

Artículo



Revista

Ciencia  
y Naturaleza

# Sargazo: Una oportunidad para la industria de la construcción

Carlos Andrés Ramírez-Pinto  
Julio César Cruz Argüello  
Beatriz Escobar Morales  
Karla Del Carmen García Uitz



Artículo

# Sargazo: Una oportunidad para la industria de la construcción



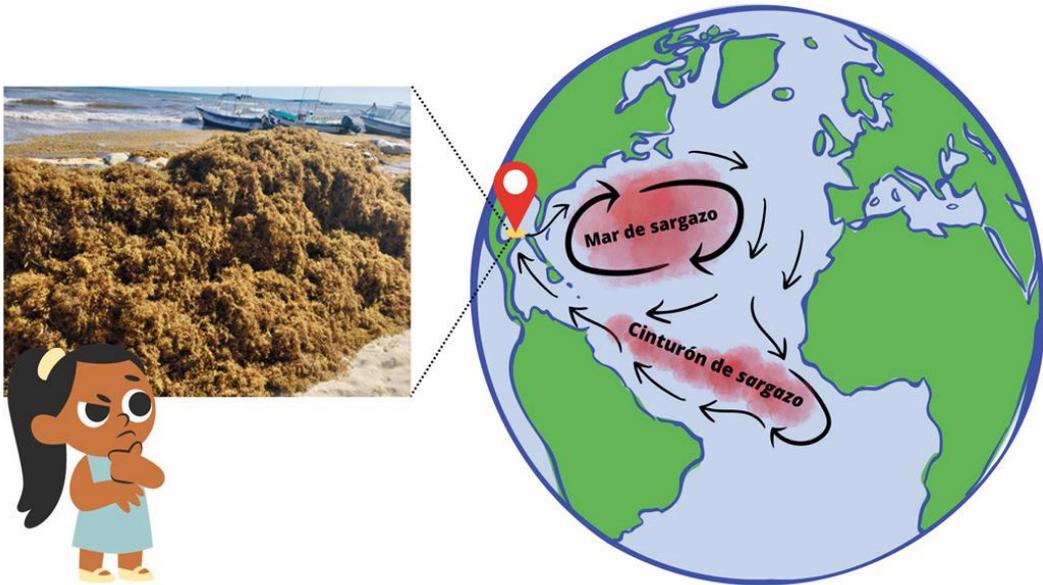
**Cómo citar este artículo:** Ramírez-Pinto CA, Cruz-Argüello JC, Escobar-Morales B, García-Uitz KC. 2024. Sargazo: Una oportunidad para la industria de la construcción. Revista Ciencia y Naturaleza (1094).





## ¿Qué es el sargazo?

**S**e le conoce como sargazo pelágico (*Sargassum spp.* ver cuadro de conceptos) a las especies de macroalga marina café que flota en el mar. Esta biomasa proviene de un cuerpo de agua llamado el “mar de sargazo”, que en épocas recientes y debido a la gran cantidad de sargazo acumulado en los últimos años ha formado al “cinturón de sargazo”, este se extiende por aproximadamente de 8,850 km de longitud y contiene más de 20 millones de toneladas de esta biomasa (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del mar de sargazo y el cinturón de sargazo, así como su arribo a las costas del Caribe Mexicano.

## *El sargazo en las costas mexicanas*

A partir del año 2014 comenzó el arribo masivo de esta biomasa a las costas del Caribe mexicano, teniendo su pico de arribo máximo en 2018. Esto ha causado grandes impactos ambientales, sociales y sobre todo económicos en la región, la cual se caracteriza por ser un destino turístico importante de México y el mundo.

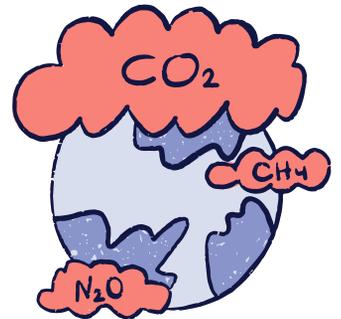
“ **Vivimos en la Tierra como si tuviéramos otra a la que ir** ”

- Terry Swearingen

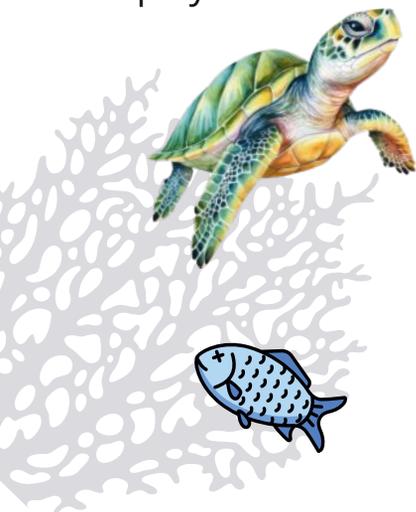
Son muchas las afectaciones que el arribo, acumulación y degradación del sargazo ha provocado en las costas del Caribe mexicano, impactando negativamente de distintas maneras.



Es necesario puntualizar que el proceso de descomposición del sargazo involucra grandes cantidades de oxígeno, lo que provoca el agotamiento del oxígeno en el agua, además de generar gases tóxicos como el ácido sulfhídrico y metano.



Estas condiciones causan el desbalance en la biodiversidad y cadenas tróficas de las zonas costeras, descenso en la población de diferentes especies de fauna marina (tortugas, peces y crustáceos), aumento en la temperatura, reducción del pH en el agua de las costas, incremento en la concentración de N y P (eutroficación), disminución del potencial de reducción en agua, incremento de la mortalidad de algas marinas, afectación a los arrecifes de coral, cambio de color del agua y erosión de las playas.



Aunque parezca que el daño es solo ambiental, la acumulación del sargazo también representa un peligro para la salud humana, sobre todo para los trabajadores encargados de su acopio, así como de las personas que viven en las costas. De hecho, expertos aconsejan no tener contacto directo con la macroalga ya que puede ocasionar irritación de la piel por picadura de pulgas u otros insectos que utilizan al sargazo como hábitat natural.

Además, la generación de gases como ácido sulfhídrico y amoníaco, provoca irritación en los ojos, dolores de cabeza, náuseas, confusión, dificultad para respirar, lesiones neurológicas y cardiovasculares u otro tipo de alergias.





Por último, el arribo excesivo de sargazo ha causado la reducción del turismo en Quintana Roo. También se han generado gastos de más de MXN 322 millones de pesos (USD 16.1 millones de dólares) para recolección de 522,226 toneladas de sargazo. Si todo lo anterior comentado no es suficiente, también se han reducido los empleos e ingresos económicos de los pobladores.

## *Usos del sargazo en diferentes industrias*

El sargazo actualmente ha sido aprovechado en múltiples industrias como materia prima, debido a sus nutrientes y compuestos bioactivos. En la agricultura, se utiliza como fertilizante orgánico, mejorando la calidad del suelo y promoviendo el crecimiento de cultivos al aportar nutrientes esenciales.



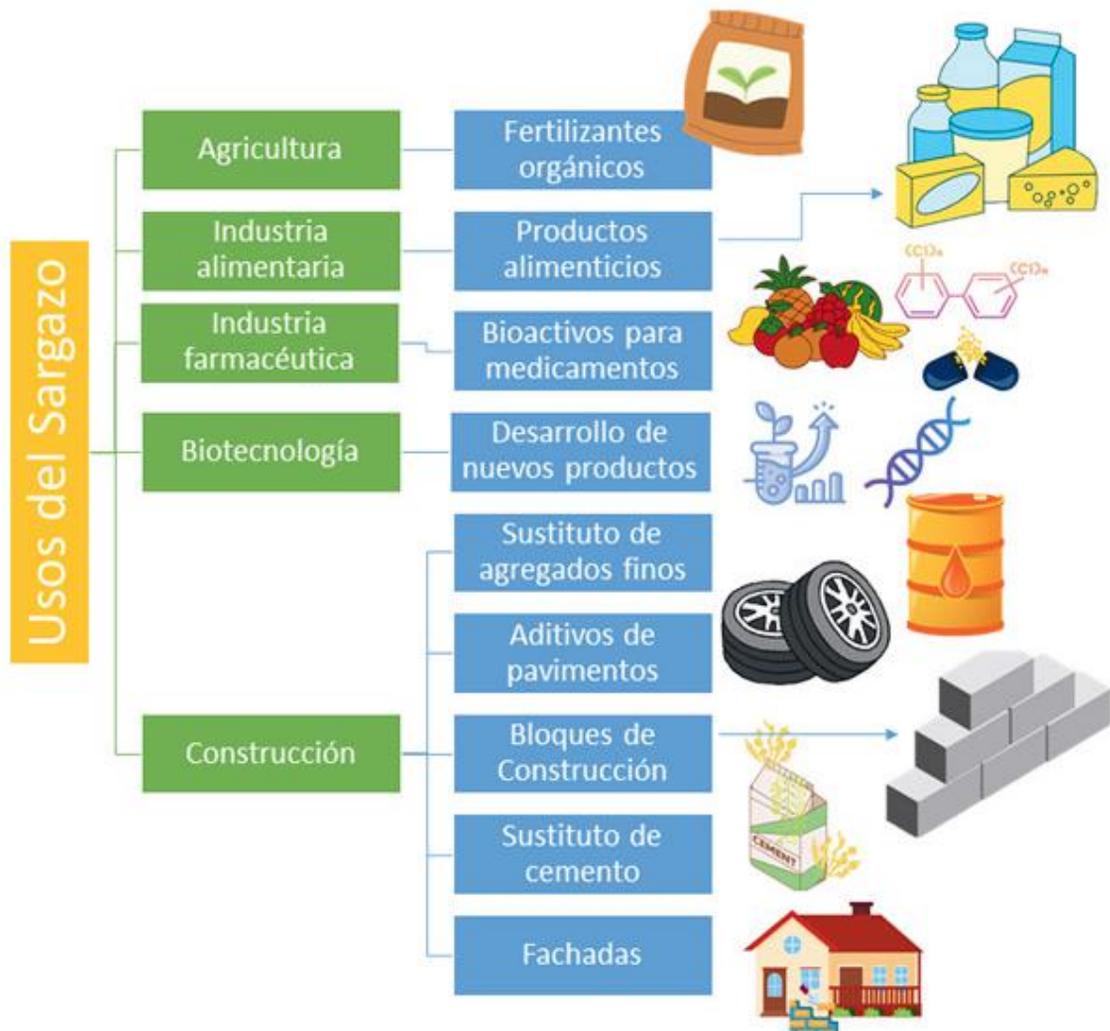
En la industria alimentaria, se emplea en la fabricación de alimentos y productos alimenticios, ya que contienen nutrientes beneficiosos como fibra, minerales y vitaminas.

Además, al contener compuestos bioactivos, ha sido utilizado en la industria farmacéutica, ya que contiene polisacáridos, antioxidantes y otros componentes químicos, que se utilizan en la investigación y desarrollo de medicamentos farmacéuticos. También, ha sido utilizado en la biotecnología para desarrollar nuevos productos y tecnologías, como la fabricación de bioplásticos, biocombustibles y otros productos sostenibles (Figura 2).





Por el hecho de ofrecer una amplia gama de oportunidades, el sargazo también se ha utilizado en productos de la vida cotidiana, entre las que encontramos principalmente zapatos, fertilizantes, biocombustibles, alginatos, jabones, bloques de construcción, papel, precursores químicos, productos a granel, toda una economía incentivada por el interés mundial en la explotación de las algas marinas, considerada un recurso sostenible y una fuente de biomasa amigable con el medio ambiente.



**Figura 2.** Aporte del sargazo en diferentes industrias.



## *El sargazo en la industria de la construcción*

La industria de la construcción es responsable del 37% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de los cuales el 8% es debido a la producción del cemento. Por esta razón, se comenzaron a desarrollar materiales que puedan ser utilizados como sustitutos del cemento sin disminuir sus propiedades mecánicas y físicas, o en el mejor de los casos, mejorar estas propiedades.



Estos materiales son conocidos como **Materiales Cementantes Suplementarios**, los cuales pueden provenir de diferentes fuentes, por ejemplo, materiales naturales con **actividad puzolánica** como la ceniza volante o el humo de sílice, piedras calizas y sedimentos calcinados, así como de residuos o subproductos de diferentes industrias como son las biomasas.

### *a) Sustituto de agregado fino*

El polvo de sargazo como sustituto de agregado fino en morteros ha sido estudiado con anterioridad, dando resultados favorecedores. Al usar sustituciones de agregado fino de entre 5% y 10% con el polvo de sargazo, se alcanza la resistencia mecánica requerida para los morteros, pero con estas sustituciones se aumenta la conductividad térmica y el calor específico de los morteros.

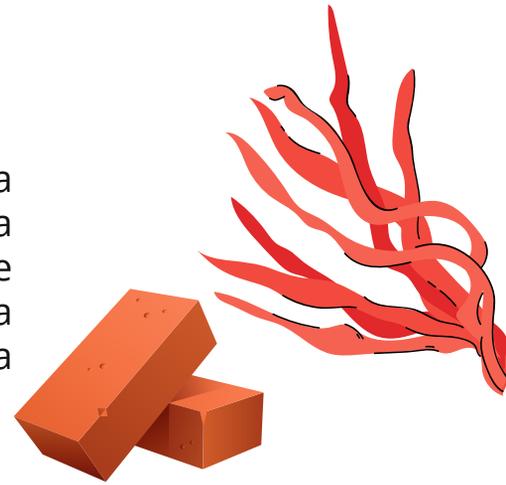


Estos resultados señalan que, si se implementa este mortero modificado con polvo de sargazo es posible mejorar la capacidad aislante del frío y el calor en el interior de los edificios, manteniendo una temperatura más confortable durante más tiempo, lo que mejora la habitabilidad de una vivienda.



## *b) Bloques de construcción*

También se ha utilizado sargazo en la producción de ladrillos para la industria de la construcción. Actualmente, el sargazo se posiciona como una opción viable para la fabricación de bloques ecológicos para la construcción de viviendas sustentables.



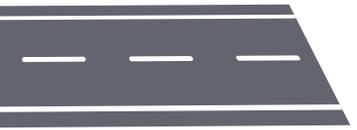
Tradicionalmente, los bloques son elaborados principalmente a partir de barro, arcilla y cemento, los cuales son mezclados con arena y agua, posteriormente, son comprimidos para formar los bloques individuales. Siguiendo este método, se han producido bloques con alrededor del 40 al 60% de sargazo crudo. Se han realizado estudios a los bloques elaborados con sargazo y se determinó que poseen una excelente resistencia a la compresión, definida como la capacidad para soportar una carga por unidad de área. Este comportamiento está relacionado con la presencia de los alginatos en el sargazo, ya que este compuesto tiene excelentes propiedades para formar geles y soluciones viscosas, lo que mejora sustancialmente la adherencia del sargazo con la arena.

## *c) Aditivos de pavimentos*

En los últimos años la elaboración de pavimentos ha cambiado de forma significativa con el objetivo de mejorar la adherencia entre los materiales que lo constituyen, previniendo la formación de surcos y grietas. Estas necesidades derivadas del rápido y continuo aumento en la demanda del tráfico en las carreteras, aunado al incremento de las cargas del sector transporte ha impulsado el desarrollo de nuevos aditivos que cumplan con los requerimientos específicos de la industria de la construcción.



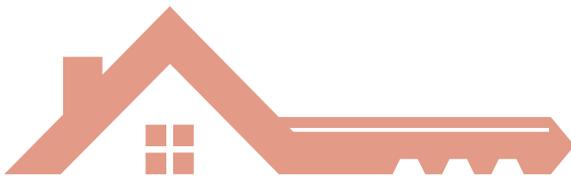
En ese sentido, el sargazo ha demostrado tener cierto grado de compatibilidad como aditivo para el pavimento, utilizándose como sustituto del caucho. Investigaciones y avances tecnológicos han permitido desarrollar un nuevo material a partir de una mezcla con aceite de algas marinas modificado con unicel, esta formulación ha evitado el pavimento se ablande debido a temperaturas más altas, deformación a bajas temperaturas y una mayor resistencia a la fricción de los neumáticos de los automóviles.



También ha sido estudiado como modificador del asfalto, mejorando la durabilidad y el desempeño del pavimento en carreteras, aumentando hasta 2,5% la resistencia contra las deformaciones.

Otros estudios han utilizado la materia orgánica como refuerzo aportando rigidez y resistencia, mejorando en general el desempeño de la mezcla asfáltica. Otros estudios indican que utilizar el sargazo como refuerzo aporta rigidez y resistencia mecánica, mejorando el desempeño de la mezcla asfáltica, lo que prolonga la vida útil de las carreteras.

#### *d) Fachadas*



Las algas marinas han sido estudiadas como fachadas y revestimientos en el contexto de la innovación tecnológica con el fin de disminuir el consumo energético y aumentar el confort térmico, reduciendo así el estrés sobre el medio ambiente al disminuir las emisiones de GEI. Además, estos revestimientos aíslan el ruido creando un microclima con control térmico. Sin embargo, esta alternativa sigue siendo costosa de implementar, a pesar de los numerosos beneficios en términos de producción de energía sostenible.

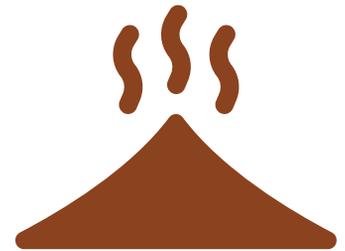




## e) *Sustituto parcial de cemento*

Como mencionamos anteriormente, entre los Materiales Cementantes Suplementarios se encuentran las cenizas, que se usa comúnmente como reemplazo del cemento en el concreto y tiene mucha importancia para mejorar su rendimiento, disminuyendo el consumo de cemento en la industria de la construcción y reduciendo significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que fomenta la sostenibilidad económica.

En la actualidad, se han realizado estudios de la actividad puzolánica a partir de la ceniza de sargazo. Lamentablemente, esta ceniza no contiene actividad puzolánica. Sin embargo, esto no quiere decir que no se pueda aprovechar como sustituto de cemento.



Nuestro grupo de trabajo se encuentra realizando estudios de la ceniza del sargazo como sustituto parcial de cemento. Estudios preliminares han permitido corroborar que efectivamente no contiene actividad puzolánica. No obstante, la ceniza de sargazo calcinada a 600°C ha sido integrada al cemento, aumentando la resistencia a la compresión de pastas cementantes, lo cual ha permitido sustituir de 1% al 3% de peso del cemento.



Estos resultados indican, que la ceniza de sargazo rellena los microporos de las pastas cementantes, teniendo un efecto “filler” o de relleno. Esto se debe al alto contenido de calcio en el sargazo y al tamaño promedio de la ceniza (menor de 45 micras).



**Figura 3.** Proceso de obtención y utilización de la ceniza de sargazo como sustituto parcial de cemento.



## *Para llevar*

Son bien conocidos los impactos causados por el sargazo, sin embargo hay ir más allá y ver las posibilidades y oportunidades que esto conlleva. Algunos de los múltiples usos que se le ha dado a esta biomasa, se destaca los usos dentro de la industria de la construcción, atacando así dos problemas que afectan al mundo en la actualidad.

Teniendo en cuenta que los estudios y aplicaciones dentro de esta industria con este material son recientes, es por este que se abre un amplio campo de avances e innovaciones que aún pueden ser desarrollados.





Particularmente, los autores de este artículo están evaluando las propiedades físicas, químicas y mecánicas de matrices cementantes con sustituciones parciales de cemento con ceniza.

La etapa experimental está en proceso aún, pero todo parece indicar que la ceniza de sargazo actúa como un material “filler” o de relleno, lo que significa que la ceniza no reacciona como el cemento, si no crea partículas sólidas densificando así la matriz cementante, mejorando la resistencia mecánica.



Si bien, los avances son interesantes, aun es un campo sumamente inexplorado, esto abre las posibilidades de nuevas investigaciones para mejorar las propiedades que sean necesarias para su aplicación. 🍀

## *Agradecimientos*

Al CONAHCYT, por las becas de posgrado otorgadas. Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento mediante el proyecto 16908.23-P. Al Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), por permitir usar sus instalaciones y equipos para realizar pruebas relacionados con la investigación.



## Conceptos

**Sargassum spp:** También conocido como sargazo pelágico, es el alga café que flota en las playas. Las especies más comunes en el océano Atlántico son *S. fluitans* y *S. natans*.

**Pelágico:** Se le conoce al ambiente marino que no está en contacto con el fondo del mar.

**Mar de sargazo:** Es un cuerpo de agua localizado en el océano Atlántico, en el cual se localiza una gran concentración de sargazo.

**Cinturón de sargazo:** Es una extensión de Sargazo, el cual fue formado debido a los vientos fuertes y corrientes submarinas que afectan al mar de sargazo.

**Biomasa:** Materia orgánica que se utiliza como fuente de energía al quemarla o convirtiéndola en combustible.

**Material Cementante Suplementario:** Material que es empleado como sustituto de cemento en matrices cementantes, debido a que contiene compuestos requeridos en el proceso de hidratación del cemento como los óxidos de silicio, aluminio, hierro y calcio. Se dividen en: material puzolánico, material con latente hidráulico y "filler".

**Actividad puzolánica:** Es la reacción que se da a partir del contacto de algún material con el hidróxido de calcio el cual forma compuestos similares a los formados por el proceso de hidratación del cemento.

**Agregado fino:** En construcción se le conoce como el polvo que se usa para hacer las mezclas con el cemento. Usualmente son de arena, pero esto depende de la región donde se encuentre.

**Mortero:** Es la mezcla de cemento, agregados y agua, utilizadas en la albañilería. Usualmente son utilizadas para darle un acabado a los muros y pegar bloques o mampostería.

Crédito de imágenes en orden de aparición: Fabián Montaña, gonzalo martinez (Getty Images, GI), Davy3 Photo (GI), luciestudio, Aliaksei Design, dDara, SPRESSO, Pepermprom, carcar797 (GI), Pakka Design Studio, Vitamins, dasseutudio, temmuzcan (Getty Images Signature GIS), smartstarst, Ouch! Illustrations, ninasitkevich, Maiko Hatta, Maria Victoria Herrera (GI), smile\_flower, Icons8, Goodware Std, JessicaPichardp (GI), Sensvector, Freeicon, icons-Studio, Giuseppe Ramos J, sylv1rob1 (GI), deemakdaksina, lanabyko (GI), imagineHarry (sketchify).

*Diseño de publicación: Yareli Tiburcio*

**Eduardo Aguayo Leyva**  
Editor Asociado Revista CyN



## Para Consulta

-  Andrew RM. 2019. Global CO2 emissions from cement production, 1928-2018. *Earth System Science Data* 11: 1675–1710. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1675-2019>
-  Bilba K, Onésippe Potiron C, Arsène MA. 2023. Invasive biomass algae valorization: Assessment of the viability of *Sargassum* seaweed as pozzolanic material. *Journal of Environmental Management* 342: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118056>
-  Chahbi M, Mortadi A, el Moznine R, *et al.* 2022. A new approach to investigate the hydration process and the effect of algae powder on the strength properties of cement paste. *Australian Journal of Mechanical Engineering* 1-10. <https://doi.org/10.1080/14484846.2022.2066855>
-  López-Contreras AM, Valenzuela PN, Celis García B, *et al.* 2022. *Sargassum* in Mexico: From environmental problem to valuable resource. WUR report 2319: 1-47. <https://doi.org/10.18174/574423>
-  Rodríguez-Martínez RE, Roy PD, Torrescano-Valle N, *et al.* 2020. Element concentrations in pelagic *Sargassum* along the Mexican Caribbean coast in 2018-2019. *PeerJ* 2020 (2): 1-19. <https://doi.org/10.7717/peerj.8667>
-  Rossignolo J, Peres Duran A, Bueno C, *et al.* 2022. Algae application in civil construction: A review with focus on the potential uses of the pelagic *Sargassum* spp. *Biomass. Journal of Environmental Management* 303: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114258>
-  Tobón JI. 2006. Evolución mineralógica del cemento portland durante el proceso de hidratación. *Dyna* 148: 69-81. <https://www.researchgate.net/publication/26460780>
-  Zavala-Arceo A, Cruz-Argüello JC, Figueroa-Torres MZ, *et al.* 2019. Determinación de las propiedades térmicas de un mortero modificado con sargazo como material alternativo en construcción. *Revista de Ingeniería Civil* 1–9. <https://doi.org/10.35429/jce.2019.10.3.1.9>



## Carlos Andrés Ramírez Pinto

Ingeniero Civil y actualmente estudiante de Doctorado en Ciencias Ambientales en el Instituto Tecnológico de Chetumal. Enfoca su tesis en el estudio de sargazo como posible sustituto parcial de cemento, al mismo tiempo que aspira a ser un investigador y divulgador de la ciencia.

contacto: [D12390316@chetumal.tecnm.mx](mailto:D12390316@chetumal.tecnm.mx)



## Julio César Cruz Argüello

Profesor Investigador adscrito al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Chetumal. Sus áreas de interés son Materiales Innovadores de la construcción, nanomateriales, celdas de combustible y energías renovables.

contacto: [julio.ca@chetumal.tecnm.mx](mailto:julio.ca@chetumal.tecnm.mx)



## Beatriz Escobar Morales

Investigadora por México, adscrita al CICY. Sus áreas de interés son desarrollo de materiales de carbono obtenidos de biomasa y síntesis verde de nanopartículas metálicas a partir de extractos naturales para aplicaciones en la generación de energía, y el desarrollo de prototipos de tecnología del hidrógeno.

contacto: [beatriz.escobar@cicy.mx](mailto:beatriz.escobar@cicy.mx)



## Karla Del Carmen García Uitz

Investigadora Posdoctoral en el Instituto Tecnológico de Chetumal, adscrita al Doctorado en Ciencias Ambientales. Sus áreas de interés son la química ambiental y el uso de materiales orgánicos y su potencial uso en la construcción.

contacto: [karla.gu@chetumal.tecnm.mx](mailto:karla.gu@chetumal.tecnm.mx)