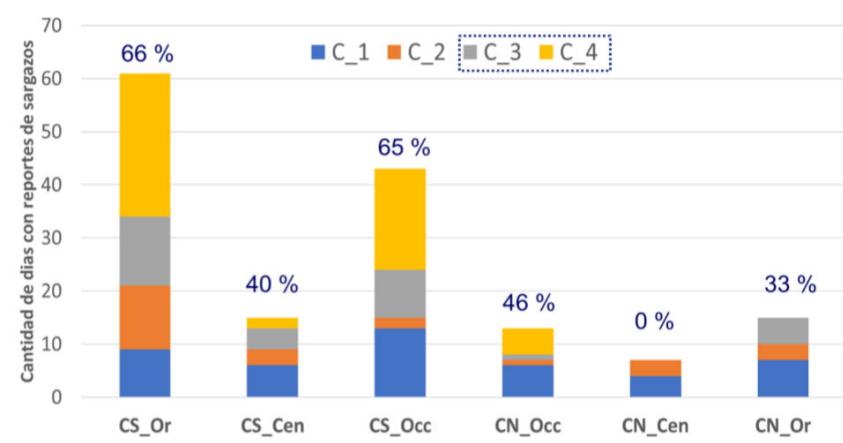


Figura 6. Distribución espacial por categorías de arribos.

## Distribución temporal de los arribos de sargazos a las costas del archipiélago cubano

Al analizar la marcha anual de los arribos de sargazos por costas, se apreció una marcada estacionalidad ya que, en la costa sur predominaron los arribos durante los meses de abril a septiembre, coincidiendo en gran medida con los meses de verano o del periodo lluvioso de mayo a octubre.

Estos meses se caracterizan por la influencia bien marcada del Anticiclón subtropical (TSS 1 y 2), débil gradiente bárico y gran parte de la temporada ciclónica (Figura 7). La costa norte se caracteriza por el predominio de los arribos durante los meses del periodo poco lluvioso con mayor influencia continental y sistemas sinópticos como los frentes fríos y bajas extratropicales que imponen vientos de componente norte, los cuales influyen de manera muy significativa en los arribos en esta zona (Torres y Martínez, 2020).

Aquí vemos los reportes por zonas costeras de la costa sur evidenciándose el predominio de la costa sur oriental en especial durante los meses de mayor predominio de las condiciones de verano.

La costa norte presenta los mayores reportes durante los meses de enero y el bimestre marzo-abril con un mayor aporte en estos últimos meses de los registros de la costa norte occidental. Debido a la corta extensión de la serie, estos resultados son muy preliminares al estar condicionados a la variabilidad climática de los años en estudio (Figura 8 a y 8 b).

En las Figuras 9a y 9b podemos ver la distribución diaria de los arribos de sargazos en la costa sur y norte respectivamente, a partir del número de áreas que reportan arribos. Se aprecia una marcada estacionalidad ya que en la costa sur predominan las mayores secuencias de días con arribos (consecutivos o no) durante el periodo lluvioso mientras que en la costa norte se registran durante el periodo poco lluvioso.

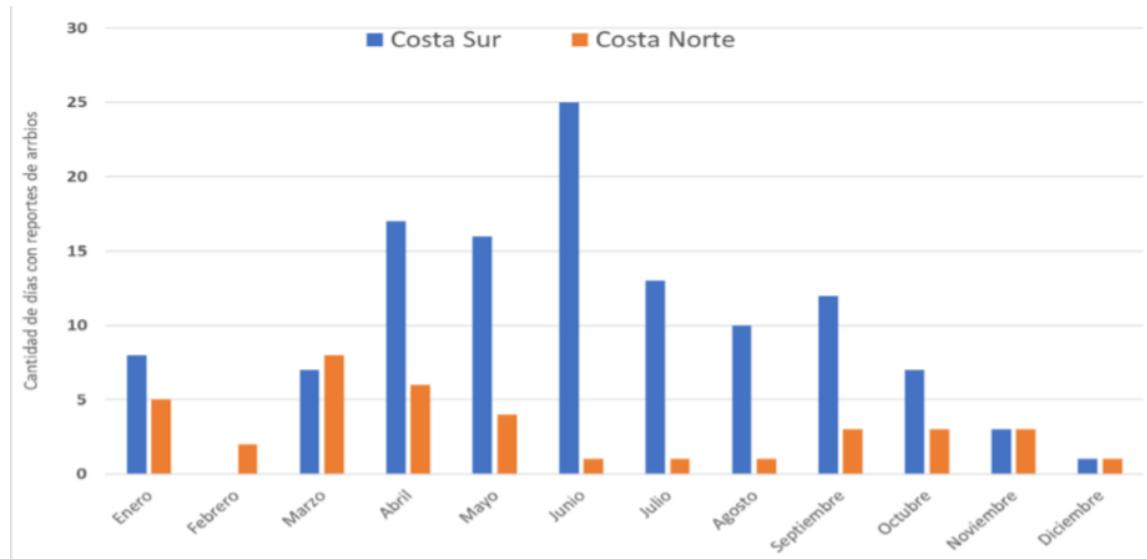


Figura 7. Distribución mensual de los arribos de sargazos por costas.

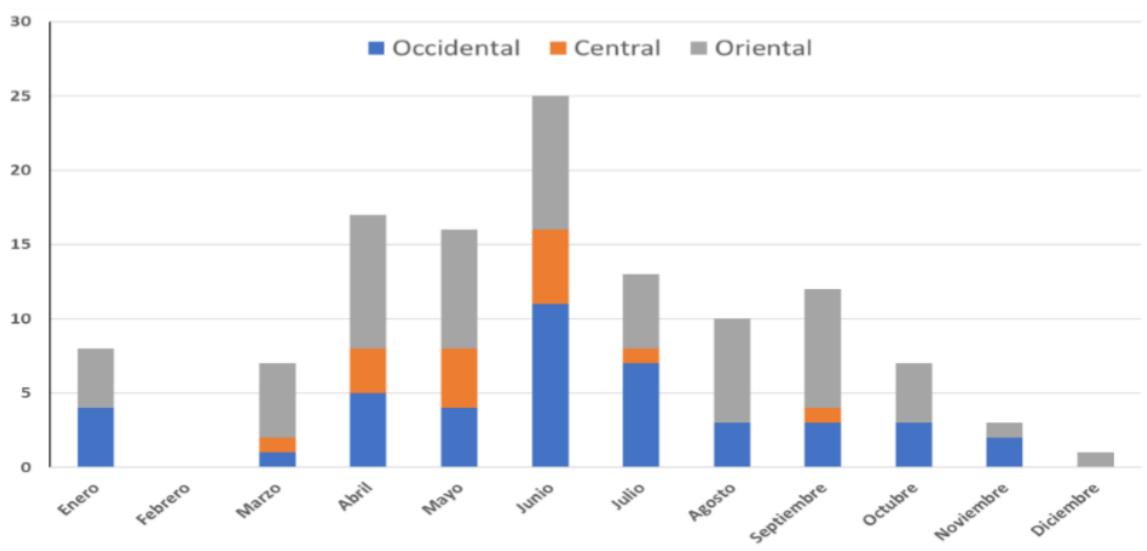
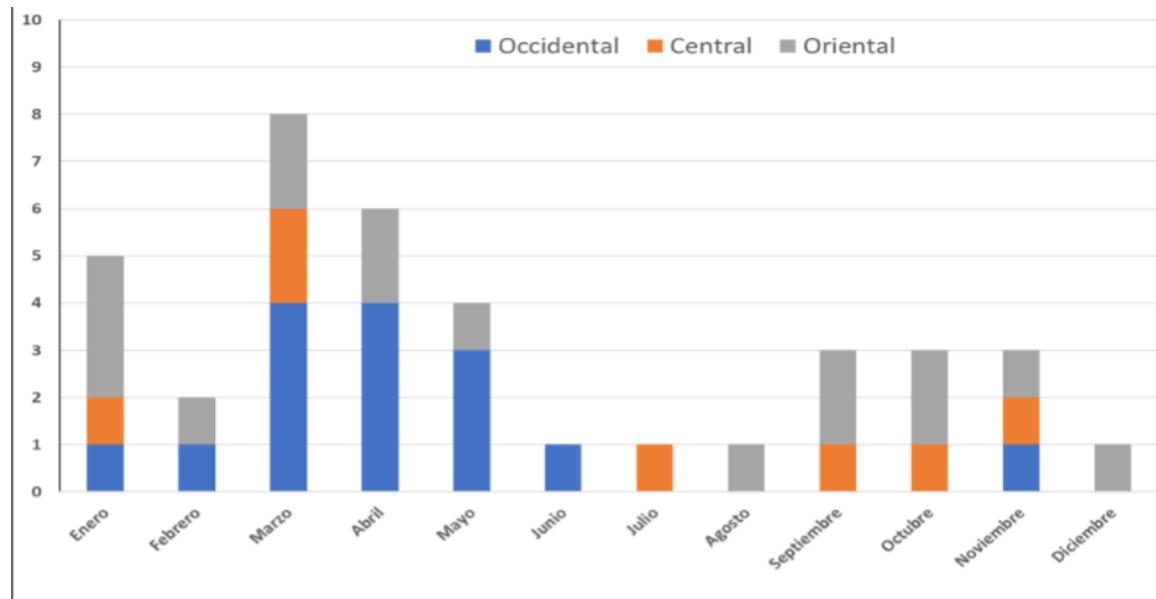
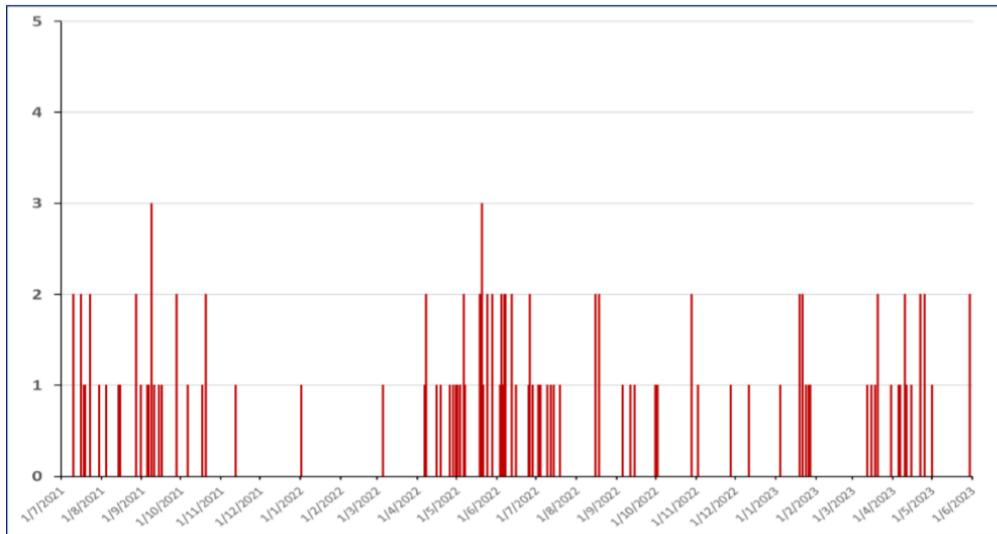


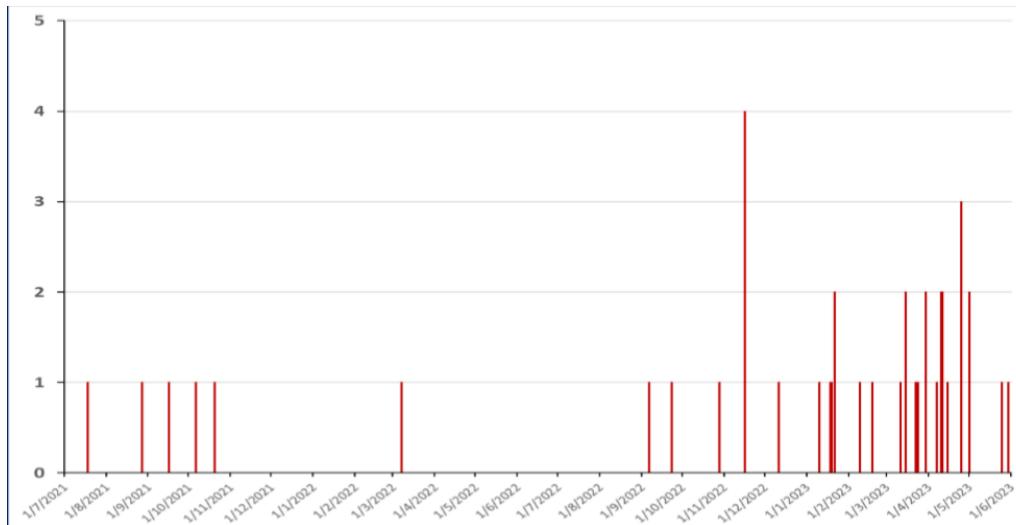
Figura 8a. Marcha anual de arribos de sargazos por zonas de la costa sur.



**Figura 8b.** Marcha anual de arribos de sargazos por zonas de la costa norte



**Figura 9a.** Cantidad de áreas con reportes diarios de sargazos para la costa sur.



**Figura 9b.** Cantidad de áreas con reportes diarios de sargazos para la costa norte.

Este comportamiento refleja que los arribos de sargazos ocurren bajo la acción combinada de varios factores como los TSS predominantes en días previos y el comportamiento de variables como la dirección y velocidad del viento en las localidades.

#### Determinación de las localidades de mayor prioridad para el monitoreo de gases contaminantes producto de la descomposición de sargazos

##### Región Oriental

La región oriental la zona de mayor prioridad para el establecimiento de la red de monitoreo fue El Poblado de Siboney. Esta área cumple con los parámetros establecidos: gran densidad poblacional y distancia muy pequeña de la costa la población.

Presenta una gran densidad poblacional que pueda ser afectada por la descomposición de los sargazos, ya que se encuentra a muy corta distancia de la zona de encallamiento al igual que en esta zona se observaron grandes arribos durante el periodo de estudio ([Tabla 5](#)).

Se establecieron como prioridad media Playa Guardalavaca, Baracoa, Moa y Gibara lugares turísticos los cuales presentan una frecuencia de recogida muy persistente por lo cual no hay grandes acumulaciones que puedan afectar las poblaciones que allí habitan o transitan.

Mientras que los de prioridad baja fueron Maisí y Cabo Cruz lugares muy aislados los cuales presentan poblaciones, pero muy alejadas de las grandes concentraciones de sargazos por lo cual no representa un peligro para estas.

##### Región Central

Dio como resultado que las zonas de mayor prioridad en la región central son: Manzanillo, Júcaro y Santa Cruz del Sur.

Como prioridad media tenemos a: Playa Rancho Luna, Playa Ancón, Trinidad y Playa Santa Lucia y de prioridad baja tenemos: Jardines de la Reina, Bahía Cienfuegos, Casilda, Isabela de Sagua, Caibarién.

##### Región Occidental

En la zona más occidental de la isla tenemos numerosas áreas de prioridad alta Playa Baracoa, Santa Fe y Guanabo debido a que contiene muchos habitantes ([tabla 3.7](#)) y se han observado arribos de grandes cantidades en zonas muy cercanas a estas poblaciones.

En la prioridad media colocamos las siguientes zonas: Cayos de San Felipe, Playa larga y Playa Girón.

Cayo Largo del Sur, La Coloma y Varadero.

Y en la prioridad baja tenemos: costa Sur de la Isla de la Juventud.

**Tabla 4.** Zonas para el establecimiento de la red de monitoreo en la región oriental

zona	Costera oriente	Distrito	Zonas (*) No forman parte de la Red de Monitoreo de Sargazos en la actualidad	Localidades	Prioridad
Sur	I. Suroriental		I.I Maisí	Consejo popular Punta de Maisí	baja
			I.2 Municipio de Santiago de Cuba	Poblado de Siboney	alta
			I.3 Cabo cruz	Cabo Cruz	baja
Norte	IX. Norte-Oriental (Costa Norte de Oriente).		IX.1 Playa Guardalavaca	Playa Guardalavaca	media
			IX.2 Baracoa - Moa	Baracoa	alta
			IX. Gibara (*)	Moa	alta
				Gibara	alta

**Tabla 5.** Zonas para el establecimiento de la red de monitoreo en la región central.

zona	Costera centro	Distrito	Zonas (*) No forman parte de la Red de Monitoreo de Sargazos en la actualidad	Localidades	Prioridad
sur	II_ Sur-Central (Jardines de la Reina)		II.1 Jardines de la Reina	Jardines de la Reina	baja
			II (*)	Manzanillo	alta
				Júcaro	alta
norte	III. Sur-Central (Macizo de Guamuhaya)		III.1 Cienfuegos	Santa Cruz del Sur	alta
			III(*)	Playa Rancho Luna	alta
				Bahía Cienfuegos	baja
norte	VIII. N-Central (Sabana- Camagüey)		VIII(*)	Trinidad	alta
				Playa Ancón	baja
				Casilda	baja
				Isabela de Sagua	baja
				Caibarién	baja
				Playa Santa Lucia	baja

Sur de la Península de Guanahacabibes, Cayo Inés de Soto, Puerto Esperanza, Santa Lucia y Bahía Honda.

En las zonas de baja y media prioridad de las 3 regiones se debería establecer redes de monitoreo móvil al igual que un sistema de recogida para evitar las grandes aglomeraciones, debido a que en estas zonas existen muchas especies de animales que se encuentran afectados de cierta manera por este fenómeno.

## CONCLUSIONES

- La costa sur oriental y occidental y en menor medida la costa norte de la región occidental, fueron las zonas de mayor arribo de sargazos a Cuba, incluyendo las categorías más significativas.
- Se apreciaron una marcada estacionalidad del número de arribos de sargazos por costas y regiones, con los mayores arribos a la costa sur durante el periodo lluvioso y a la costa norte occidental durante el periodo poco lluvioso.
- Las localidades de Playa Baracoa en Artemisa y Santa Fe y Guanabo en La Habana, fueron determinadas como de prioridad alta para el monitoreo de los gases contaminantes producto de la descomposición de los sargazos.
- Las localidades determinadas como de prioridad alta se caracterizan por encontrarse ubicadas en el Distrito Ecológico VII Norte-Occidental (Habana-Matanzas), uno de los distritos de mayor arribo de sargazos durante el periodo de estudio, presencia de una población permanente cercana a la línea de costa y baja frecuencia de recogida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berriel, D.(2018). Arribo masivo de sargazo a la laguna de Puerto Morelos: Condiciones de permanencia y dispersión. (Tesis de maestría en ciencias), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Politécnico Nacional Unidad Mérida Departamento de Recursos del Mar. Yucatán, México.
- Cremata L. (2013) Influencia de los Tipos de Situaciones Sinópticas en la deposición total de metales pesados. Caso de estudio. [Tesis de Licenciatura en Meteorología]. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. La Habana. Cuba
- Fidai,Y.A., Dash,J.,Tompkins,E.L.,Tonon,T.(2020).A systematic review of floating and beach landing records of Sargassum beyond the Sargasso Sea. Environmental Research Communications;Bristol Vol.2,lss12,<https://doi:10.1088/2515-7620/abd109>
- Frazier,J.,2014. Advanced prediction of the Intra-American Sargassum season through analysis of the Sargassum Loops System using remote sensing technology. Journal of the American Shore and Beach Preservation Association.Master's thesis, Texas A & M University .Texas ,EEUU.Available electronically from <https://hdl.handle.net/1969.1/153840> .
- Gavio, B., M.N., Rincón-Díaz, A., Santos-Martínez. 2015. Massive quantities of pelagic Sargassum on the shores of San Andres Island, southwestern Caribbean. Bogotá ,Colombia .Acta bio. Colomb. 20(1): 239-241 :<https://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.46109>

**Tabla 6.** Zonas para el establecimiento de la red de monitoreo en la región occidental

zona Costera occidental	Distrito	Zonas (*) No forman parte de la Red de Monitoreo de Sargazos en la actualidad	Localidades	Prioridad
sur	IV. Sur-Occidental (Los Canarreos)	IV.1Playa Larga IV.2 Cayo Largo del Sur IV.3 Costa Sur de la Isla de la Juventud IV.4 Sur del municipio Pinar del Rio	Playa larga y Playa Girón Cayo Largo del Sur Costa Sur de la Isla de la Juventud La Coloma Cayos de San Felipe	baja baja baja media baja
	V. Sur-Occidental (Corrientes)	V.1 Sur de la Península de Guanahacabibes	Sur de la Península de Guanahacabibes	baja
	VI. Norte-Occidental (Los Colorados)	VI Archipiélago de los Colorados	Cayo Inés de Soto Puerto Esperanza Santa Lucia	baja baja baja
	VII. Norte-Occidental (Habana-Matanzas)	VII (*) VII.1 VII.2 Varadero	Bahía Honda Playa Baracoa Santa Fe Guanabo Varadero (Matanzas)	alta alta alta alta

- Gower, J.F.R. y S.A., King. 2011. Distribution of floating Sargassum in the Gulf of Mexico and the Atlantic Ocean mapped using MERIS. International Journal of Remote Sensing. 32(7): 1917-1929.<https://doi.org/10.1080/01431161003639660>
- Gower, J.F.R., C., Hu, G., Borstad, S.A., King. ( 2006). Ocean colour satellites show extensive lines of floating Sargassum in the Gulf of Mexico. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.vol 44(2): 3619-3625, Dec 2006,<https://doi:10.1109/TGRS.2006.882258>
- Huffard, C.L., S. von Thun, A.D. Sherman. 2014. Pelagic Sargassum community change over a 40year period: temporal and spatial variability. Marine Biology.vol. 161 page: 2735-2751
- IGT-GEOCUBA. 2020. Atlas Nacional de Cuba LX Aniversario. Instituto de Geografía Tropical, GEOCUBA Investigación y Consultoría, La Habana. Cuba. Página web: <https://repositorio.geotech.cu/plataforma/>
- Iporac, L.A.R., Hatt, D.C., Bally, N.K., Castro, A., Cardet, E., Mesidor, R., Olszak, S., Duran, A., Burkholder, D.A., Collado-Vides, L. (2022). Community-based monitoring reveals spatiotemporal variation of sargasso inundation levels and morphotype dominance across the Caribbean and South Florida. Aquatic Botany, 182, [doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103546](https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103546).
- Johns, E.M., Lumpkin, R., Putman, N.F., Smith, R.H., Muller, F.E., Rueda,D.,Hu,Ch.,Wang, M. et al. (2020). The establishment of a pelagic Sargassum population in the tropical Atlantic: biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event. Progress in Oceanography. 182: 102269. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102269>
- Lapinel B. (1988) La circulación atmosférica y las características espacio temporales de las lluvias en Cuba. [Tesis presentada en opción al grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Geográficas]. Instituto de Meteorología. La Habana. Cuba.
- Lecha, L.; Paz, L. R. y Lapinel, B. (1994) El Clima de Cuba. Editorial Academia. La Habana, Cuba. 196pp
- Martinez, B., Suárez, A.M. (2020). Las Arribazones de Sargassum Pelágico a las Costas Cubanasy 2012-2019. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute 72, 257259. Moreira . La Habana. Cuba.
- Mendez,M.A.(2004). El Mar de los Sargazos , entre mitos y verdades. Recuperado de <https://wwwgeocities.ws/mdam842002/sargazosmar.html>
- Meraz, E., (2022). Arribazones de sargazo en el caribe mexicano: percepciones y lineamientos de manejo en Puerto Morelos (Tesis de maestría en ciencias), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Politécnico Nacional Unidad Mérida Departamento de Ecología Marina.Yucatán, México.
- Mitrani, I. (2017). METEOROLOGÍA MARINA. La Habana. Cuba: Citmatel
- Olsen, J., N.J., Anderson, M.F., Knudsen. 2012. Variability of The North Atlantic Oscillation over the past 5,200 years. Nature Geosci5, Letters. 5: 808-812. <https://doi.org/10.1038/ngeo1589>
- ONEI (2022) Anuarios Estadísticos Municipales 2022: <https://www.onei.gob.cu>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2019). Posibles efectos sobre la salud causados por el Sargazo. 57.o CONSEJO DIRECTIVO, 71.a SESIÓN DEL COMITÉ REGIONAL DE LA OMS PARA LAS AMÉRICAS. Washington, D.C., Estados Unidos de América.
- Orozco, j.G., Amador, F., Gordillo, A.R., Garcia,T., Alper, H.S., Carrillo, D.(2022).Oportunidades en torno al uso de biomasa de sargazo como precursor de la producción de biogás, bioetanol y biodiesel. Tecnológico de Monterrey y University of Texas at Austin, Mexico y EEUU
- Roig, F., Olivo, O., Del Toro, P., Rodriguez, A., Gelabert, B., García, C. (2022). Perdida de sedimento asociada a la retirada de depósitos de sargassum spp. En las playas del Caribe. Nemus. Revista de l'Ateneu de Natura, (12), 48-63 Recuperado de:<https://bvearmb.do/handle1234...>
- Servicio hidrográfico y geodésico de la República de Cuba. Derrotero de las costas de Cuba región marítima del sur del Golfo de cajones al Cabo de San Antonio y archipiélago de los Canarreos (2005). GEOCUBA y EDIMAR, Agencia de Cartografía Náutica 2005.La Habana, Cuba.
- Torres E.G., Martínez B.,2019 Análisis espaciotemporal y oceanográfico de las arribazones de sargassum pelágico en las playas de este de La Habana, Cuba.
- Tovar, R., Vázquez, S.A. (2023). El mar y las corrientes oceánicas. México. Recuperado de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/marcorriente-sceanograficas/>
- Uribe, A., Guzmán, A., Arreguin, F., Cuevas, E. (2020). El sargazo en el Caribe mexicano, revisión de una historia impensable. Gobernanza y Manejo de las Costa y Mares ante la Incertidumbre; Rivera, E., Azuz, I., Cervantes, O., Espinoza, A., Silva, R., Ortega, A. et al., Eds,743-768 .Universidad Autónoma de Campeche ,México.

Vidal I. (2017) Influencia de condiciones meteorológicas en las inmisiones de contaminantes atmosféricos en dos localidades de La Habana. Tesis en opción al título de Licenciado en Meteorología. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas. La Habana. Cuba

Wang, M., Hu, Ch., BarnesB.B., Mitchun,G., Lapointe,B.E., Montoya , J.P.(2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*,365 (6448) 83-87.  
Wayne, D. 1991. Estadísticas no paramétricas y de libre distribución. En, Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. (pp.503 - 557). México, D.F.: Ed. Simusa.