

## FICHA PÚBLICA DEL PROYECTO: (305292)

APOYADO A TRAVÉS DE LA DIRECCIÓN ADJUNTA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO, VINCULACIÓN E INNOVACIÓN

<b>Título:</b>	Estudios técnicos de caracterización de sargazo orientados a la generación de normatividad asociada a riesgos y a su potencial aprovechamiento productivo”.
<b>Beneficiario:</b>	Secretaria de Marina SEMAR como 1er usuario, pero de manera importante la información es usada por SEMARNAT, Municipios de la costa Este de Quintana Roo
<b>Objetivo general:</b>	Este trabajo tiene como propuesta generar el conocimiento que acompañe la elaboración de un marco jurídico específico al nivel normativo que resulte en una Gestión Integral de sargazo en sus diferentes etapas, recolección, transporte como un bien productivo y su control y disposición como un residuo
<b>Pertinencia:</b> (Descripción de cómo las metas y los objetivos del proyecto abonan a la resolución de las problemáticas nacionales)	<p>El trabajo cubrió los seis objetivos planteados, entregado un informe técnico final que tiene como propuesta generar el conocimiento que acompañe la elaboración de un marco jurídico específico al nivel normativo que resulte en una Gestión Integral de sargazo en sus diferentes etapas, recolección, transporte como un bien productivo y su control y disposición como un residuo.</p> <p>Este diseño tuvo el enfoque de abarcar el problema del sargazo desde la perspectiva de conocer su impacto en las condiciones de costa y terrestre abarcando las condiciones frescas (flotación) y en deterioro o secas (en depósitos) y con ello tener un conocimiento de transecto es decir de flujos externos (entre 6 y 19.7 Km alejados de costa) de los puntos de contención, Antes y después de Barrera (Generalmente colocadas entre los 350 a 450 m de la costa), del recale en Playa (mezcla de deterioro) y de los depósitos donde se acumula el sargazo en tierra</p>
<b>Resultados:</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Determinar el impacto de sargazo en costa y tierra: Hay una disminución de la biodiversidad identificada conforme se acerca a la costa. Se identifican un importante número de organismos en etapa juvenil hay una afectación al ecosistema acuático, principalmente en costa. La calidad de agua en costa puede tener influencia de otras fuentes</li></ol>

	<p>que afectan su calidad. La dosificación de extractos y lixiviados indican el potencial de daño hepático y renal.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Determinar el impacto de sargazo en costa y tierra: La composición del sargazo expresado en función de CHNS es una herramienta que permite definir los usos potenciales. La presencia de metales especialmente de arsénico, pero no el único, aluminio y níquel pueden ser limitantes de a qué proceso se pueden integrar. Se generó un modelo de trazabilidad en base a que la composición puede identificar no un uso sino varios procesos que permiten un uso potencial del sargazo ejemplo: alginato y bioenergía.</li> <li>3. Evaluación de procesos mecánicos y físicos para la estabilización de sargazo: Los procesos evaluados de molienda o trituración, así como de secado no modifican los aspectos de composición. Pero si influyen en la generación de los gases de emisión a la atmosfera, así como en los de generación de lixiviado</li> <li>4. Propuestas para el establecimiento de sitios de confinamiento de sargazo: Se generó un Manual de geología e hidrogeología que sirve de base para la ubicación de zonas para los sitios en función de la vulnerabilidad del sistema kárstico. Generación de 5 mapas incluyendo el de nivel freático de agua subterránea</li> <li>5. Definición de las condiciones que debe cumplir la selección de sitios: Tabla de criterios geohidrológicos que sirvan de base para cumplir la selección de sitios tanto de disposición final como posibles sitios de acopio o estaciones de transferencia. Relación espacio tiempo de la degradación del sargazo permite identificar si va sitio de acopio (Usos) o si va a disposición final</li> <li>6. Generación y validación de los métodos analíticos: Compilación de protocolos y métodos, así como la relación de normas a las que estos protocolos están asociados. Que sirve de base a identificar a que normas está asociado el manejo integral del sargazo</li> </ol>
--	--

<p><b>Impactos:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Científico:</b> Determinar el impacto de sargazo vivo y con diferentes niveles de deterioro en zonas costeras próximas a playa en unidades de contención física, respecto a su Toxicología; Microbiología de riesgo para salud humana y Afectación a flora, fauna y biota marina y</li> </ul>
-------------------------	---

costera. Composición del tejido en sitios de colecta fresco y como residuo.

Generación y validación de los métodos analíticos; y su traducción a métodos de prueba asociados a las determinaciones analíticas, asociadas a la generación de normas y regulaciones

- **Social:** Socialización y difusión de resultados se describen los resultados de vinculación. Por ejemplo, el ciclo de Foro de Análisis CICY "Sargazo un fenómeno complejo" que permitió fortalecer lazos de cooperación con distintos sectores, además de difundir el proyecto y la importancia del tema. También en este objetivo se informa respecto a la campaña de comunicación pública de la ciencia establecida en torno al tema de sargazo, como parte del proyecto. Se mantuvo una estrecha relación con el usuario a lo largo del proyecto, a través del enlace SEMAR, Subdirector de Supervisión de Proyectos de Superficie. Asimismo, se atendió la solicitud de visitar las actividades de recolecta que efectúa la SEMAR en Puerto Morelos, donde se dio la oportunidad de compartir la experiencia de generación de lixiviados con CIDESI y con personal de SEMAR. Se mantuvo comunicación constante también con el CONACYT a través del Secretario Técnico del Fondo y participación en diversos foros y reuniones. Se atendieron las presentaciones y reuniones oficiales requeridas por el Fondo, independientemente de las de evaluación para usuarios como Semarnat, SEMA-QROO, empresarios y representantes de otros grupos e instituciones interesadas en la problemática.
- **Económico:** Evaluación de procesos mecánicos y físicos para la estabilización de sargazo orientados a: Suprimir la descomposición o Sostener la composición físico-química que permita su aprovechamiento posterior. Composición proximal o Compuestos de interés comercial  
Evaluación del proceso de celulosa, generación de energía, extracción de alginatos y otros compuestos de interés industrial como antioxidantes
- **Ambiental:** Determinar la composición del sargazo vivo colectado en fresco y su composición bajo deterioro o deshidratación en playa o en ambientes terrestres distantes de la playa.  
Lixiviados o Emisiones de gases tóxicos a la atmósfera

	<p>Composición proximal o Compuestos de interés comercial</p> <p>Propuestas para el establecimiento de sitios de confinamiento de sargazo con descomposición parcial en ambientes terrestres. Definición de las condiciones que debe cumplir la selección de sitios para la disposición de sargazo con descomposición parcial en ambientes terrestres</p>
<p><b>Instituciones participantes:</b> <b>(en caso de aplicar)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC</li> <li>2. Centro de Investigación en Materiales Avanzados SC</li> <li>3. Universidad de Campeche</li> <li>4. Universidad Anahuac-Mayab</li> </ol>
<p><b>Productos obtenidos:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El trabajo cubrió los seis objetivos planteados, entregado un informe técnico final que contiene los siguientes productos obtenidos por objetivo abarcado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo 1: Dos documentos una base de datos excel y registro fotográfico (4 productos) DOS DOCUMENTOS UNA BASE DE DATOS EXCEL Y REGISTRO FOTOGRÁFICO (4 productos)</li> </ul> <p>En este objetivo se lograron desarrollar los protocolos y métodos pertinentes durante la primera etapa lo cual permitió obtener los respectivos resultados durante su aplicación en la etapa uno y dos de colectas de sargazo de septiembre 2020, y abril Mayo 2021 de los cinco sitios propuestos , es decir los resultados corresponden al sargazo denominado fresco ( 4 sitios incluyendo flujo externo entre 6 y 19 Km alejado de costa; antes y después de barrera de contención y playa) y en deterioro en depósito tierra adentro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo 2: Cinco documentos (5 productos)</li> </ul> <p>Se lograron obtener muestras de sargazo de los sitios propuestos tanto fresco-flotante, como en deshidratación o deterioro durante la etapa uno y dos, desarrollando las metodologías diseñadas en la primera etapa. Se evaluó la Composición proximal y Compuestos de interés comercial. Se evaluó la generación de Lixiviados de colectas de sargazo representativas de todos los sitios propuestos, lo que incluye las condiciones fresco y en estado de deterioro en la zona norte de Quintana Roo. Para completar esta</p> </li> </ol>

evaluación se incluyó la separación por especies en *S.fluitans* y *S.natans* y de Emisiones de gases tóxicos a la atmósfera y se integraron en el documento correspondiente. En este objetivo y, relativo al concepto de composición compuestos de interés comercial, se realizó la evaluación de la presencia de metales en el tejido-sargazo, en los lixiviados y en compuestos específicos (alginato).

- Objetivo 3: Un documento (1 producto)

En esta sección nuestro objetivo fue asegurar una estrategia para la conservación de sargazo, evitando su descomposición y la posterior emisión de gases tóxicos. Por lo cual se realizaron pruebas de Sargazo Molido e incubado a diferentes temperaturas, comparar la humedad antes y después, así como la composición (CHNS), así como de la deshidratación el volumen generado como lixiviado triturado y sin triturar.

- Objetivo 4: Un documento y 5 mapas en jpg (2 productos, \*los 5 mapas se consideran como un solo producto)

El compendio Marco geológico e hidrogeológico para sitios de disposición se presentan las características de importancia geológica e hidrogeológica que permiten identificar las variables clave para definir áreas o zonas potenciales para la disposición del sargazo como residuo especial, integrando en una tabla los criterios de vulnerabilidad que pueden servir de base a los gestores en la identificación de sitios.

- Objetivo 5: Un documento (1 producto)

En los objetivos 4 y 5 correspondió identificar los sitios menos vulnerables para el confinamiento, los criterios a seguir para su identificación, así como las estrategias a seguir para el control de los vectores contaminantes al suelo, agua y atmósfera, con fundamento en la información generada durante el desarrollo de los Objetivos 2 y 3. Se pudo generar al 100% el marco de la información geológica e hidrológico regional que será la base conforme a la nueva Norma NOM-083 y se compaginó la información con los lineamientos recomendados para así establecer los criterios o condiciones que deben seguirse para sitios de disposición.

- Objetivo 6: Dos documentos y una base en Excel que contiene normas que aplican al manejo de residuos y que pueden aplicar al manejo de sargazo a nivel internacional, y nacional 2.

**Información pública generada:**  
(Ligas a artículos, libros, manuales, videos).

1. Aparte de mantener la comunicación y vinculación con los usuarios de este proyecto se tiene ya en proceso una campaña de difusión y divulgación para la comunidad en general que se ha visto impactada por la presencia del sargazo y busca participar en las soluciones integradas. Por lo cual se agregó el objetivo transversal de Socialización y difusión de resultados se describen los resultados de vinculación. Por ejemplo, el ciclo de Foro de Análisis CICY "Sargazo un fenómeno complejo" (DOS LINKS <https://www.facebook.com/watch/live/?ref=search&v=235895591757792>; <https://fb.watch/th6OARsJYH/>) que permitió fortalecer lazos de cooperación con distintos sectores, además de difundir el proyecto y la importancia del tema. el ciclo "Sargazo un fenómeno complejo: retos y oportunidades", conforme a lo siguiente:

*Sesión 1. Sargazo: desafíos de gobernanza y de investigación, 13 de agosto de 2021*

*Sesión 2. Miradas a la complejidad y casos de estudio, 20 de agosto de 2021*

*Sesión 3. Acciones y políticas institucionales, 27 de agosto de 2021*

El objetivo central fue analizar las oportunidades y desafíos que representan los arribazones de sargazo en el Caribe Mexicano y los impactos ambientales, económicos y de gobernanza, con la participación de invitados que representaran las distintas hélices: gobierno, academia, empresa, sociedad y también el poder legislativo. Se buscó también a partir de este ciclo de foros realizar acercamientos nacionales e internacionales con instituciones académicas e instancias tomadoras de decisión e involucradas en la problemática de sargazo.

De cada uno de los foros se emitió un flyer y se difundió en las redes sociales del CICY. Además de la audiencia en vivo que se tuvo en cada foro, aproximadamente de entre 50 y 100 personas, es importante destacar que los eventos se quedan en la red, en el Facebook Live de CICY. Así como entrevista en radio: (<https://fb.watch/th6Z1fjWrz/>)

Según los reportes disponibles, han tenido alcances de más de 1500 personas cada uno, lo cual revela el interés e importancia de los temas tratados.

2. Artículos

Hasta el momento se han generado 10 artículos científicos  
<https://dx.doi.org/10.3390/jmse9010006>  
<https://doi.org/10.3390/jmse10070928>  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-22123-8>  
<https://doi.org/10.3390/jmse9010006>  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-022-02407-2#Ack1>  
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-22123-8>  
<https://doi.org/10.1007/s13399-022-02407-2>  
<https://doi.org/10.1007/s13399-023-05158-w>  
<https://doi.org/10.3390/w16091251>  
<https://doi.org/10.1007/s11356-024-32363-5>

3. Formación de recursos humanos especializados de  
Licenciatura 3; de maestría 2 y de Doctorado 1

*(Consideraciones: la participación de estudiantes se vio limitada por la situación de pandemia)*