



# gaceta

Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán



Juntos transformemos  
**Yucatán**  
GOBIERNO DEL ESTADO

**SIIES**

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN  
SUPERIOR



**SIIDETEY**



SIIES  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN  
SUPERIOR



# gaceta

Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán

## Órgano Oficial de Divulgación de la Ciencia y Tecnología en Yucatán

Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán



Contáctanos: [gaceta.siidetey@gmail.com](mailto:gaceta.siidetey@gmail.com)  
[www.siidetey.org](http://www.siidetey.org)

Con base en el Decreto de Creación del SIIDETHEY, se consideró importante desarrollar e implementar un esquema de información que permita divulgar las acciones que el propio Sistema desarrolla en materia de ciencia y tecnología, a fin de dar a conocer su quehacer y despertar el interés de la misma comunidad académica y de investigación.

A partir de los nuevos retos económicos y sociales, se ha identificado la necesidad de vincular de mejor manera la actividad científica, no solamente con su propio ecosistema, sino llevarlo a un segundo nivel de interacción con las actividades sociales y productivas, ante lo cual, esta nueva versión de la Gaceta SIIDETHEY pretende ser ese vínculo, acercando a los sectores involucrados con un matiz de pertinencia para la generación y utilización del conocimiento en ámbitos que trasciendan la esfera de lo estrictamente científico.

Es mucho y muy variado lo que la ciencia puede aportar a la vida cotidiana; con la creación de espacios para su divulgación, se generan las condiciones para el aprovechamiento del conocimiento producido en pro del impulso al desarrollo de una entidad como la nuestra, que le apuesta a la investigación y a la innovación como ejes transversales del bienestar social y económico.

### Mtro. Mauricio Cámara Leal

Secretario de Investigación, Innovación y Educación Superior.



#### Quiénes Somos:

La Gaceta SIIDETHEY No. 70, enero - abril 2024, es una publicación digital cuatrimestral, editada por el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán; cuenta con un Comité Editorial que aprueba la publicación de los artículos y fotografías que son enviados por las instituciones miembros. Los artículos son responsabilidad de cada autor y su utilización total o parcial debe ser autorizada por el SIIDETHEY, [www.siidetey.org](http://www.siidetey.org), [siidetey.sies@gmail.com](mailto:siidetey.sies@gmail.com).

La Gaceta SIIDETHEY tiene una paginación variable; realizada en la ciudad de Mérida, Yucatán, México, en las oficinas de la Dirección General de Investigación e Innovación de la SIIES, ubicadas en la calle 31ª No. 300 por 8, Col. San Esteban. C.P. 97149, fecha de última modificación 30 de abril de 2024.



## Directorio

Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior

**Mtro. Mauricio Cámara Leal**

**Mtro. Gerardo Vela Monforte**

Universidad Autónoma de Yucatán

**Dr. Carlos Alberto Estrada Pinto**

Centro de Investigación Científica de Yucatán

**Dr. Maira Rubi Segura Campos**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad Mérida

**Dr. Víctor Vidal Martínez**

Subsede Sureste del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco

**Dr. Teresa del Rosario Ayora Talavera**

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

**Dra. Laura Machuca Gallegos**

Universidad Nacional Autónoma de México

**Dr. Xavier Chiappa Carrara**

Universidad Tecnológica Metropolitana

**Mtra. Georgina Aguilar Gamboa**

Instituto Tecnológico de Conkal

**Mtra. Rocío Elizabeth Pulido Ojeda**

Centro de Investigación Regional Sureste del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**M.C. Bartolo Rodríguez Santiago**

Instituto Tecnológico de Mérida

**Dr. José Antonio Canto Esquivel**

Texas A&M University

**Dr. Zenón Medina Cetina**

Universidad Anáhuac Mayab

**Ing. Miguel Pérez Gómez**

Universidad Marista de Mérida

**M.I. Ermilo José Echeverría Castellanos**

Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial-Mérida

**Dr. Oscar Sánchez Siordia**

Centro de Investigación en Matemáticas

**Dr. José Carlos Gómez Larrañaga**

El Colegio de la Frontera Sur

**Dr. Antonio Saldivar Moreno**

Universidad Politécnica de Yucatán

**Dr. Alfredo Ulibarri Benítez**

Universidad Modelo

**Ing. Carlos Sauri Duch**

## Comité Editorial

### UNAM-ENES MÉRIDA

Daniela H. Tarhuni Navarro

### INIFAP

Raúl Díaz Plaza

### CICY

Miguel Gibran Román Canto

### CENTROGEO

Ana Cristina Palma Cabañas

### UNAM Campus Yucatán

Mónica S. Enríquez Ortiz

### Responsable de la información

Dirección General de Investigación e Innovación

### UNIVERSIDAD MARISTA DE MÉRIDA

Alfonso Cuevas Jiménez

### CIATEJ

Élida Gastélum Martínez

### UNIVERSIDAD ANAHUAC MAYAB

Mariana Berenice González Leija

### CIESAS

Inés Isabel Cortés Campos

Cristobal Alfonso Sánchez Ulloa

### UADY

Ramon Peniche Mena

### UNIVERSIDAD MODELO

Jorge Carlos Canto Esquivel

### Responsable de la publicación

Dirección General de Investigación e Innovación

### UTM

Jorge Martínez Vera

### ECOSUR

María Magdalena Jiménez Ramírez

### CINVESTAV

Rafael Rivera Bustamante

### CIMAT

Joel Antonio Trejo Sánchez

### SIIES

Ericka Guiselle Garibay Nava

### ITM

Gabriel Lizama Uc

### Diseño editorial

Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior  
Mario Javier Traconis Alburquerque

<b>Química computacional: una novedosa manera de descubrir fármacos.....</b>	<b>5</b>
<b>Aprovechamiento de las Semillas de Ramón (Brosimum alicastrum) para la Elaboración de Bioplásticos. ....</b>	<b>9</b>
<b>Productos cítricos (toronja, naranja dulce y limón) de Yucatán y su contenido de compuestos fenólicos.....</b>	<b>13</b>
<b>Plantas vemos pero sus hongos no sabemos: la asociación ectomicorrizógena en la Península de Yucatán.....</b>	<b>18</b>
<b>Nuggets de pulpo: una innovación científica y deliciosa.....</b>	<b>22</b>
<b>Fauna marina de Yucatán: Accidentes, prevención y atención.....</b>	<b>26</b>
<b>La vida oculta de las dunas costeras.....</b>	<b>29</b>
<b>Islas de calor por efecto del cambio de uso de suelo asociado al crecimiento poblacional en la Península de Yucatán, México.....</b>	<b>33</b>
<b>Los primeros auxilios: una necesidad en la vida laboral y diaria.....</b>	<b>36</b>
<b>“Son del diablo”: Género y educación sexual en los nuevos libros de texto gratuitos en México.....</b>	<b>39</b>
<b>El derecho humano a la ciencia en el sureste de México.....</b>	<b>43</b>

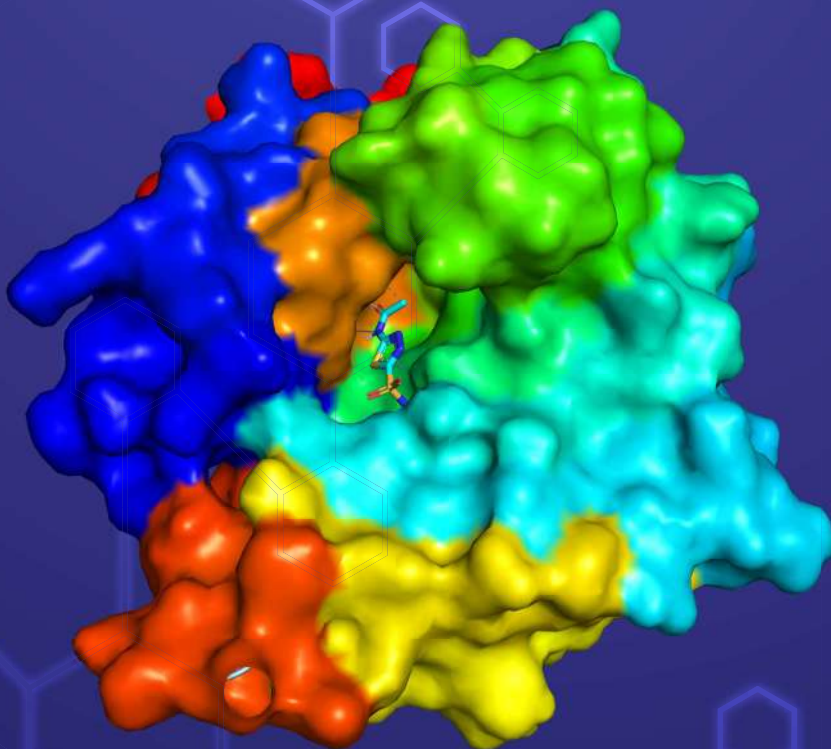
# Química computacional: una novedosa manera de descubrir fármacos

**Autor:** Jesús Gonzalo González Piña

**Palabras clave:** Fármacos, química computacional, modelamiento, acoplamiento molecular.

Hasta la década de los 90's, el descubrimiento de fármacos generalmente se había realizado mediante la producción de compuestos en laboratorio y experimentando sobre cultivos celulares y organismos modelo. Sin embargo, estos métodos demandan espacios, personal, tiempo, materiales, equipo de laboratorio etc. No obstante, debido a que se han desarrollado nuevos métodos computacionales, hoy en día es posible hacer análisis de sistemas moleculares mediante la simulación del comportamiento e interacción entre moléculas. (Saldivar-González *et al.*, 2017).

En la actualidad, el estudio del comportamiento de las moléculas (estructuras químicas encargadas de formar estructuras biológicas) se ha visto beneficiado por el rápido avance y desarrollo de las herramientas computacionales. Estas han permitido generar nuevos métodos para el estudio y análisis de conjuntos de moléculas, sistemas moleculares, los cuales, en el laboratorio, pueden ser complicados y costosos de replicar y estudiar. De aquí que los métodos computacionales (*in silico*) permitan analizar grandes cantidades de compuestos químicos en poco tiempo, facilitando la búsqueda de compuestos con potencial farmacológico. De esta manera, se ahorran recursos y principalmente tiempo. El llamado acoplamiento molecular, es una técnica computacional que permite simular el comportamiento de las moléculas que se unen, las cuales pueden ser pequeñas como compuestos sencillos de carbono o grandes como proteínas y/o enzimas. (Peláez, 2011; Valdiviezo, 2023).

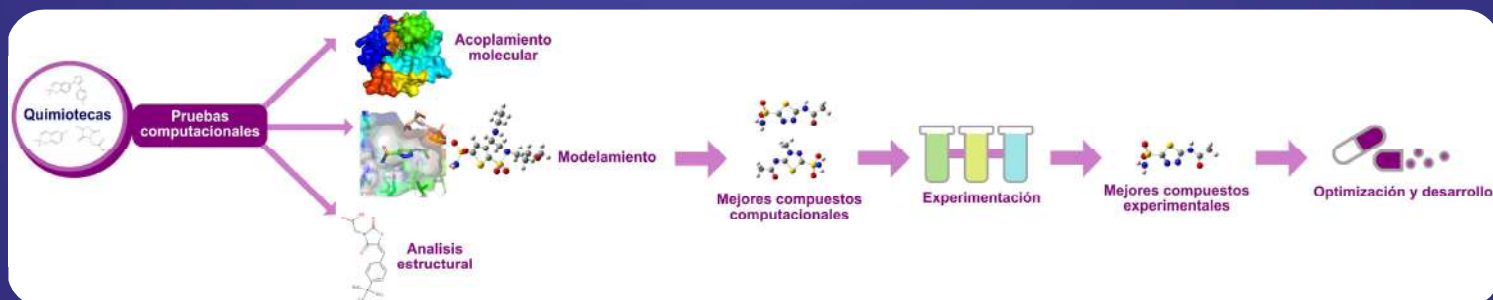


Emocionante explicación sobre la conexión molecular.

De forma análoga a los experimentos en laboratorio, para los experimentos computacionales se necesita un "laboratorio" o, en este caso, un programa que permita simular la conexión entre moléculas. Para esto, existen diferentes programas, algunos de libre acceso como AutoDock, AutoDock4, Swiss-Dock entre los más populares y aquellos que necesitan un pago para poder utilizarlos, por ejemplo, MOE, Glide, NovaDock, GOLD; en ambos casos, los programas están basados en métodos matemáticos que calculan las interacciones entre las moléculas. (Ekins *et al.*, 2007).

Para hacer el análisis molecular, además de los programas, es necesario seleccionar una estructura molecular, proteína y/o enzima, que esté relacionada con la expresión, desarrollo y progreso de alguna enfermedad, como puede ser el cáncer, tuberculosis, dengue, diabetes etc. Las estructuras proteínicas son recuperadas de bases de datos como Protein Data Bank y son "depuradas" mediante un criterio de preparación que es realizado a través del programa. Por otro lado, se necesitan los compuestos químicos que serán probados, estos pueden ser recuperados de diferentes bases de datos de compuestos químicos, algunos ejemplos de estas son: PubChem, Molport y Zinc15. (Ballón Paucara & Grados Torrez, 2019).

Como siguiente paso se debe seleccionar una cavidad dentro de la proteína en donde se unirá el compuesto de interés. Este proceso se puede realizar de dos maneras 1) unir dentro del sitio de actividad de la proteína, o 2) unir en otro sitio el cual modifique la estructura de la proteína. Este método permite obtener información estructural de los complejos moleculares unidos. Permite identificar los diferentes tipos de interacción mediante enlaces químicos, las distancias atómicas, modos de unión entre moléculas y la capacidad de unión entre moléculas. Lo que se busca en este análisis es que la capacidad de unión sea sencilla y que los compuestos químicos identifiquen a su objetivo.



El intrincado baile de los átomos: el acoplamiento molecular y sus desafíos.

Otra técnica, la dinámica molecular, en el diseño de fármacos consiste en simular la unión de las moléculas (fármacos y proteínas) y predecir su comportamiento mientras están unidas, mediante esta simulación se puede saber cómo el cuerpo humano puede tener un efecto terapéutico, sin tener que probar el fármaco en un paciente. Este método de análisis es sofisticado y es capaz de generar información de alta precisión, porque permite el análisis de trayectorias, de estructuras, cálculo de propiedades termodinámicas, utiliza potenciales de fuerza y algoritmos de integración eficientes y precisos para resolver las ecuaciones de movimiento de Newton. (Hospital *et al.*, 2015; Saurabh *et al.*, 2020).

Existen otros métodos y técnicas computacionales que pueden auxiliar a estas herramientas para identificar las características y propiedades físicas, químicas, tóxicas y metabólicas de los compuestos químicos en estudio. Esto con motivo de caracterizar el comportamiento de una molécula y su potencial farmacológico. De esta manera es posible filtrar grandes bases de datos de compuestos químicos y así enfocar los recursos para estudiar solo aquellos que sean prometedores para combatir enfermedades.

El uso de estas herramientas no está automatizado para que la computadora realice por sí sola el análisis, sino que se requiere de una persona capacitada y con criterio para dirigir su uso. Aunado a que los métodos computacionales demandan una elevada cantidad de memoria para ejecutar los algoritmos de análisis de estructuras moleculares grandes, por lo que se necesitan equipos de cómputo con especificaciones competentes. Aunque, es posible utilizar servidores en línea que se conectan a un servidor para poder cubrir la demanda computacional.

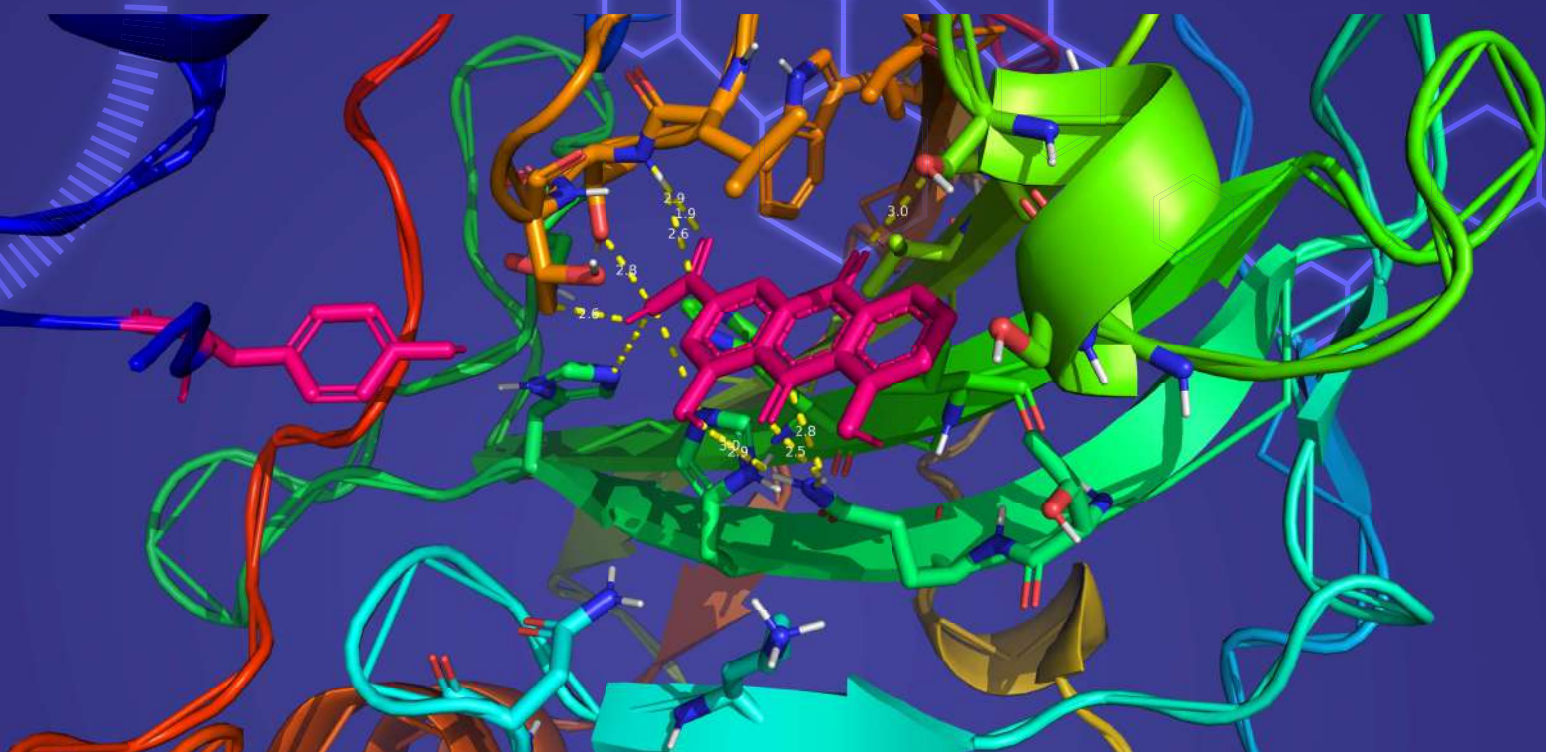
### Compuestos



Las regiones geográficas con alta diversidad biológica son una fuente natural de moléculas activas. El sureste de México, es dotado de ecosistemas con gran riqueza biológica, es un área idónea para encontrar moléculas con potencial farmacológico, pues ofrece una amplia gama de recursos naturales con propiedades que actualmente se desconocen. Sin embargo, en la Península de Yucatán, por su tradición cultural, se aprovechan plantas curativas de la región como: *Aphelandra scabra*, *Byrsonima bucidifolia*, *B. crassifolia*, *Clusia flava*, *Cupania dentata*, *Diphysa carthagenensis*, *Dorstenia contrajerva*, *Milleria quinqueflora*, *Tridax procumbens* y *Vitex gaumeri*. (Ahumado et al., 2017). Pero todas ellas aún sin explorar desde el punto de vista molecular. Por lo tanto, los métodos computacionales favorecen la generación de nuevos estudios con un enfoque novedoso para todo tipo de aplicaciones, desde fármacos, polímeros, biomateriales etc. Esto hace posible estudiar de manera computacional, a nivel molecular, el funcionamiento de estos tratamientos y explorar la posibilidad de que las sustancias involucradas tengan otro tipo de aplicación farmacológica.







#### Referencias bibliográficas.

- Ahumado, M., Velázquez, M., y Vivas Reyes, R. (2017). Virtual screening: Identification of compounds with possible quorum sensing agonistic activity in *pseudomonas aeruginosa*. *Vitae*, 24(2), 89-101. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n2a02>
- Ballón Paucara, W. G., y Grados Torrez, R. E. (2019). Acomplamiento molecular:: criterios prácticos para la selección de ligandos biológicamente activos e identificación de nuevos blancos terapéuticos. *Revista CON-CIENCIA*, 7(2), 55-72. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2310-02652019000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-02652019000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Ekins, S., Mestres, J., y Testa, B. (2007). In silico pharmacology for drug discovery: Methods for virtual ligand screening and profiling. *British Journal of Pharmacology*, 152(1), 9-20. <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0707305>
- Hospital, A., Goñi, J. R., Orozco, M., y Gelpí, J. L. (2015). Molecular dynamics simulations: Advances and applications. *Advances and Applications in Bioinformatics and Chemistry*, 8(1), 37-47. <https://doi.org/10.2147/AABC.S70333>
- Peláez, F. (2011). Paradigmas actuales en las etapas tempranas del proceso de descubrimiento y desarrollo de nuevos fármacos. *Anales de Química de La RSEQ*, 107(1), 36-45.
- Saldívar-González, F., Prieto-Martínez, F. D., y Medina-Franco, J. L. (2017). Descubrimiento y desarrollo de fármacos: un enfoque computacional. *Educación Química*, 28(1), 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.06.002>
- Saurabh, S., Sivakumar, P. M., Perumal, V., Khosravi, A., Sugumaran, A., y Prabhawathi, V. (2020). Molecular Dynamics Simulations in Drug Discovery and Drug Delivery. *Engineering Materials*, 275-301. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-36260-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-36260-7_10)
- Valdiviezo, J. (2023). LA QUÍMICA FARMACÉUTICA EN LA ERA DIGITAL: TRANSFORMANDO EL DISEÑO DE MEDICAMENTOS CON MÉTODOS COMPUTACIONALES. *Revista de Química*, 37(2), 11-20.

# Aprovechamiento de las semillas de ramón (*Brosimum alicastrum*) para la elaboración de bioplásticos

**Autores:** Emilio Pérez-Pacheco, Carlos Rolando Ríos Soberanis, Raciél Javier Estrada León

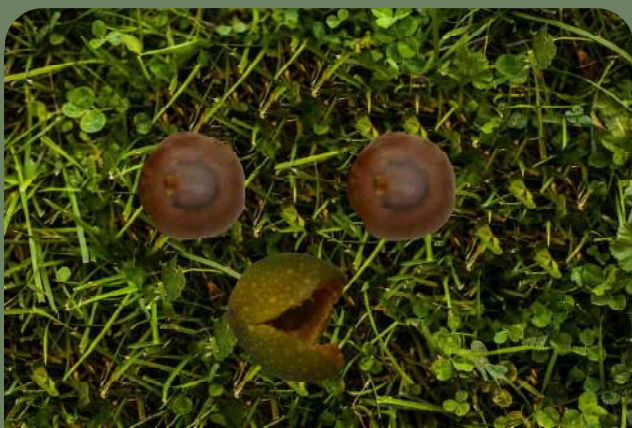
**Palabras clave:** ramón, bioplástico, almidón, *Brosimum alicastrum*.

En la vasta biodiversidad que caracteriza a la península de Yucatán, el árbol de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) emerge como un recurso ecológico y de notable valor económico. Este árbol perenne, arraigado en las tradiciones y el sustento de las comunidades rurales, se distingue no solo por su resistencia y adaptación a condiciones ambientales adversas, sino también por su potencial inexplorado en el campo de la tecnología de materiales sostenibles, ya que las semillas contenidas en sus frutos son ricas en almidón, el cual posee una gama de propiedades prometedoras para la innovación en la producción de bioplásticos (Peters & Pardo-Tejeda, 1982).

Al extraer y procesar este almidón, las y los investigadores han descubierto una ruta viable para el desarrollo de materiales biodegradables que, a su vez, podrían mitigar el impacto ambiental asociado a la producción y desecho de plásticos convencionales.

La transformación de almidón seco a un bioplástico implica la ruptura y fusión de su estructura granular semicristalina. Sin la presencia de aditivos adecuados, como los plastificantes, el almidón carecería de las propiedades necesarias para funcionar. Los plastificantes aumentan la flexibilidad del almidón gracias a su capacidad para disminuir la interacción entre los enlaces de hidrógeno internos de la cadena polimérica y, además, incrementan el espacio entre las moléculas (Mina et al., 2009).

Si bien, el almidón representa una alternativa ecológica y sostenible a los polímeros sintéticos derivados del petróleo —que han dominado el mercado mundial de los plásticos—, existen diferentes fuentes de almidón en la naturaleza, dentro de las cuales se pueden mencionar frutas como el plátano o mango, y tubérculos como la papa, camote, jícama y yuca; así como granos y cereales, entre otros. Todos están siendo estudiados para la elaboración de bioplásticos por diferencias en sus propiedades físicas y composición química.



Es importante mencionar que el almidón es un carbohidrato compuesto por dos estructuras poliméricas: la amilosa y la amilopectina. La amilosa se compone de numerosos anillos de glucosa unidos entre sí, formando largas cadenas lineales sin ramificaciones. Por otro lado, la amilopectina presenta una estructura ramificada, constituida igualmente por numerosos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas, pero con numerosas ramificaciones laterales cortas. Una adecuada relación amilosa-amilopectina, le confiere al bioplástico propiedades idóneas para la industria (Pech-Cohuo et al., 2022).

Debido esto, el maíz ha sido la fuente de almidón más utilizada para la producción de bioplásticos en el mundo; sin embargo, es necesario identificar fuentes no convencionales de almidón que no compitan con las fuentes alimenticias para la población.

Este enfoque refleja un compromiso con la soberanía alimentaria, el uso racional de recursos naturales y la protección al medio ambiente, destacando la importancia de redescubrir y valorar los recursos naturales que, como el árbol de ramón, han sido subestimados o ignorados por la industria moderna (Ríos-Soberanis et al., 2016).

Al respecto, se ha realizado un análisis de las características del almidón de ramón como posible recurso para la creación de bioplásticos y se han contrastado sus características con las del almidón más utilizado: el maíz. En la *Tabla 1* se presentan las composiciones proximales del almidón de ramón y de maíz, respectivamente.

**Tabla 1.** Composición proximal de almidón de ramón y de maíz.

Componente (%)	Ramón	Maíz
<b>Humedad</b>	7.4 ± 2.20	8.14 ± 1.94
<b>Cenizas</b>	0.4 ± 0.05	0.02 ± 0.01
<b>Grasa cruda</b>	0.47 ± 0.04	0.49 ± 0.04
<b>Fibra cruda</b>	1.27 ± 0.91	1.24 ± 0.72
<b>Proteína cruda</b>	0.12 ± 0.03	0.03 ± 0.03
<b>Extracto libre de nitrógeno</b>	90.16 ± 1.57	90.07 ± 1.20

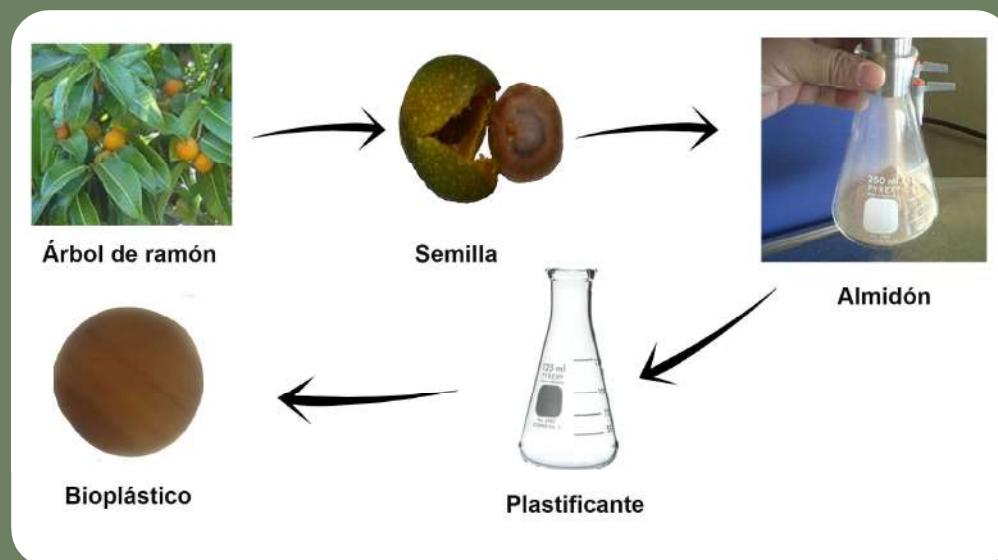


Acorde a los resultados, es posible identificar que la humedad contenida en el almidón de ramón es ligeramente inferior a la del maíz, un factor crucial dado que materiales con menores niveles de humedad tienden a ser más estables y menos susceptibles a la degradación. Por otro lado, la concentración de cenizas en el almidón de ramón supera notablemente a la del maíz. Una mayor cantidad de cenizas podría potenciar características como la rigidez y la resistencia térmica, generando oportunidades para aplicaciones que demanden estas especificaciones.

Los niveles de grasa y fibra cruda son similares entre ambos tipos de almidón, indicando que estas características no distinguen significativamente al almidón de ramón del maíz en cuanto a su utilidad para la fabricación de bioplásticos.

No obstante, la presencia de estos componentes orgánicos es vital para determinar la tasa de biodegradación del material resultante. La proporción de proteína cruda es baja en ambos casos, lo cual es relevante ya que las proteínas pueden afectar tanto la biodegradabilidad como las propiedades mecánicas del bioplástico, aunque su impacto podría ser menor debido a las escasas concentraciones presentes. La composición predominante de los constituyentes de ramón y maíz se debe al extracto libre de nitrógeno, esencialmente almidón, siendo sus proporciones muy similares. Esto sugiere que el almidón de ramón podría ser utilizado eficientemente como una alternativa de biomasa para la producción de bioplásticos, ofreciendo propiedades comparables a aquellos basados en el maíz (Pérez-Pacheco et al., 2014)

En la **Figura 1** se ilustra el proceso de obtención del bioplástico.



Estos resultados demuestran el potencial del almidón de ramón como una alternativa sostenible y ecológica a los biopolímeros y plásticos convencionales, abriendo nuevas vías para la innovación en materiales poliméricos con un menor impacto ambiental, cuidando la soberanía alimentaria al sustituir fuentes importantes de alimento para la población.

## Referencias

Mina, J. H., Valadez, A., Herrera-Franco, P. J., & Toledano, T. (2009). Influencia del tiempo de almacenamiento en las propiedades estructurales de un almidón termoplástico de yuca (TPS). *Ingeniería y competitividad*, 11(2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323541004>

Pech-Cohuo, S. C., Martín-López, H., Uribe-Calderón, J., González-Canché, N. G., Salgado-Tránsito, I., May-Pat, A., . . . Pacheco, N. (2022). Physicochemical, Mechanical, and Structural Properties of Bio-Active Films Based on Biological-Chemical Chitosan, a Novel Ramon (*Brosimum alicastrum*) Starch, and Quercetin. *Polymers*, 14(7), 1346. <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/7/1346>

Pérez-Pacheco, E., Moo-Huchin, V. M., Estrada-León, R. J., Ortiz-Fernández, A., May-Hernández, L. H., Ríos-Soberanis, C. R., & Betancur-Ancona, D. (2014). Isolation and characterization of starch obtained from *Brosimum alicastrum* Swartz Seeds. *Carbohydrate Polymers*, 101, 920-927. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.10.012>

Peters, C. M., & Pardo-Tejeda, E. (1982). *Brosimum alicastrum* (Moraceae): uses and potential in Mexico. *Economic Botany*, 36(2), 166-175. <https://doi.org/10.1007/BF02858712>

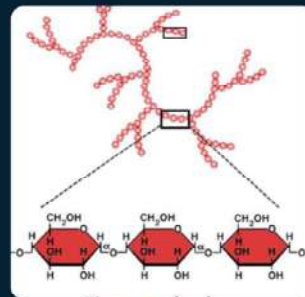
Ríos-Soberanis, C. R., Estrada-León, R. J., Moo-Huchin, V. M., Cabrera-Sierra, M. J., Cervantes-Uc, J. M., Bello-Pérez, L. A., & Pérez-Pacheco, E. (2016). Utilization of ramon seeds (*Brosimum alicastrum* swartz) as a new source material for thermoplastic starch production. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(47). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/app.44235>

## ALMIDÓN

Se sintetiza a manera de gránulos en los amiloplastos, siendo el hilio el punto de iniciación de la biosíntesis.

AMILOPLASTOS

GRÁNULOS DE ALMIDÓN



MOLÉCULAS DE GLUCOSA

# Productos cítricos (toronja, naranja dulce y limón) de Yucatán y su contenido de compuestos fenólicos.

**Autores:** Anahí López Martínez, Olga Lucila Ruiz Sabogal, Kevin Alejandro Avilés Betanzos, Nohemí del Carmen Reyes Vázquez, Ingrid Mayanin Rodríguez Buenfil, Manuel Octavio Ramírez Sucre

**Palabras clave:** fenoles, cítricos, flavonoides

## El interés por los compuestos fenólicos

Yucatán a nivel nacional ocupa el noveno lugar en superficie sembrada de cítricos con aproximadamente 21,000 hectáreas (SIAP 2021), donde la mayor parte abarca la naranja dulce, seguido del limón persa y otros cítricos como la mandarina y la toronja (Kú T, 2022).

Los cítricos tienen un aporte nutrimental en vitamina C de 30.0-50.6 mg/100gr de porción comestible, que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico previniendo diversas enfermedades. El consumo de frutas está estrechamente relacionado con un estilo de vida saludable, debido a que, por su gran cantidad de vitaminas y minerales, poseen propiedades benéficas, como la capacidad antioxidante, que ayudan a prevenir enfermedades crónicas (Ramírez 2022).

La capacidad antioxidante se define como el potencial de una sustancia o compuesto para inhibir o dificultar la oxidación de un sustrato comúnmente en cantidades pequeñas de <1% (Benítez, 2021). Su medición determina la biodisponibilidad de compuestos antioxidantes en los alimentos. La capacidad antioxidante tiene implicaciones en la salud humana por su actividad anticancerígena, diurética, antiinflamatoria, entre otras, debido a la presencia de compuestos fenólicos. Así mismo, la gran cantidad de estos compuestos, como la hesperidina, hesperetina y la naringina (flavonoides) toman hasta el 3% del peso seco en algunos cítricos (Solís, 2020).

Los compuestos fenólicos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos se denominan polifenoles (Figura 1). Los principales grupos de polifenoles son: ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides, los que presentan importantes propiedades biológicas, además de diferentes mecanismos de acción antioxidante, los cuales pueden estar mediados por reacciones de óxido - reducción o por captación de radicales libres (Hernández, 2022).

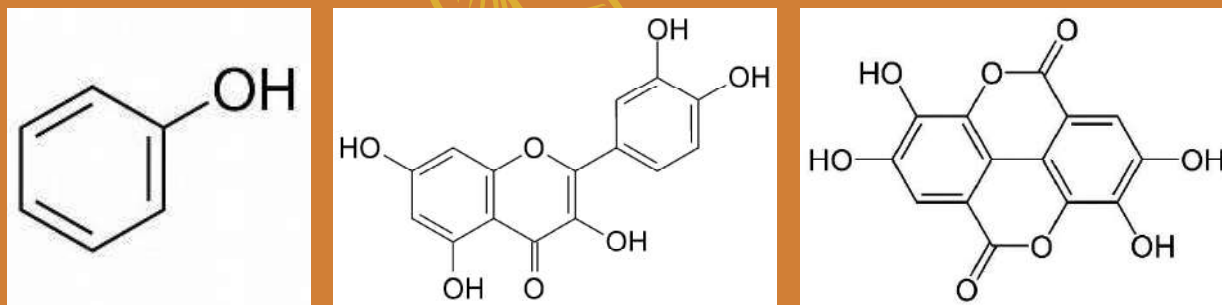


Figura 1. Estructura química de polifenoles (de izq a der): fenoles (fenol simple), flavonoides y taninos.

### Beneficios de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos (polifenoles y flavonoides) que inicialmente se utilizaron en la medicina tradicional, representan actualmente una de las tendencias de la farmacología moderna, donde uno de sus objetivos es el aprovechamiento de fuentes naturales para su utilización como tratamientos terapéuticos alternativos.

Los compuestos fenólicos tienen un alto potencial en la industria alimentaria y farmacéutica al contener actividades biológicas como antioxidantes, antidiabéticos, anticancerígenos, antiinflamatorios, analgésicos, vasodilatadores, antidepresivos, antihipertensivos, antitrombóticos, anticoagulantes, antimicrobianos (Vargas, 2018).

Los polifenoles (Figura 1) presentan grupos hidroxilos en los anillos aromáticos, los que son susceptibles a ser oxidados. Estos anillos aromáticos juegan un papel importante en las propiedades antioxidantes. Por su parte, los flavonoides constituyen la subclase de polifenoles más abundante dentro del reino vegetal y se clasifican dependiendo de sus variaciones estructurales en: flavonoles, flavonas, isoflavonas, y antocianidinas (Ramírez, 2022). Asimismo, los flavonoides, son de interés en la industria farmacéutica para la obtención de fármacos inocuos y efectivos para el tratamiento de diversas enfermedades (Ortiz, 2020), como la prevención de eventos aterotrombóticos, lo que impide la formación de trombos en el flujo sanguíneo. El Daflón es un medicamento que se encuentra en el mercado cuya patente se obtuvo en el año 2001 en los Estados Unidos y la Unión Europea, y sus principales activos son la diosmina y la hesperidina (flavonoides) indicados como tratamiento para la insuficiencia venosa y para el riesgo vascular (Solís, 2020). La hesperidina ayuda a mantener baja la presión arterial al reducir la permeabilidad capilar además de mostrar propiedades analgésicas, antiinflamatorias, diurética y antipiréticas (Solís, 2020). Lo que demuestra el potencial de la extracción de éstas moléculas a partir de otras fuentes como las cáscaras de los cítricos.

### La determinación de metabolitos

En el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), con apoyo del CONAHCYT, se han desarrollado investigaciones a partir de cítricos obtenidos de la región como naranja dulce (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*) y limón (*Citrus limon*). Dentro de los principales metabolitos con actividad biológica de este género se encuentran los compuestos fenólicos de tipo flavonoides los cuales se encuentran en las cáscaras y pulpa de los cítricos. Solís (2020), reporta que el flavonoide mayoritario para la toronja es la naringina, para la naranja es la hesperidina, mientras que para el limón es la rutina y la hesperidina.

En un estudio reciente en CIATEJ se realizó la cuantificación de polifenoles totales, de flavonoides y de la capacidad antioxidante en extractos cítricos obtenidos con una extracción asistida por ultrasonido de cáscaras de naranja dulce, toronja, y limón. Para lo anterior, las cáscaras fueron secadas por tres métodos: liofilización (Li), horno convencional (Ho), y por horno convectivo en charolas (Ch) (Figura 2). Para el proceso de liofilización, previamente, se congelaron las muestras a (-32°C/24h). Después se liofilizaron por 72h (-52°C / 0.280 mbar, reeZone 4.5 Liter Bentchop Freeze Dry System LABCONCO © Brand) hasta obtener un contenido de humedad entre 4.65% a 2.79%.



El proceso de secado Ho se realizó a 50°C por 48 horas (FE-929, Felisa), mientras que para Ch se realizó con un sistema de aireación a 32.4°C/24h (Jersa 2010, 148-09, México). Este último procedimiento se realizó para los tres tipos de cítricos (naranja dulce, toronja, y limón) y se añadió la naranja agria (*Citrus aurantium*), para el secado Ch por ser un cítrico de interés en la región. Las determinaciones de humedad se realizaron a una temperatura de 105°C hasta alcanzar peso constante en una termobalanza (OHAUS).

Una vez secas, las cáscaras se molieron en un molino de café (Braun, modelo KSM-2) hasta obtener una harina de un tamaño de partícula de 500 µm. Las harinas se colocaron y resguardaron en bolsas plásticas (tipo Ziploc®) forradas con papel aluminio, y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su uso posterior. Previo a realizar la extracción, las muestras se colocaron en un desecador (12h).



Figura 2. Proceso de secado por charola de cítricos (izq a der): secado; molienda, aspecto de la harina obtenida.

Los compuestos fenólicos y flavonoides son de naturaleza polar debido a que en su estructura poseen un gran número de grupos hidroxilos no sustituidos, por lo que son moderadamente solubles en solventes polares como: etanol, metanol, butanol y agua (Cartaya, 2001). Por esa razón, la extracción se realizó con dos solventes: etanol (Et, al 50%) y agua (Ag) y fue asistida con ultrasonido por baño sónico (30min, BRANSON®, 351, 42KHz, 120w)(Figura 3). Las extracciones asistidas por ultrasonido, facilitan la ruptura de la matriz vegetal, lo que permite la liberación de los compuestos de interés, en este caso, los metabolitos secundarios como fenoles y flavonoides (Avilés, 2023).

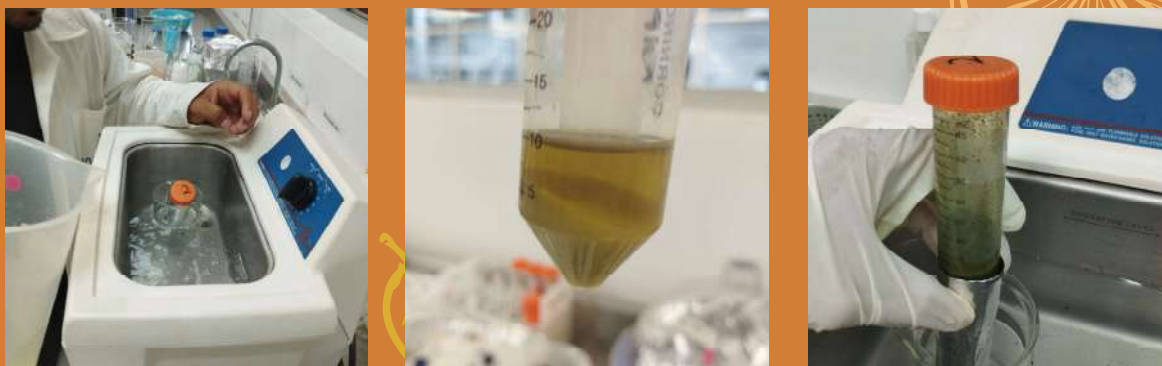


Figura 3. Proceso de extracción de compuesto fenólicos de cítricos (izq a der): baño sónico, aspecto de muestra sonicada, centrifugación (separación del sobrenadante)



## Resultados.

El tratamiento que logró la mayor extracción de los compuestos fenólicos fue el que empleó el secado por liofilización y el solvente de etanol (Li-Et), obteniéndose la cantidad más alta en toronja ( $181.65 \pm 15$  mg GAE/100 g muestra seca), seguida por limón ( $126.62 \pm 10$  mg de EAG/100 g de muestra seca) y por naranja dulce ( $106.19 \pm 10$  mg GAE/100 g muestra seca).

Las concentraciones más bajas de compuestos fenólicos se obtuvieron con el tratamiento secado por horno y utilizando agua al 50% como solvente, correspondiendo a la toronja, limón y naranja dulce en orden decreciente.

Cabe resaltar que para el tratamiento Ch-Ag donde se analizaron cuatro cítricos, la naranja agria obtuvo un mayor contenido de polifenoles totales con  $60.92 \pm 1$  mg GAE/100 g muestra seca ( $>$  a los  $49.36 \pm 2$  del tratamiento Ch-Et), seguido de la toronja ( $51.54 \pm 1$  mg GAE/100 g muestra seca), limón ( $50.85 \pm 5$  mg GAE/100 g muestra seca) y finalmente la naranja dulce ( $36.73 \pm 1$  mg GAE/100 g muestra seca).

Tabla 1. Contenido de polifenoles totales de cítricos de Yucatán, México.

Tratamiento	Polifenoles totales en cítricos (mg GAE/100 g muestra)		
	Toronja	Naranja dulce	Limón
Li-Et	$181.65 \pm 15$	$106.19 \pm 10$	$126.62 \pm 10$
Li-Ag	$91.87 \pm 1$	$87.84 \pm 3$	$119.87 \pm 4$
Ho-Et	$58.6 \pm 1$	$38.81 \pm 4$	$40.69 \pm 7$
Ho-Ag	$34.21 \pm 0,6$	$9.35 \pm 0,4$	$15.81 \pm 0,5$
Ch-Et	$54.4 \pm 3$	$38.75 \pm 0,6$	$31.77 \pm 4$
Ch-Ag	$51.54 \pm 1$	$36.73 \pm 1$	$50.85 \pm 5$

Nota: Procesos de secado: Li=liofilización, Ch= Charola; Ho= Horno; solventes utilizados: Ag= agua, Et= etanol (50%)

Los resultados para flavonoides totales (Tabla 2) determinaron que las mayores extracciones se obtuvieron con el tratamiento Ho-Et, con  $113.62$  y  $82.4$  mg Catequina/100g muestra seca para la toronja y limón, respectivamente. El método Ch-Et también presentó una buena extracción para toronja, naranja dulce, limón y naranja agria ( $99.76$ ,  $49.58$ ,  $78.77$ ,  $81.14$  mg Catequina/100g muestra seca), respectivamente.

Tabla 2. Contenido de flavonoides totales y la capacidad antioxidante de cítricos de Yucatán, México.

Tratamiento	Flavonoides totales (mg Catequina/100g muestra seca)			Capacidad antioxidante		
	Toronja	Naranja dulce	Limón	Toronja	Naranja dulce	Limón
Li-Et	$7.56 \pm 8$	$40.03 \pm 5$	$73.42 \pm 13$	$77.5 \pm 6$	$69.2 \pm 3$	$57.5 \pm 18$
Li-Ag	$4.94 \pm 2$	$27.64 \pm 2$	$38.45 \pm 0.1$	$89.0 \pm 1$	$79.1 \pm 5$	$85.2 \pm 04$
Ho-Et	$113.62 \pm 3$	$47.23 \pm 2$	$82.4 \pm 2$	$42.9 \pm 6$	$80.3 \pm 2$	$53.7 \pm 7$
Ho-Ag	$36.15 \pm 1$	$32.88 \pm 2$	$39.8 \pm 1$	$81.2 \pm 6$	$80.2 \pm 2$	$85.9 \pm 2$
Ch-Et	$99.76 \pm 17$	$49.58 \pm 1$	$78.77 \pm 5$	$64.9 \pm 7$	$58.4 \pm 10$	$49.6 \pm 6$
Ch-Ag	$40.36 \pm 2$	$34.57 \pm 4$	$31.78 \pm 1$	$35.5 \pm 1$	$41.7 \pm 3$	$46.4 \pm 4$

Nota: Li-Et=liofilización con etanol; Li-Ag= Liofilización con agua; Ho-Et=Horno con etanol; Ho-Ag= Horno con agua; Ch-Et= Charola con etanol; Ch-Ag=Charola con agua.

Para la capacidad antioxidante (Tabla 2) se encontró que con el tratamiento Li-Ag, se obtienen porcentajes de 89.0, 79.1 y 85.2% de inhibición para la toronja, naranja dulce y limón, respectivamente, lo que indica que los contenidos fenólicos en las cáscaras de estos cítricos poseen una alta capacidad antioxidante. En estudios preliminares con naranja agria, se obtuvo una mayor capacidad antioxidante con la extracción Ch-Ag ( $83.4\% \pm 3$ ) frente a la Ch-Et ( $79.3\% \pm 4$ ). Actualmente existe una extensa discusión sobre el consumo de compuestos con actividad antioxidante debiera realizarse con productos como parte de la dieta, o por medio de suplementos; en cualquier caso, la alta capacidad antioxidante indica que los compuestos de las cáscaras de estos cítricos pueden combatir los radicales libres que se acumulan en las células (generando daño a otras células), con un posible efecto protector frente a enfermedades como las cardiovasculares (Hernández, 2022).

#### Conclusiones

Los extractos de los distintos cítricos tuvieron presencia de fenoles y flavonoides, además de una alta capacidad antioxidante. Esta alta capacidad antioxidante se pueden aprovechar mediante su ingesta directa (si te atreves a consumir cáscaras de cítricos), como aditivos en forma de extractos (o extractos encapsulados) en la industria alimentaria para el desarrollo de productos funcionales o mediante su adición a suplementos o medicamentos para la atenuación de diversas enfermedades como cardiovasculares, diabetes, cáncer, depresión, o hipertensión, en la industria farmacéutica. En cualquier caso los compuestos cuantificados en los cítricos seleccionados es de gran importancia para la salud humana, ¿no crees?.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abarca-Vargas, R.; Petricevich, V. L. 2018. Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio*, 14(34), 33-38. <https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/111/61>
- Avilés-Betanzos, K. A.; Cauich-Rodríguez, J. V.; González-Ávila, M.; Scampicchio, M.; Morozova, K.; Ramírez-Sucre, M. O.; Rodríguez-Buenfil, I. M. 2023. Optimización de disolventes eutécticos naturales profundos para obtener un extracto rico en polifenoles de hojas de *Capsicum chinense* mediante sonda ultrasónica. *Procesos*, 11, 1729. <https://doi.org/10.3390/pr11061729>
- Baas-Dzul, L. V. 2014. Obtención de extractos polifenólicos con actividad biológica a partir de harinas elaboradas con subproductos de limón italiano. Tesis CIATEJ, 1-157. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/89/1/Lizzie%20Viviana%20Baas%20Dzul.pdf>
- Benítez, A.; Villanueva, J.; González, G.; Alcántar, V.; Puga, R.; Quintero, A. 2021. Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1-9, 2020. <http://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/244/307>
- Cadavid-González, J.; Ramírez-Guerrero, J.; Muñoz-Pérez, D. M.; Astudillo-Muñoz, E. Y. 2022. Compuestos fenólicos contenidos en diferentes alimentos colombianos. *Universidad Libre*. <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/25203/Revisi%c3%b3n%20sistem%c3%a1tica%20polifenoles.pdf?sequence=1>
- Cartaya, O.; Reynaldo, I. 2001. Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. *Cultivos Tropicales*, 22(2), 5-14. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215009001.pdf>
- Hernández-Moreno, L. V.; Salazar, J. R.; Pabón, L. C.; Hernández-Rodríguez, P. 2022. Actividad antioxidante y cuantificación de fenoles y flavonoides de plantas colombianas empleadas en infecciones urinarias. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 25(1), e1690. <http://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.1690>
- Kú-Tep, A. 2022. Un panorama de la citricultura a nivel mundial, nacional, estatal y municipal (Dzan). *Sociedad Científica de Dzan AC*, 1, 1. <https://www.socied.org/single-post/un-panorama-de-la-citricultura-a-nivel-mundial-nacional-estatal-y-municipal-dzan>
- Lizárraga-Velázquez, C. E.; Hernández, C.; González-Aguilar, G. A.; Basilio-Heredia, J. 2018. Propiedades antioxidantes e inmunoestimulantes de polifenoles en peces carnívoros de cultivo. *CienciaUAT*, 12, 2, 127-136. <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/904/423>
- Solís, E. 2020. Cítricos en la salud: enfermedades cardiovasculares. Tesis CIATEJ, 1-180. <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Citricos-en-la-salud-enfermedades-cardiovasculares/180>
- Vázquez-Ovando, A.; Mejía-Reyes, J. D.; García-Cabrera, K. E.; Velásquez-Ovalle, G. 2021. Antioxidant capacity: concepts, quantification methods and use for tropical fruits and derived products characterization. *Agrifood Sciences*, 9, 1. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/4023>

# Plantas vemos pero sus hongos no sabemos: la asociación ectomicorrizógena en la Península de Yucatán

**Autores:** Michael Oswaldo Uitzil-Colli, Julieta Alvarez-Manjarrez, Flor Elizabeth Herrera y Juan Pablo Pinzón  
**Palabras clave:** Micorrizas, Nyctaginaceae, Polygonaceae, Selva Alta Perennifolia, Selva Baja Caducifolia

Si eres yucateco o peninsular es probable que en algún momento de tu vida hayas estado dentro de la selva y seguramente recordarás la inmensa cantidad de árboles, arbustos y hierbas que la caracterizan. Pero, ¿alguna vez has pensado en los *kuxum* (hongos) que crecen allí? probablemente no. Si bien, los *kuxum* juegan un papel muy importante en el monte como descomponedores de madera y hojas, también existen aquellos que *Kaajtal* (viven en) las puntas de las raíces de los árboles; a esa interacción de las raíces con los hongos las llamamos como "micorrizas". Los hongos que participan en esta simbiosis pueden pasar desapercibidos pues su cuerpo se encuentra totalmente enterrado –a ese cuerpo fúngico le llamamos "micelio"-. Estos hongos, realizan una cooperación intercambiando nutrientes para sobrevivir, en el cual el *kuxum* le brinda al *Che'* (árbol) nitrógeno, agua, fósforo y otros, mientras que recíprocamente el árbol le comparte al hongo azúcares provenientes de la fotosíntesis.

La interacción de las micorrizas es tan importante que el 86% de las plantas del planeta tienen *kuxum* en sus raíces (Brundrett & Tedersoo, 2018). Esas plantas van desde las que tenemos en macetas, en las banquetas y jardines e incluso en la milpa como el maíz, el frijol, la calabaza, el jitomate y casi cualquier cultivo que se te ocurra, dependen de sus micorrizas para adquirir nutrientes del suelo. Y como seguramente te estás imaginando, también los hay en casi todos los ecosistemas terrestres, como: selvas, playas, bosques, desiertos, manglares, etc.



Dependiendo de la forma en que los hongos hacen contacto con la raíz las podemos clasificar en dos grupos: endomicorrizas y ectomicorrizas. *Endo* y *ecto* son vocablos del griego que significan dentro y encima, respectivamente, es decir hay hongos que están dentro de la raíz o por encima de ella. Particularmente, las ectomicorrizas (Figura 1) tienen a sus hongos encima de la raíz, en la cual el micelio crea un “manto” alrededor de las puntas de las raíces. Las ectomicorrizas son formadas por macrohongos, es decir aquellos hongos que son visibles a simple vista ya que mayormente durante la temporada de lluvias forman “esporomas” o estructuras de reproducción en forma de sombrilla (aunque existen una gran variedad de apariencias). La diversidad de los hongos que forman esta asociación se ha estimado hasta 25 mil especies alrededor del mundo (Tedersoo & Smith, 2013).

A escala mundial, Corrales y colaboradores (2018) han mencionado que algunas familias botánicas en las que se han observado ectomicorrizas en selvas o bosques son: Achatocarpaceae, Asteropeiaceae, Betulaceae, Cistaceae, Dipterocarpaceae, Fabaceae, Fagaceae, Gnetaceae, Goodeniaceae, Junglandaceae, Myrtaceae, Nothofagaceae, Nyctaginaceae, Phyllanthaceae, Pinaceae, Polygonaceae y Sarcocaulaceae.

Si bien en la Península de Yucatán existen muchas de esas familias, no todos sus miembros pueden realizar esta asociación. Sin embargo, podemos enlistar a partir de la bibliografía (CICY, 2024) a 20 especies de cinco familias de plantas que pueden ser capaces de formar la asociación ectomicorrizógena en el Mayab. Dentro de Fagaceae está la especie *Quercus oleoides* también conocido como encino; en Nyctaginaceae destacan *Guapira costaricana*, *Neea choriophylla*, *N. psychotrioides* ambas llamadas *Ta'tsi'* y *Pisonia aculeata* o también conocida como *Béeb*. En Pinaceae *Pinus caribaea* var. *hondurensis* que lo conocemos como *Jujuub-pino*. En Polygonaceae encontramos a varias especies del género *Coccoloba*, como *C. acapulcensis* el *Tóon yúul*, *C. barbadensis* el *Boob chi'ich'*, *C. belizensis*, *C. cozumelensis* el *Boob*, *C. diversifolia* o *uvero*, *C. humboldtii*, *C. ortizii*, *C. reflexiflora*, *C. spicata* o *Boob*, *C. swartzii*, y *C. uvifera* el *N'iche'*, además de *Gymnopodium floribundum* el famoso *Dzidzilché*, *Neomillspaughia emarginata* que le decimos *Sak iitsa'* y *Ruprechtia chiapensis*. Mientras que en Salicaceae se encuentra la especie *Salix humboldtiana*. Es importante mencionar que algunas de estas especies son endémicas de la región y que poseen diversos usos: melíferas, colorantes, medicinales, maderables o frutales y algunas se encuentran amenazadas es decir en riesgo de desaparecer como *Pinus caribaea*, *Coccoloba ortizii*, *C. reflexiflora*, *C. spicata* y *Salix humboldtiana*.

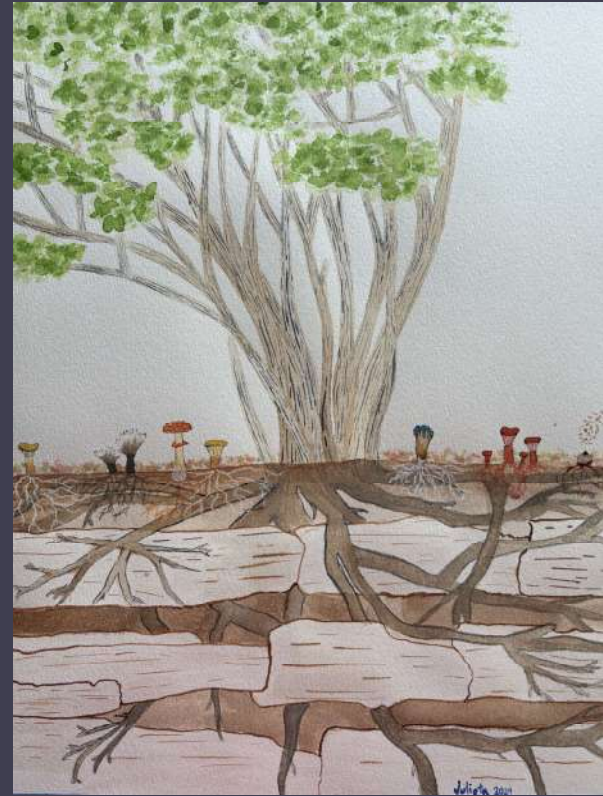
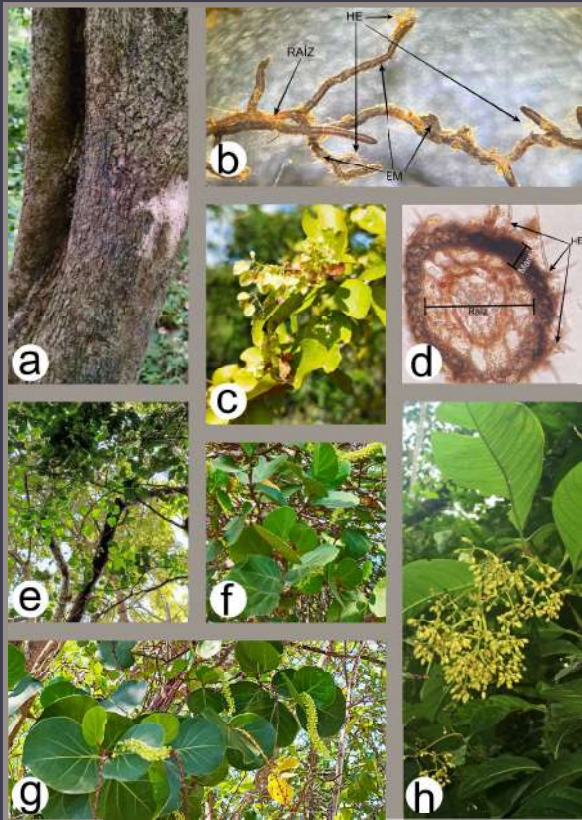


Figura. 1: Representación artística de la asociación ectomicorrizógena del Dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*) y sus macrohongos, una especie emblemática de la Península de Yucatán. Créditos: J. Alvarez-Manjarrez.



En la Península de Yucatán el conocimiento sobre la funga existente es escaso, a pesar de que se tienen registros desde el siglo XIX (Guzmán, 2003). En cuanto al registro de hongos que forman ectomicorrizas se han realizado recolectas de esporomas en campo desde el 2018, durante la temporada de lluvia en diversos sitios de la región. Con estas actividades, hasta el momento se han encontrado un total de 50 especies, 30 géneros, 19 familias, 11 órdenes y 2 filos (Figura 2). Entre estas especies destacan *Amanita silvatica*, *A. yucatanensis*, *Clavulina arboreiparva*, *Inocybe tropicale*, *Gloeocantharellus albidocarneus*, *G. calakmulensis* y *Octaviania ciqroensis* los cuales presentan pocos avistamientos, escasos especímenes de herbarios y posiblemente una distribución restringida a la Península de Yucatán. A su vez, se encuentran especies comestibles como *Cantharellus coccolobae* y *Tremelloscypha gelatinosa*, y potencialmente comestibles de los géneros *Amanita*, *Russula* y *Lactifluus*. Por otro lado, tras haber empezado el muestreo de hongos en la Península y sobre todo en Yucatán, nos hemos percatado de que tenemos varias nuevas especies para la ciencia, que hace falta “bautizar” con nombre y apellido científico.

Figura. 2: Árboles capaces de realizar la asociación ectomicorrizógena en la Península de Yucatán y visión microscópica de la ectomicorriza. A) Tronco de *Coccoloba barbadensis*; B) Vista en el microscopio estereoscópico de una raíz con ectomicorriza de *Coccoloba spicata* (las flechas indican: HE= Hifas Emanentes, EM=Ectomicorriza); C) Flores y hojas de *Gymnopodium floribundum*; D) Micro corte de raíz micorrizada de *C. spicata*, en el cual puede verse el manto fúngico característico de la ectomicorriza; E) Hojas de *C. barbadensis*; F) y G) Hojas y flores de *C. uvifera*; y H) Hojas y flores de *Neea psychotrioides*. Créditos: J.P. Pinzón y F.E. Herrera.

Finalmente, gracias a los avances tecnológicos de los estudios con ADN (el material genético), nos han permitido conocer la diversidad de organismos que se encuentran en cualquier cosa que se te ocurra. En este caso, queremos contarte que los estudios metagenómicos del suelo, han señalado a la Península de Yucatán como un área de endemismo de hongos. Dicho en otras palabras, el Mayab tiene especies de hongos muy peculiares que, en ninguna otra parte del mundo existen. Lo que resulta únicamente equiparable con selvas tropicales como las del Amazonas, el Oeste y Centro de África, Sri Lanka y Nueva Caledonia (Tedersoo et al., 2022). Por ello, la Península de Yucatán es un sitio privilegiado que tiene muchísimos hongos extremadamente “yucatecos” aún por descubrir y que debido a las tasas de deforestación y cambios de usos de suelo que se viven en la región pueden desaparecer. Por eso, es necesario incentivar el estudio sobre su diversidad, ecología y proponer medidas para su conservación.



Figura. 3: Diversidad de hongos ectomicorrizógenos presentes en la Península de Yucatán. A) *Amanita coacta*, B) *Thelephora* sp., C) *Lactifluus nebulosus*, D) *Tropicoboletus ruborculus*, E) *Ramaria* sp., F) *Scleroderma nitidum*, G) *Cantharellus coccolobae*, H) *Phaeoclavulina zippeli*. Créditos: M.O. Uitzil-Colli y J.P. Pinzón.



#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brundrett, M. C., & Tedersoo, L. (2018). Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *The New Phytologist*, 220(4), 1108–1115. <https://doi.org/10.1111/nph.14976>
- Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. (2024). Flora de la Península de Yucatán. Recuperado el 11 de mayo del 2024 de: [https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice\\_busqueda.php](https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php)
- Corrales, A., Henkel, T.W. y Smith, M.E. (2018). Ectomycorrhizal associations in the tropics—biogeography, diversity patterns and ecosystem roles. *New Phytologist* 220:1076–1091.
- Guzmán, G. (2003). Fungi in the Maya Culture: Past, present and future. En: Gómez-Pompa, A., Allen, A.F., Fedick, S.L. y Jiménez-Osornio J.J. (Eds.). *The Lowland Maya Area*. Food Products Press, Nueva York. Pp. 315–325.
- Tedersoo, L., Mykryukov, V., Zizka, A., Bahram, M. et al. (2022). Global patterns in endemism and vulnerability of soil fungi. *Global Change Biology* 28: 6696–6710.
- Tedersoo, L., & Smith, M. E. (2013). Lineages of ectomycorrhizal fungi revisited: Foraging strategies and novel lineages revealed by sequences from belowground. *Fungal Biology Reviews*, 27(3), 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2013.09.001>

# Nuggets de pulpo: una innovación científica y deliciosa

**Autores:** Erick Rodolfo Montes Hernández, Elida Gastélum Martínez, María Dolores García Parra, Ingrid Mayanin Rodríguez Buenfil, Manuel Octavio Ramírez Sucre

**Palabras clave:** Pulpo maya, pulpo rojo, *Octopus maya*, alto valor agregado, Nuggets de pulpo; proteína vegetal

Los pulpos son organismos marinos invertebrados de la categoría taxonómica denominada Cephalopoda, la cual se distingue del resto de moluscos por su desarrollada zona cefálica, donde la parte oral está rodeada por apéndices móviles equipados con ventosas y ganchos. Además, de un sobresaliente sistema nervioso<sup>1</sup>. En México se encuentran principalmente dos especies, el pulpo rojo (*Octopus maya*) y el pulpo común (*Octopus vulgaris*) (Figura 1).



Figura 1. Pulpo común (izq) y pulpo maya (der) (Bryant, 2012; Jman, 2012).

Este organismo desempeña un papel fundamental como recurso marino para el consumo humano, gracias a su valioso aporte nutricional. En 2020, en el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) Subsede Sureste, se llevaron a cabo estudios con el objetivo de determinar la composición nutricional del pulpo maya (*Octopus maya*). Por ejemplo, en el puerto de Las Coloradas, ubicado en Yucatán, se encontró que el pulpo contiene 3.2% de fibra dietética total, 1.3% de grasas, 14.6% de proteínas, 2.9% de fibra cruda y 114.1 mg de colesterol, lo que lo hace una excelente fuente de proteínas con un bajo contenido de grasas.

El Estado de Yucatán es el principal productor de pulpo a nivel nacional, registrando 29 mil 605 toneladas en 2021. Asimismo, durante la última década, su producción a nivel nacional ha experimentado una tasa media de crecimiento anual del 3.65%<sup>2</sup>. Esta significativa producción es relevante en el contexto de la creciente búsqueda de alternativas alimentarias innovadoras en el sector alimentario. Sin embargo, a pesar de esta tendencia, la oferta de productos derivados del pulpo sigue siendo limitada. Por ejemplo, se encuentran disponibles productos como *carpaccio* de pulpo (congelado), pulpo en su tinta (enlatado), pulpo en aceite vegetal (enlatado) y pulpo al ajillo (enlatado), entre otros.

En este contexto, surgió la idea de desarrollar un producto con un alto valor agregado derivado del pulpo maya, dada su importancia a nivel regional. Los *nuggets* de pulpo representan una alternativa innovadora e interesante para diversificar la oferta gastronómica local por su practicidad y versatilidad.

Los *nuggets* son un alimento mayormente elaborado empleando carne de pollo. Esta se mezcla con diversos condimentos, se moldea, se reviste con pan molido, pasa por una etapa de pre-fritura, se congela y finalmente pasa por un proceso final de fritura<sup>3</sup>. Se trata de un alimento congelado de rápida elaboración. En 2020, el consumo mundial de *nuggets* fue de 20 millones de toneladas, siendo Estados Unidos, China, Brasil y la Unión Europea los principales consumidores<sup>4</sup>. En el caso de México, el consumo per cápita fue de 2.2 kg<sup>5</sup>, y se espera que el mercado global alcance un valor de 250,000 millones de dólares para 2028<sup>6</sup>. Hoy en día, es frecuente encontrarlos incluidos en los menús diseñados especialmente para infantes debido a su atractivo aspecto<sup>7</sup>

Previamente en el CIATEJ, se llevó a cabo la formulación de *nuggets* de pulpo maya (*Octopus maya*) adicionando distintas proporciones de pollo con gran "éxito" en cuanto a sabor y textura, sin embargo, para elaborar *nuggets* que puedan ser considerados nutritivos, se requiere de la adición de otros nutrimentos como proteínas vegetales, ya que esta adición ofrece un perfil nutricional más completo que también brinda diversos beneficios para la salud. Debido a lo anterior, se sustituyó al pollo por proteínas vegetales de soya (*Glycine max*), semillas de calabaza (*Cucurbita maxima*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*).

#### Proteína vegetal: *nuggets* más saludables

Los granos de soya (100 g) poseen carbohidratos en un rango del 15 al 35%, mientras que las proteínas, que incluyen aminoácidos esenciales como la tirosina, isoleucina, histidina y lisina representan un 35-40%, (Figura 2), además de lípidos con aproximadamente un 2-3% de fosfolípidos, siendo la lecitina el más destacado entre ellos<sup>8</sup>. Por otra parte, las semillas de calabaza contienen 24% de proteína, 49% de lípidos y 7% de carbohidratos, con aminoácidos que incluyen la glutamina, arginina, leucina, prolina, serina, treonina y lisina<sup>9</sup>. Finalmente, las semillas de quinoa contienen entre 12 y 18% de proteína y de 4 a 9% de grasa. Los aminoácidos esenciales presentes en la quinoa incluyen la lisina, valina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina y triptófano<sup>10</sup>. Lo anterior hace a estos tres alimentos una opción atractiva para la elaboración de *nuggets* más nutritivos.

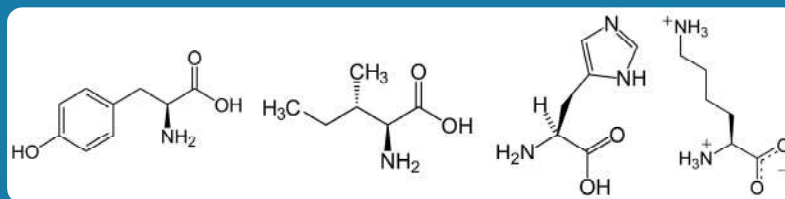


Figura 2. Estructura química de la tirosina, isoleucina, histidina y lisina (de izq a der) (Benjah, 2006 & Neurotiker, 2007 & Mills, 2009).



### Aceite: compañero inseparable de los *nuggets*

Los aceites son compuestos orgánicos formados principalmente por triglicéridos, son inmiscibles con el agua y solubles en lípidos. Los ácidos grasos saturados se oxidan menos que los insaturados, debido a sus enlaces dobles que reaccionan con el oxígeno<sup>11</sup>. Estos últimos, al ser procesados más rápidamente por nuestro organismo, ofrecen beneficios significativos para la salud. En este estudio, se utilizaron aceites vegetales de canola, girasol y oliva para el freído, buscando un impacto positivo en la salud.

El aceite de canola contiene 6% de ácidos grasos saturados, 61% de ácidos grasos monoinsaturados y 29% de ácidos grasos poliinsaturados. Además, presenta un 20% de ácido linoleico y 9% de  $\alpha$ -linolénico (Figura 3), lo que lo posiciona como un aceite esencial para evitar y regular enfermedades inflamatorias<sup>12, 13</sup>. En el caso del aceite de girasol, contiene un 62% de ácidos grasos poliinsaturados, 12% de ácidos grasos saturados, 63-78% de ácido linoleico y 0.06% de ácido  $\alpha$ -linolénico. El ácido oleico es el principal ácido graso monoinsaturado, mientras que el ácido esteárico es el principal ácido graso saturado. Por otro lado, el aceite de oliva contiene un 17% de ácidos grasos saturados, 71% de grasas monoinsaturadas, 11% de grasas poliinsaturadas y 72-79% de ácido oleico. Además, incluye compuestos fenólicos antioxidantes como oleuropeína e hidroxitirosol<sup>11</sup>. La incorporación de estos tres aceites vegetales hace que su empleo sea una elección interesante para el freído de *nuggets* de pulpo.

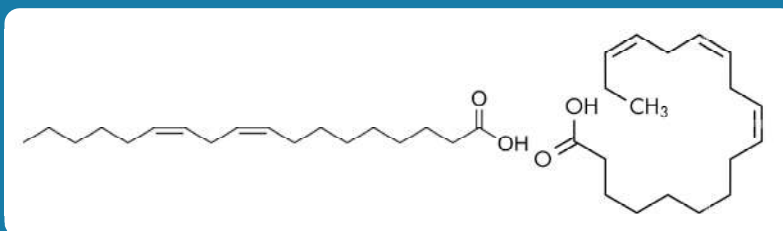


Figura 3. Estructura química del ácido linoleico (izq) y ácido  $\alpha$ -linolénico (der)(Med Chem Express, s.f & Alamy, 2021).

Por lo anterior, se elaboraron *nuggets* de pulpo adicionados con proteína vegetal (harinas comerciales de soya y quinoa, con la misma proporción de proteína:grasa, balance de acuerdo con etiqueta nutricional) (Figura 4), con el objetivo de evaluar el efecto de esta adición y el uso de aceite de canola, mediante análisis físicos (color, humedad), reológicos (viscosidad, viscoelasticidad, en pasta de *nuggets*), y texturales (análisis del perfil de textura, en *nuggets* freídos). Por ejemplo, para la dureza (del perfil de textura) los *nuggets* de quinoa presentaron un valor de 12.8 N, mientras que los de soya presentaron un valor significativamente más bajo de 6.3 N. Por otro lado, el color amarillo (parámetro  $b^*$ ) también presentó valores significativamente diferentes de 26.8 y 20.1 unidades para soya y quinoa, respectivamente. Lo anterior representa impactos en la calidad de textura y color, ya que en función de éstas -y otras-, se decidirá 1) en planta, el tipo de proteína a elegirse, 2) en dirección (el/la empresario/a), el lanzamiento del producto final que se busca introducir al mercado y 3) por parte del cliente, su elección de compra con respecto a otros *nuggets* en el mercado.



Figura 4. Aspecto de *nuggets* de pulpo adicionados con proteína vegetal de: soya (arriba) y quinoa (abajo), antes (izq) y después del proceso de freído (der).

Estos *nuggets* no sólo diversifican las opciones gastronómicas de la región, sino que también ofrece una alternativa nutritiva derivada de este organismo marino. Esta innovación promete enriquecer tanto la cocina local como la salud de sus consumidores, y estamos entusiasmados por compartir más detalles pronto.

Esperamos contarles más de esta innovación en breve.

#### Referencias:

- Díaz, J. et al. (2000). Calamares y Pulpos (Mollusca: Cephalopoda) del Mar Caribe Colombiano. Redalyc. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/491/49110205.pdf>
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca CONAPESCA. (2021). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. URL: [https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2021/ANUARIO\\_ESTADISTICO\\_DE\\_ACUACULTURA\\_Y\\_PESCA\\_2021.pdf](https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2021/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2021.pdf)
- Freitas, A. et al. (2005). Uso de farinha de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) cv. monalisa em misturas para cobertura de empanados de frango [Utilización de harina de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. monalisa en mezclas para rebozar pollo empanizado]. Ciencias Exactas y de la Tierra, Ciencias e Ingenierías Agrícolas.
- Statista. (2023). Global chicken nuggets market size from 2012 to 2027. [Tamaño del mercado mundial de nuggets de pollo de 2012 a 2027]. URL: <https://www.statista.com/>
- INEGI. (2023). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2020. URL: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/>
- Grand View Research. (2023). Chicken Nuggets Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product (Chicken, Others), by Distribution Channel (Offline, Online), by Region, and Segment Forecasts, 2023-2028. [Informe de análisis de tendencias, participación y tamaño del mercado de nuggets de pollo por producto (pollo, otros), por canal de distribución (fuera de línea, en línea), por región y pronósticos de segmento, 2023-2028]. URL: <https://www.grandviewresearch.com/>
- Procuraduría Federal del Consumidor PROFECO. (2021). Nuggets de Pollo. URL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/627110/ESTUDIO\\_CALIDAD\\_NUGGETS\\_DE\\_POLLO.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/627110/ESTUDIO_CALIDAD_NUGGETS_DE_POLLO.pdf)
- Rosas, M. (2006). Soja. Elsevier. Vol. 25. Núm. 2. Páginas 80-86. URL: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-soja-13084465>
- Rössel, D. et al. (2018). Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. URL: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v10n21/2007-0705-ns-10-21-61.pdf>
- Rojas, W. et al. (2016). La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. Scielo Vol.3(2):114-124. URL: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rriarn/v3n2/v3n2\\_a01.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rriarn/v3n2/v3n2_a01.pdf)
- Durán, S. et al. (2015). Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. Nutrición Hospitalaria, vol. 32, núm. 1, pp. 11-19. URL: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112015000700004](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000700004)
- Giacopini, M. & Bosch, V. (2008). Efecto de dietas con aceites de palma, girasol o pescado sobre la susceptibilidad a la oxidación de las lipoproteínas LDL - HDL del plasma de la rata. An Venez Nutr. 21 : 20-24.
- Giacopini, M. et al. (2011). Estudio comparativo del consumo de aceite de oliva virgen o sêje sobre el perfil lipídico y la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) del plasma de rata. Arch Latinoamer Nutr. 61:143-148.

# Fauna marina de Yucatán: Accidentes, prevención y atención

**Autores:** Oswaldo Huchim-Lara, Andrea Cervera-Rosado, Alexandra Margaret Stuart-Aguiar, Nicté-Há Asunción Fuentes-Canto, Gregorio Cetina-Sauri, Herbert Puga-Matú, Silvia Salas-Márquez

**Palabras clave:** fauna marina, accidentes, lesiones, primeros auxilios

Una de las actividades recreativas para mitigar el sofocante calor de Yucatán es visitar alguna de sus playas y refrescarse en sus aguas. Esas aguas del Golfo de México, caracterizadas por un oleaje suave y de un tono verde esmeralda que nos invita a nadar en ellas. Pero, ¡cuidado! A pesar de esa aparente tranquilidad, existen algunas especies marinas que, a pesar de no ser agresivas, el contacto accidental con ellas puede producir afectaciones a nuestra salud. Estos organismos los podemos encontrar entre y sobre la arena, nadando en la columna de agua o flotando en la superficie, por lo que debemos estar alertas. Conozcamos las características de algunas especies, los síntomas que producen y las medidas de primeros auxilios que podemos realizar.

Sobre la arena podemos encontrar a los **erizos de mar**. Estos equinodermos mantienen un equilibrio en el fondo marino al alimentarse de pastos y algas, y permiten el crecimiento de los corales. Son recolectados por los pescadores debido a sus propiedades nutricionales en la cocina gourmet. Habitan tanto en aguas profundas como en someras, pero es en estas últimas donde ocurren cerca del 50 % de los accidentes. Los piquetes de las espinas suceden al pisarlos o tocarlos sin precaución, siendo los pies y las manos las zonas más afectadas. El piquete genera dolor agudo y sangrado, enrojecimiento de la zona y, en ocasiones, puede oscurecerse por la tinta de las espinas. La intensidad de los síntomas dependerá del número de espinas incrustadas y la susceptibilidad de cada persona. Las medidas de atención incluyen lavar la zona afectada, remover las espinas remanentes y remojar la zona en agua caliente tolerable, cuidando que no ocurran quemaduras.



Descansando, escondiéndose o esperando una presa, están entre la arena el **pez piedra** (*Synaceia verrucosa*) y la **raya marina**. El **pez piedra** habita en aguas poco profundas y cambia su color con el de las piedras, pastos y fondo arenoso en donde se posa, por lo que a veces es imperceptible, lo cual puede provocar accidentes al pisarlos o tocarlos. Sus 13 espinas afiladas en la aleta dorsal, con capacidad de penetrar el calzado de goma, poseen cada una hasta 10 miligramos de veneno, considerado de los más potentes entre la fauna marina. El veneno causa un dolor intenso, insoportable, que se extiende rápidamente a toda la extremidad afectada. Además, pueden presentarse náuseas, vómitos, problemas del corazón, delirio, convulsiones e inflamación de los pulmones. Las muertes relacionadas con el envenenamiento ocurren en las primeras horas posteriores al piquete. Inclusive después de morir el pez, sus espinas pueden causar envenenamiento hasta por 24 horas. Las medidas de atención incluyen sumergir el área afectada en agua caliente, administrar algún analgésico y acudir al médico para valorar la necesidad de la vacuna antitetánica y tratamiento antibiótico. Las **rayas** tienen en la cola entre uno y cuatro agujones aserrados que pueden llegar a medir hasta 20 centímetros. Existen varias especies de rayas en la costa yucateca y no todas poseen veneno, pero las que contienen, causan un dolor agudo e intenso, el cual puede generar ansiedad, taquicardia, sudoración fría, náuseas, vómitos y relajación de esfínteres. Alrededor de la herida se genera una inflamación y enrojecimiento; posteriormente, de no atenderse, se puede desarrollar una infección en la herida. Las muertes por piquete de raya son causadas por organismos de gran tamaño o por la afectación de algún órgano vital.

Originario del Indo-Pacífico, el **pez león** (*Pterois volitans*) nada tranquilamente en las aguas del Golfo de México y del Mar Caribe amenazando el ecosistema por su voracidad y porque no tiene depredador alguno. Aunque su tamaño no supera los 50 centímetros y el kilogramo de peso, las 18 espinas distribuidas en todo su cuerpo tienen un veneno que emplea como defensa. El veneno se libera apenas la espina toca la piel del ser humano y genera un dolor intenso, inaguantable que se extiende por toda la región afectada y puede durar hasta 12 horas. La zona puede inflamarse, palidecer, quedar dura, aparentar un moretón y pueden asimismo producirse ampollas en la zona del piquete. Aunque no es común, algunas personas experimentan una disminución de la presión, dificultad para respirar e incluso un paro cardiorrespiratorio. ¿Qué hacer? Asegurarse de que no hayan quedado espinas incrustadas, lavar con agua limpia, sumergir en agua caliente a una temperatura tolerable y tomar algún analgésico; si las heridas son considerables, visitar al médico para valorar la necesidad de un antibiótico para la prevención de infecciones. Si el agujón es muy profundo, debe removerse en un centro de salud.

Tabla 1. Comparación de los síntomas causados por los organismos marinos de Yucatán

Cual navío impulsado por el viento en búsqueda de nuevos horizontes, flotando por el mar, viaja la **fragata portuguesa** (*Physalia physalis*). Aunque habitualmente se encuentra en mar abierto, los cambios en las mareas y vientos pueden arrastrarlas hasta las playas. Sus tentáculos, que miden hasta 50 centímetros, poseen un veneno almacenado en los más de un millón de "nematocisto (cápsula)" por centímetro cuadrado. El veneno genera un dolor intenso, irritación de la zona, náuseas, vómitos, hasta dificultad para respirar y paro cardiorrespiratorio. Pueden quedar cicatrices en donde los tentáculos entraron en contacto con la piel. Se recomienda lavar con agua fría, preferentemente de mar, colocar compresas frías para atenuar el dolor y visitar al médico por las complicaciones que puedan presentarse.

Por consecuencia de las heridas descritas anteriormente, aunque éstas sean leves en su mayoría, se han llegado a reportar defunciones, por lo que, aunque las primeras atenciones pueden implementarse en el lugar del accidente, es recomendable visitar el centro de salud más cercano para una valoración. Las precauciones incluyen evitar tocar estos organismos aun cuando luzcan apacibles, arrastrar los pies al caminar dentro del agua para remover la arena y alejar a los animales que estén enterrados, y estar alerta ante cualquier información relacionada con la presencia de especies dañinas como marea roja o arribada de especies. La información presentada anteriormente forma parte de las actividades incluidas en el entrenamiento de primeros auxilios para el fortalecimiento de capacidades de pescadores yucatecos en el Centro de Simulación Montagne de la Universidad Marista de Mérida.

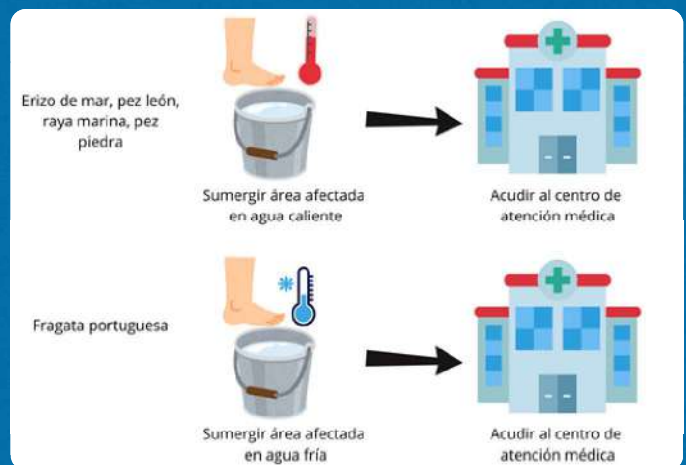
Referencias.

Haddad Junior, V. (2021). Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Biological and Clinical Guide to Trauma and Envenomation Cases. Springer Nature.  
 Schwartz, Z., Cohen, M. & Lipner, S. R. (2021). Sea urchin injuries: a review and clinical approach algorithm. Journal of Dermatological Treatment, 32(2), 150-156.  
 Vetrano, S. J., Lebowitz, J. B. & Marcus, S. (2002). Lionfish envenomation. The Journal of Emergency Medicine, 23(4), 379-382.



Figura 1. Algunos de los principales organismos marinos de la costa de Yucatán.  
 Nota. A) erizo de mar; B) pez león; C) raya marina; D) fragata portuguesa; E) pez piedra

Figura 2. Acciones de primeros auxilios ante accidentes con fauna marina



# La vida oculta de las dunas costeras

**Autores:** Guadarrama-Chávez, María Patricia y Muñoz-Guerrero, Eduardo  
**Palabras clave:** Servicios ambientales, Perturbaciones antrópicas, Restauración

Las dunas costeras son más que simples acumulaciones de arena formadas paralelamente al mar. Podemos señalar que no son bancos para la extracción de arena o áreas para recorrer con vehículos todo terreno, y la vegetación que se establece sobre ellas, no son solo “hierbas” que bloquean nuestra vista al océano. En realidad, las dunas costeras son ecosistemas altamente diversos y vitales, que proporcionan servicios a los seres humanos, que aún no apreciamos en su justa medida. Pero antes de profundizar en los beneficios que ofrecen, es esencial comprender mejor estos valiosos ecosistemas.

¿Qué son las dunas costeras?

Son formaciones arenosas moldeadas por la acción continua del viento, las mareas y el oleaje (Zaitsev, 2012). Sobre ellas, se desarrolla vegetación que juega un papel crucial en la acumulación y consolidación de la arena, a través del desarrollo de sus raíces, las asociaciones que establece con microorganismos y la producción de materia orgánica (Guadarrama y Ramos-Zapata, 2020; Rodríguez *et al.*, 2011). En las primeras dunas cercanas a la playa, donde la arena es poco consolidada, se establecen especies rastreras y herbáceas capaces de soportar el enterramiento. En contraste, en las dunas situadas más internamente, se establecen especies de mayor altura, como arbustos y árboles debido a que el sustrato no es solo arena, sino ya es un suelo enriquecido con mayor cantidad de materia orgánica en comparación con las dunas cercanas a la playa.



¿Por qué son diversas las dunas costeras?

Existe una notable variedad de especies vegetales, con diferentes características y hábitos de crecimiento, que se distribuyen a lo largo del gradiente que va de la playa hacia tierra adentro. Por ejemplo: en las dunas cercanas a la playa encontramos especies rastreras y herbáceas altamente tolerantes a la salinidad y a la intensa radiación solar; estas plantas son capaces de crecer en suelos con escasos nutrientes y poca agua dulce. Después de estas dunas, es posible encontrar hondonadas inundables donde se desarrollan especies vegetales adaptadas a la inundación. Mientras que, en las dunas más alejadas de la playa crecen especies de mayor altura que desarrollan raíces profundas como arbustos, árboles y palmeras. Estas plantas proporcionan una estructura más estable, lo que les permite soportar tormentas y huracanes. Esta distribución y diversidad de formas de vida, que van desde hierbas hasta árboles, no solo contribuye a proporcionar variedad de hábitats, sino que también provee de alimentos a una gran cantidad de organismos.

De esta manera, encontramos una alta riqueza de fauna, aunque difícil de descubrir; ya que la mayoría de estos organismos son de hábitos nocturnos, característica que les permite evitar las extremas temperaturas diurnas. Entre ellos, encontramos insectos, como las abejas, moscas y hormigas que polinizan las flores; reptiles, como las tortugas marinas que anidan en las primeras dunas; mamíferos como los zorros grises, los coatíes y los murciélagos; aves residentes como los cardenales, y migratorias como los playeros diminutos (*Calidris alba*) y los playeros pihuiú (*Tringa semipalmata*). Además, en el suelo, también encontramos una gran diversidad de microorganismos como bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrizógenos capaces de absorber fósforo y otros elementos para transferirlos a las raíces de las plantas.

¿Qué servicios prestan las dunas costeras a la población?

Las dunas costeras, además de proporcionar hábitat y alimento a una gran cantidad de animales, ofrecen diversos servicios que benefician a los seres humanos. Actúan como barreras de protección ante tormentas y huracanes, salvaguardando a la población (Miller *et al.*, 2010), retienen la aspersión salina, lo que evita la corrosión en la infraestructura, y mejora la calidad de los mantos acuíferos al funcionar como zonas de filtración de agua de lluvia y participar en el ciclo del agua. Además, las dunas costeras son espacios estéticos inigualables, con gran importancia espiritual y recreativa (Martínez *et al.*, 2007).



¿Qué acciones causan deterioro de las dunas costeras?

A pesar de la importancia y los numerosos beneficios que obtenemos de las dunas costeras, estos ecosistemas enfrentan diversas problemáticas, principalmente, asociadas a actividades humanas, que causan perturbaciones antropogénicas como la eliminación del ecosistema dunar para la construcción de viviendas y desarrollo de infraestructura (carreteras, marinas y puertos de altura), así como el uso industrial, comercial y acuícola que se lleva a cabo en las costas. Cuando estas actividades se desarrollan sin una adecuada gestión, causan la pérdida de biodiversidad y alteran los procesos naturales que ocurren en estos ambientes (Martínez *et al.*, 2013).

Cabe señalar que una de las actividades que genera un impacto significativo en la costa es el turismo. Aunque es considerado un valioso motor para el desarrollo socioeconómico en diversas zonas de la Península de Yucatán, puede tener repercusiones negativas para el medio ambiente si no se desarrolla de una forma sustentable (Guadarrama y Ramos-Zapata, 2020). Un claro ejemplo, es el puerto de Sisal, donde la belleza escénica y características medioambientales atraen a un gran flujo de visitantes, a pesar de que los servicios turísticos sean limitados (restaurantes, sanitarios, transporte, etc.) (López-Maldonado y Castillo-Burguete, 2010). Además, el turismo ha sido impulsado por la declaración del puerto de Sisal como "Pueblo Mágico" en 2020 (SECTUR, 2020). Este desarrollo turístico no gestionado adecuadamente tiene un impacto negativo en los ecosistemas naturales, incluidos los manglares, petenes, selva baja caducifolia inundable y dunas costeras.

El ecosistema de dunas costeras de Sisal, en particular, se ve afectado por el desmonte de vegetación en la zona de matorral con el objetivo de construir residencias y edificios de departamentos frente al mar. Asimismo, se elimina vegetación para la apertura de accesos a la playa para peatones y vehículos automotores, también se pueden encontrar basureros clandestinos y jaurías de perros que pernoctan sobre las dunas. Asimismo, se han colocado palapas con materiales perecederos en los bordes de las primeras dunas o sobre ellas, lo que ha disminuido su cobertura. Cabe señalar que aunado a ello, se ha detectado la llegada de especies invasoras que a la larga pueden tener un impacto negativo sobre la flora y fauna nativa.





¿Qué acciones se llevan a cabo para revertir el deterioro?

La Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI-Sisal), Facultad de Ciencias, UNAM está impulsando estrategias de conservación y programas de rehabilitación con especies nativas producidas en sus instalaciones. Asimismo se ha elaborado un proyecto que tiene por objetivo erradicar especies invasoras promoviendo la siembra de especies nativas, también se realizan actividades de educación ambiental y talleres encaminados a la concientización sobre las consecuencias negativas de la eliminación de la cobertura vegetal costera, así como las repercusiones del mal manejo de los residuos que genera la basura, y la importancia de disminuir residuos a través de la realización de composta. Estas actividades se desarrollan en colaboración con diferentes agrupaciones de la comunidad, incluyendo prestadores de servicios turísticos, pequeños comerciantes, grupos locales interesados en la protección del medio ambiente, así como instituciones educativas, particularmente la escuela primaria Amado Nervo y las mismas autoridades locales. Unidos podemos lograr revertir el deterioro de las dunas costeras de Sisal.

Agradecimientos a las agrupaciones Reciclando Dunas, Áak kuxtal Sisal, Playa Platino limpio por naturaleza, Cinema Paradiso Sisal, Descubre Sisal, Ziz-Ha Mariscos y Ecoturismo Sociedad Cooperativa, Amigas del Manglar y la Duna, Kalanbio A.C., el Ayuntamiento de Hunucmá, el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC) y los proyectos PPD México y Fundación Bepensa.

Referencias bibliográficas:

1. Guadarrama, P. y Ramos-Zapata J. (2020). Importancia de las micorrizas como estrategia de restauración en la duna costera de Yucatán. *Bioagrociencias* 13(2):38-47.
2. López-Maldonado, Y. y Castillo-Burguete, T. (2010). Turismo cultural en una comunidad de la costa de Yucatán. Estudio de caso. *Topofilia. Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales* 2(1).
3. Martínez, M., Hesp, P., Gallego-Fernández, J. (2013). Coastal Dunes: Human Impact and Need for Restoration. In: Martínez, M., Gallego-Fernández, J., Hesp, P. (eds) *Restoration of Coastal Dunes*. Springer Series on Environmental Management. Springer, Berlin, Heidelberg.
4. Martínez, M., Intralawan, A., Vazquez, G., Perez-Maqueo, O., Sutton, P. y Landgrave R. (2007). The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. *Ecological Economics* 63(2), 254-272.
5. Miller, T., Gornish, E. y Buckley H. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. *Plant Ecology* 206(1), 97-104
6. Rodrigues, R., Mascarenhas, A. y Jagtap, T. (2011). An evaluation of flora from coastal sand dunes of India: Rationale for conservation and management. *Ocean & Coastal Management* 54(1), 181-188.
7. SECTUR. (2020, Enero). Anuncia la secretaria de turismo once nuevos Pueblos Mágicos. <https://www.gob.mx/sectur/prensa/anuncia-la-secretaria-de-turismo-once-nuevos-pueblos-magicos>
8. Zaitsev, Y. (2012). A key role of sandy beaches in the marine environment. *Journal Black Sea/Mediterranean Environment* 18(2), 114-12.



# Islas de calor por efecto del cambio de uso de suelo asociado al crecimiento poblacional en la península de Yucatán, México.

**Autores:** Nayeli A. Patlán-García, Ma. Eugenia Allende-Arandía, Erika D. López-Espinoza

**Palabras clave:** Islas de Calor Urbanas, Cambio de Uso de Suelo, crecimiento poblacional, sistema climático

El ser humano deja huella en el planeta. Su influencia en el medio ambiente causa un impacto en los recursos ecosistémicos por medio de factores transformadores. Estos factores son derivados de las actividades antropogénicas asociadas a la explotación de los recursos naturales, lo que ha causado un gran deterioro ambiental, provocando que los ecosistemas se vean fuertemente amenazados.

El cambio de uso de suelo (CUS) es uno de los factores que afecta la pérdida de ecosistemas, que a su vez impacta en los procesos de interacción entre lo biótico (componentes vivos) y lo abiótico (componentes físicos y químicos). Una alteración directa derivada del CUS es el cambio en los patrones de la dinámica atmosférica, la cual tiene un papel fundamental en los procesos locales y regionales, además de contribuir al cambio climático. Los cambios más evidentes en las condiciones meteorológicas que tienen un efecto a largo plazo son el aumento de la temperatura del aire y como consecuencia un cambio en la intensidad y dirección del viento. Por lo anterior, la planeación del crecimiento urbano, así como el manejo, la protección y conservación de los recursos naturales es de vital importancia para el equilibrio del sistema.

Patlán-García (2022) realizó un análisis del CUS en las últimas dos décadas y una proyección de dos décadas a futuro para seis ciudades costeras ubicadas en la península de Yucatán (Fig. 1). Se definió como año de control el 2016 y se reportaron los cambios de 1996 a 2036.

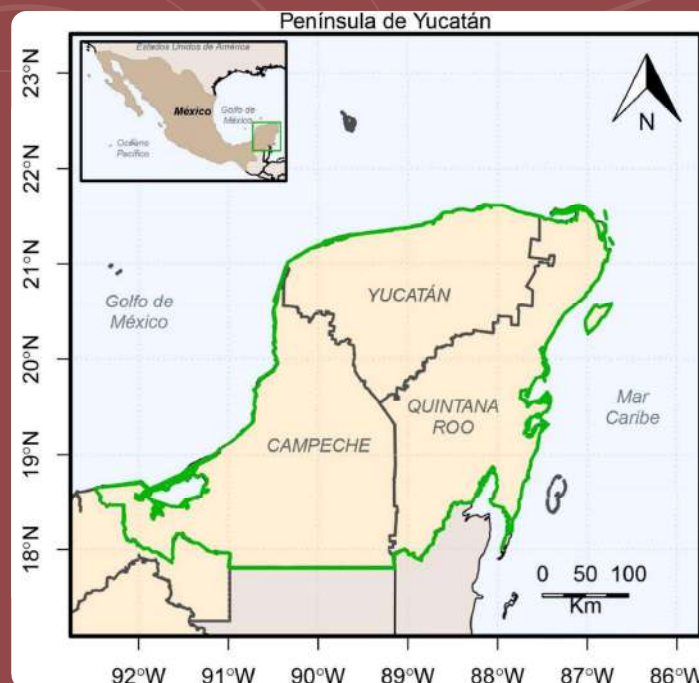


Figura 1. Ubicación geográfica de la península de Yucatán (PY). La PY se encuentra delimitada por el color verde.

Para identificar el efecto del CUS se utilizaron modelos numéricos, que nos permitieron analizar múltiples variables atmosféricas para una gran extensión de terreno a lo largo del tiempo. Lo más importante de los experimentos numéricos fue haber actualizado el mapa base de uso de suelo al 2016 (de acuerdo con la última categorización del INEGI, Fig. 2) y haber modificado los polígonos de las zonas urbanas hacia atrás (1996) y hacia adelante (2036) en el tiempo (Fig. 3), proponiendo escenarios de crecimiento urbano para cada localidad (Fig. 4). A partir de 1996 se calculó linealmente el CUS en las seis ubicaciones (Fig. 5) y posteriormente se analizó su efecto en la temperatura del aire y la velocidad del viento.

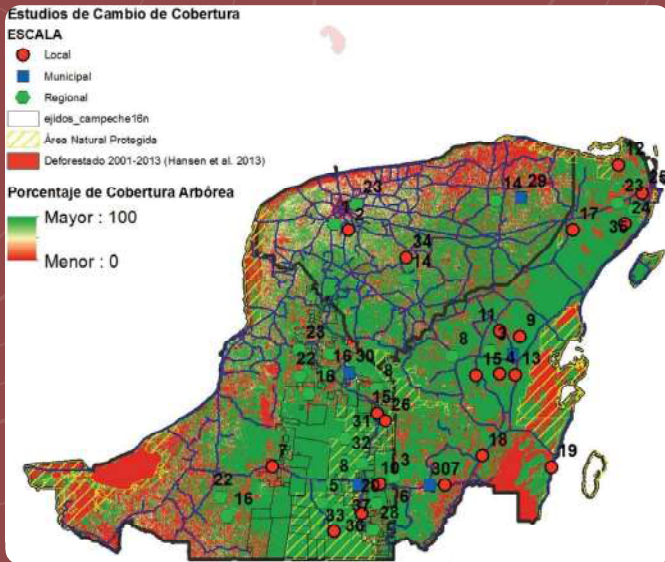


Figura 2. Porcentaje de cobertura y uso de suelo en la PY categorizado por escala de análisis (local, municipal y regional) reportado en las publicaciones seleccionadas del artículo de Ellis et al., (2017).

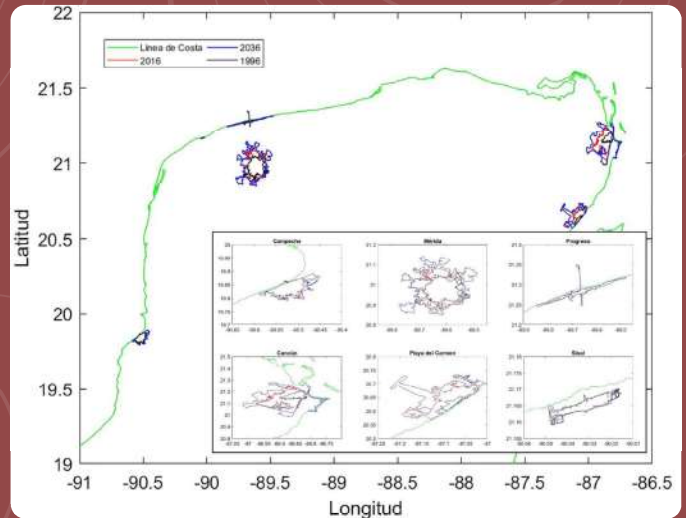


Figura 3. Polígonos de cada localidad de estudio para 1996, 2016 y 2036. Año de referencia 2016. Fuente: Google Earth Pro 2019.

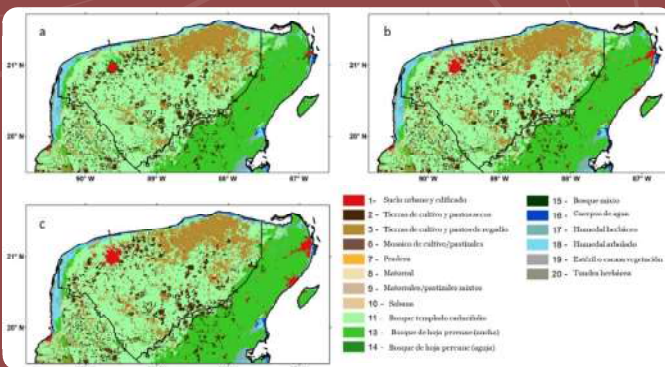


Figura 4. Clasificación y uso de suelo empleado en las modelaciones numéricas. a) mancha urbana 1996, b) con condiciones actuales de mancha urbana (serie VI homologada) (2016) y c) mancha urbana proyectada a 2036.

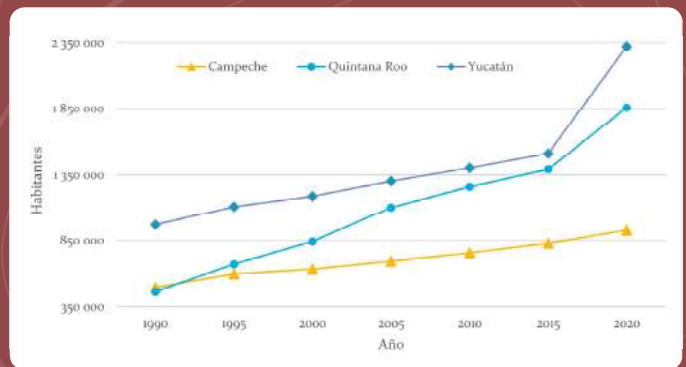


Figura 5. Crecimiento poblacional en la PY (número de habitantes). Fuente: INEGI 2019 y 2020.

Los resultados obtenidos muestran que en las ciudades donde el área urbana aumentó significativamente (419% al 2016), como la ciudad de Cancún, Quintana Roo, los cambios en las condiciones atmosféricas fueron evidentes, en relación a las localidades donde el CUS fue mínimo (12.5% de 2006-2016), como es el caso de la localidad de Sisal, Yucatán. Se encontró que el crecimiento urbano en las ciudades de Cancún, Mérida y Playa del Carmen, provocó un aumento en la temperatura del aire sobre la superficie urbanizada, generando un efecto de isla de calor urbana con diferencias de hasta  $0.8^{\circ}\text{C}$  con respecto a 1996 (Fig. 6). Por otro lado, se obtuvo una diferencia de la magnitud del viento de hasta  $1.5\text{ ms}^{-1}$  entre el año 2036 y 2016 en las tres ciudades antes mencionadas (Fig. 7). En el caso de Mérida, Playa del Carmen y Campeche el efecto de la fricción generado por la expansión en la cobertura urbana sugiere una disminución de la velocidad del viento. Sin embargo, en el caso particular de Cancún se observó que la magnitud del viento aumentó, debido al incremento en el gradiente térmico, el cual resultó ser más relevante que el efecto de la fricción en superficie.

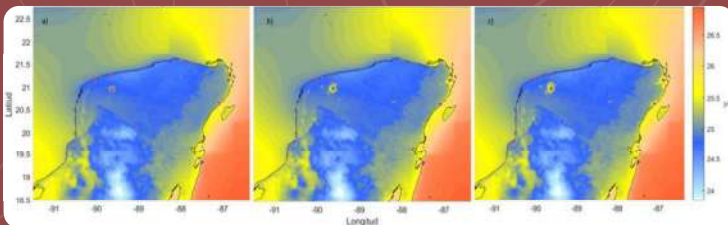


Figura 6. Promedios anuales de la temperatura del aire en la PY para: a) 1996, b) 2016 y c) 2036. Los asteriscos morados muestran la ubicación de las localidades de estudio.

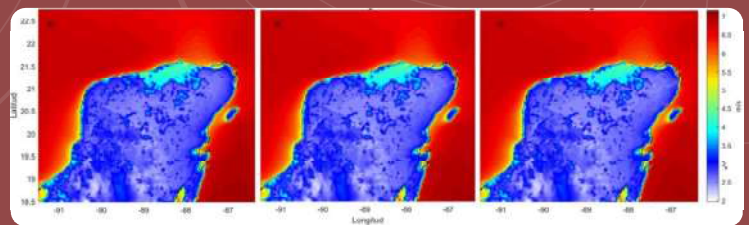


Figura 7. Promedios anuales de la magnitud del viento en la PY para: a) 1996, b) 2016 y c) 2036. Los asteriscos morados muestran la ubicación de las localidades de estudio.

De este trabajo podemos concluir que: a) estos estudios no sólo deberían de estar asociados al crecimiento poblacional sino también al CUS asociado a las actividades económicas (agricultura, ganadería, deforestación); b) es necesario considerar más escenarios de CUS y analizar otras variables ambientales que puedan servir como indicadores de cambio; c) sugerimos el análisis de flujos de calor, la interacción superficie-atmósfera, efecto de la rugosidad, patrones de precipitación y composición físico-química de la atmósfera; d) es prioritario el manejo costero integrado, para asegurar el bienestar socio-ecológico y un desarrollo sostenible local y regional; e) los tomadores de decisiones deberán considerar los impactos del CUS en las variables atmosféricas, para que el sistema responda de manera adecuada a estos cambios y no como eventos extremos que tengan consecuencias negativas; f) los planes de ordenamiento territorial deberán considerar y estimar los posibles impactos frente a una rápida urbanización.

El estudio de los impactos ecosistémicos es una necesidad socioeconómica, política y ambiental, puesto que al reconocer los riesgos que podrían ocurrir a futuro y las consecuencias ambientales asociadas, se hace imprescindible tomar acciones, gestionando y planificando adecuadamente el CUS en la región.

El 17% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero son producto del CUS (Fig. 8), ya que la "planeación" urbana desintegrada e ineficiente, genera la dispersión y fragmentación del suelo.

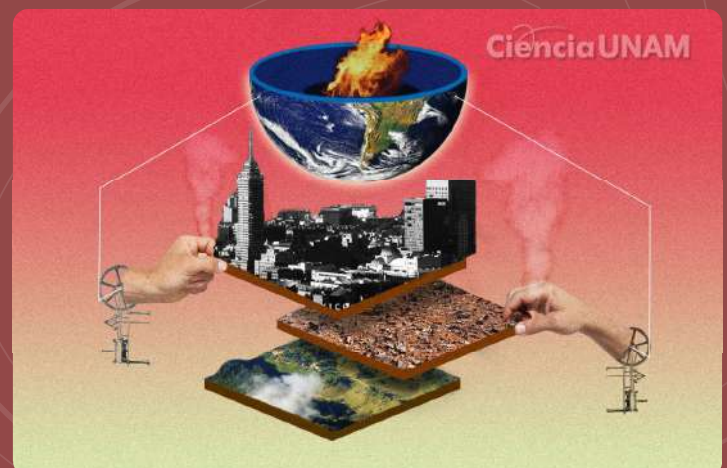


Figura 8. Cambio de uso de suelo. Fuente: Ciencia UNAM.

Por lo anterior, es importante fortalecer el diálogo entre los distintos niveles de gobierno, involucrar a los gobiernos locales en el diseño, actualización e implementación de las estrategias, mejorar la integración vertical y la coordinación entre los niveles de gobierno para asegurar una articulación con los planes de desarrollo, mejorar la coherencia política y aumentar la conciencia climática.

# Los primeros auxilios: una necesidad en la vida laboral y diaria

**Autores:** Oswaldo Huchim-Lara, Nicté-Há Asunción Fuentes-Canto, Alexandra Margaret Stuart-Aguilar, Andrea Cervera-Rosado, Gregorio Cetina-Sauri, Herbert Puga-Matú

**Palabras clave:** Primeros auxilios, enfermedades cardiovasculares, entrenamiento, simuladores médicos

En una mañana soleada, jugando entre una hortaliza, Don Vito Corleone (El Padrino II) muere ante los ojos de su nieto; en la planta nuclear de Springfield, Homero Simpson (Los Simpsons) cae ante su jefe perdiendo el conocimiento mientras es despedido por su ineficacia laboral; ambos sufrieron una parada cardíaca. Pasa en la ficción, pasa en la realidad. Los estilos de vida de la población (inactividad física, mala alimentación, estrés, entre otros) están relacionados con la presencia de enfermedades crónicas como la diabetes, la hipertensión, la obesidad y las dislipidemias (incremento del colesterol y triglicéridos). Todas estas patologías se asocian, a su vez, con el padecimiento de enfermedades cardiovasculares, las cuales, son de suma importancia para la salud pública de México.

Entre los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD por sus siglas inglés), México es uno de los tres países que en los últimos años no mostraron una disminución en las muertes por enfermedades isquémicas del corazón; por el contrario, estas han aumentado. Esto se asocia principalmente con el incremento del número de personas con diabetes y obesidad. Además, en ese mismo reporte se resalta que en México la sobrevivencia después de un infarto es menor que en otros países, ya que el 25 % de los afectados muere dentro del primer mes después de ser atendido en un hospital, esto es preocupante. Sin lugar a dudas, la infraestructura de los servicios de salud influye en tal porcentaje, así como también la atención temprana del infarto, ya que la gran mayoría de las paradas cardíacas ocurren en la vía pública o en el hogar ante la presencia de un familiar.



A pesar de que es ampliamente conocido que el pronóstico, la sobrevivencia y la disminución de secuelas tras un paro cardíaco mejoran con la resucitación cardiopulmonar (RCP), el número de personas infartadas que recibe primeros auxilios es alarmantemente bajo. Con base en lo anterior, surgen las preguntas: ¿cuántos de nosotros tenemos el conocimiento para realizar primeros auxilios? ¿Cuántos hemos presenciado un paro cardíaco y decidido participar en su atención? Sin temor a equivocarnos, son muy pocas las personas en México que poseen las habilidades para brindar primeros auxilios. ¿Por qué? Porque, a diferencia de otros países como España, Irlanda, Noruega, Canadá, entre otros, en donde la enseñanza de primeros auxilios inicia desde la educación primaria, en nuestro país no forma parte de la currícula escolar. Aunado a lo anterior, los lugares que imparten este tipo de cursos son limitados y, a veces costosos, debido a la tecnología de los simuladores empleados en el entrenamiento.

Por otro lado, se ha observado que el entrenamiento en primeros auxilios a personas no relacionadas con la salud permite generar un impacto social, por lo que una de las principales medidas propuestas por los organismos internacionales es la capacitación masiva para la disminución de la mortalidad por paro cardíaco. Además, el empleo de simuladores de alta fidelidad permite una mayor retención del conocimiento y de las habilidades, así como una evaluación más objetiva del aprendizaje, lo cual, ha sido corroborado mediante diversos estudios de investigación.

El Centro de Simulación Montagne de la Universidad Marista de Mérida es un hospital virtual en donde los alumnos de las escuelas de Medicina, Fisioterapia y Nutrición tienen un espacio de aprendizaje por medio de la interacción con los simuladores de alta fidelidad que, programados por las ingenieras biomédicas, recrean escenarios de situaciones y enfermedades reales. Adicionalmente, cuenta con médicos instructores avalados por la Asociación Americana del Corazón para la impartición de los cursos de primeros auxilios. Estos cursos básicamente incluyen la reanimación cardiopulmonar (RCP) con solo manos, obstrucción de vía aérea por un cuerpo extraño (OVACE) y la posición lateral de seguridad (PLS). El entrenamiento de RCP se realiza con simuladores que indican en tiempo real en una pantalla el ritmo, profundidad y efectividad de las compresiones, con esto, el practicante tiene una retroalimentación que le permite corregir sus compresiones. La atención de la OVACE es mediante la compresión abdominal en un maniquí con un objeto introducido en la vía aérea, el cual, si la compresión es adecuada, será expulsado. La PLS consiste en colocar el maniquí en una postura que impida que pueda ahogarse con sus fluidos u objetos mientras está inconsciente, pero respirando. Todo es evaluado mediante rúbricas validadas con apoyo de pasantes de la Licenciatura de Médico Cirujano, entrenadas para esta actividad.



Estos cursos, si bien son impartidos para los estudiantes maristas de las licenciaturas relacionadas con la salud, personal de mantenimiento, administrativo y docente; también se ofertan a todo público, empresas e instituciones que deseen adquirir las habilidades en primeros auxilios. Dado que la pesca es, por un lado, una de las principales actividades económicas y de sustento, pero también por otro lado, es de las más peligrosas y de mayor riesgo de accidentes; desde el inicio de actividades del Centro de Simulación en 2015, se han entrenado a más de 100 pescadores de la costa oriente de Yucatán, a los cuales, además del curso básico, se incluyeron la atención de heridas sangrantes y por fauna marina, así como la remoción de anzuelo. Con esto se espera que los pescadores puedan atender alguna situación de emergencia en lo que consiguen ayuda especializada. Con este ejemplo, la Universidad Marista de Mérida, a través del Centro de Simulación, reafirma su misión de servicio a la comunidad y en particular a los grupos vulnerables mediante el fortalecimiento de capacidades de las personas para que puedan brindar primeros auxilios y con ello mejorar el pronóstico de los accidentados. En el caso de los pescadores, el haber sido entrenados, no solamente permitirá la atención de sus pares durante sus operaciones de pesca, sino también de los habitantes de sus comunidades de residencia en caso de necesitarlos.

#### Referencias

- Jensen, T. W., Ersbøll, A. K., Folke, F., Wolthers, S. A., Andersen, M. P., Blomberg, S. N., Anderse, L. B., Lippert, F., Torp-Pedersen C. & Christensen, H. C. (2023). Training in Basic Life Support and Bystander-Performed Cardiopulmonary Resuscitation and Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrests in Denmark, 2005 to 2019. *JAMA network open*, 6(3), e233338-e233338.
- OECD (2023), *Health at a Glance 2023: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/7a7afb35-en>.
- Soar, J., Maconochie, I., Wyckoff, M. H., Olasveengen, T. M., Singletary, E. M., Greif, R. & Fran Hazinski, M. (2022). 2022 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces. *Circulation*, 140(24), e826-e880.
- Thorgeirsson, G., Thorgeirsson, G., Sigvaldason, H. & Witteman, J. (2005). Risk factors for out-of-hospital cardiac arrest: the Reykjavik Study. *European Heart Journal*, 26(15), 1499-1505.



# “Son del diablo”. Género y educación sexual en los nuevos libros de texto gratuitos en México

**Autora:** Dra. Maricela Guzmán Cáceres

**Palabras clave:** Educación sexual, educación básica, libros de texto gratuitos, conservadurismo, cultura, LGBT+, género

La educación escolar y la educación en la familia tienen un vínculo indisoluble en la formación de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes. A partir del año 1959, cuando se creó la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos (CONALITEG), esta organización es la que se encarga de distribuir año con año, los libros de texto gratuitos y obligatorios en las escuelas públicas y privadas de nivel básico en México. Durante el ciclo escolar 2023-2024 se estrenaron libros de texto gratuitos y obligatorios para educación primaria, que han causado una gran polémica en la sociedad en general y particularmente en las asociaciones de padres y madres de familia, debido a que, en todos los grados, se incluyen temas de educación sexual, equidad de género y diversidad sexual.

## La Nueva Escuela Mexicana

La Nueva Escuela Mexicana es el nombre del proyecto educativo implementado por el gobierno del presidente de México, Andrés Manuel López Obrador, teniendo como uno de sus objetivos cerrar la brecha entre escuelas privadas y públicas, bajo el principio de la mejora continua en la educación. El alcance de la Nueva Escuela Mexicana va más allá de los límites del salón de clases y de los centros educativos, pues se busca que desde la educación se forme a personas que tengan conciencia de la equidad de género, de la diversidad y la inclusión, incluyendo las relaciones económicas, sociales y culturales. Los nuevos libros de texto gratuito responden a esta finalidad, constituyendo un cambio radical en contenidos, estrategias pedagógicas y didácticas, respecto a los anteriores.





## Escándalo y rechazo públicos por los nuevos libros de texto

Desde que se dieron a conocer los nuevos libros de texto, padres y madres de familia, sectores políticos de derecha, académicos y religiosos manifestaron su inconformidad por los contenidos, sobre todo en dos aspectos: el tratamiento de lo que denominan “ideología de género” y “propaganda LGBTQ+” y la inclusión de la tendencia ideológica “marxista”, “comunista” –que muchos de estos actores le atribuyen al gobierno de López Obrador–.

A mediados del año 2023, en prácticamente todos los medios de comunicación y redes sociales, el escándalo por los nuevos libros de texto se hizo notar durante semanas (Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos, 2023a, 2023b). La movilización nacional denominada “En defensa de la educación” tuvo como objetivo, en principio, impedir que los libros se repartieran en las escuelas; y si esto sucedía, que no llegaran a las manos de los niños y niñas. De ahí que se instara a dejar los libros abandonados en el patio escolar.

Algunas de las declaraciones de los manifestantes, que los medios destacaron, fueron que hay “ideología de género” y “anomalía en la educación sexual” en los nuevos libros de texto, y que se promueve la masturbación y “se pervierten” a los menores de edad (Alanís Carreón, 2023, 1 de agosto; Rubio Badillo, 2023, 25 de mayo) En Toluca, vestidas de blanco, unas 200 personas portando imágenes religiosas y mantas se manifestaron, destacando el caso de cuatro adultos que portaban un letrero que decía “CON LOS NIÑOS NO”, estando flanqueados por dos personas que sostenían imágenes de la virgen de Guadalupe. (Ríos, 2023, 27 de agosto; Campos, 2023, 27 de agosto).

El discurso homofóbico fue patente en la mayoría de las marchas en contra de los nuevos libros de texto, reclamando que los niños no necesitan la “ideología de género y adoctrinamiento LGBTQ+”, tampoco la “incitación a la sexualidad temprana”, la “promoción de la transexualidad”, el “intercambio de roles de género” y el “lenguaje distorsionado” en las escuelas (La Jornada, 2023, 27 de agosto; Vera, 2023, 27 de agosto; Cozatl, 2023, 18 de agosto).

En un contexto rural e indígena, padres y madres de familia de San Antonio el Monte, Chiapas, quemaron más de 100 libros de texto gratuitos de la SEP por considerar sus contenidos “no aptos” (Forbes Staff, 2023, 21 de agosto). Les prendieron fuego, arguyendo que “son del diablo” y enseñan el “comunismo” y el “homosexualismo” (Europa Press, 2023, 21 de agosto).



### Los contenidos incómodos

Los libros de todos los grados de educación primaria abordan temas de equidad de género de forma didáctica, amena; muestran casos de mujeres que han triunfado en ciencia, tecnología, deportes; motivan a las niñas diciéndoles "TÚ TAMBIÉN PUEDES"; y promueven su empoderamiento.

Respecto a la educación sexual y la diversidad de género, hay contenidos sobre el desarrollo sexual que buscan naturalizar los procesos, en los que se aborda, por ejemplo, la menstruación y las distintas formas en las que se concibe según las culturas –en algunas, se piensa como algo impuro, y en otras, como algo sagrado. Para mostrar los cambios en el desarrollo sexual de los niños, hay una actividad que ha generado las mayores polémicas: se pide que todo el grupo elabore una maqueta del órgano sexual masculino en el que se simula una eyaculación con pintura blanca, lo cual para los padres constituye una incitación a la masturbación.

En cuanto a la diversidad sexual, desde el primer grado de primaria se plantea la existencia de familias homoparentales o lesbomaternales; asimismo, en el libro de segundo año de primaria, se hace una exhaustiva explicación de la diferencia entre sexo de nacimiento, orientación sexual e identidad sexual, lo cual constituye un desacierto, pues los niños de 7 años están en una edad cognoscitiva que les impide comprender tal información.

### Conclusión: La disputa por la educación sexual

Para medir la urgencia de la educación sexual en México, basta mencionar que según el sitio Pornhub, en el año 2023, México ocupó el cuarto lugar a nivel mundial respecto a consumo de material pornográfico, solo superado por Estados Unidos y Francia, constituyéndose así en el primero en Latinoamérica (Carrasco, 2023). Por otra parte, en México, en promedio, cada día, 20 niñas menores de 15 años se convierten en madres (García, 2024). Respecto a la incidencia de enfermedades de transmisión sexual, en nuestro país los adolescentes son el segundo grupo de importancia porque no sólo están en riesgo de contraer una ETS, sino también de embarazos no deseados (Huerta Mendoza, 2022, 16 de diciembre), de ahí la importancia de que desde edades tempranas se forme a las niñas y niños para que puedan vivir su sexualidad de forma sana y armoniosa y sobre todo, puedan sentirse parte inherente de la sociedad en igualdad de derechos, independientemente de su orientación sexual. Para contribuir de forma determinante en la solución de estas problemáticas, los nuevos libros de texto gratuito constituyen un esfuerzo mayúsculo que se encuentra a la vanguardia a nivel mundial pues países del primer mundo como Inglaterra, comienzan la educación sexual propiamente, hasta el nivel de secundaria (Biblioteca del Congreso, 2020). Por ello, aún con la reticencia de grupos de padres y madres de familia, de las iglesias cristianas y de grupos políticos de derecha, las niñas y niños de México recibirán educación sexual y contenidos de equidad de género, en un marco de igualdad de derechos respecto a la orientación e identidad sexual tanto de alumnos como de sus padres y la sociedad en general.

Respecto a la equidad de género, es bien conocida la importancia de los modelos a seguir, los cuales en estos nuevos libros de texto tienen una importancia central, pues a lo largo de todos los años del ciclo escolar de primaria, hay contenidos que realzan el papel que han tenido las mujeres en el desarrollo de las sociedades a lo largo del mundo, elevando la autoestima y empoderando a las niñas desde un enfoque de género en el que se plantea la igualdad y se defiende la relevancia del papel de niñas y niños en la sociedad.

## Referencias:

- Alanís Carreón, R. (2023, 1 de agosto) Activistas de Monterrey protestan en contra de 'ideología de género' en libros de texto. [Monterrey activists protest against 'gender ideology' in textbooks]. <https://www.reporteindigo.com/reporte/activistas-de-monterrey-protestan-en-contra-de-ideologia-de-genero-en-libros-de-texto/>
- Biblioteca del Congreso (2020) Legislación sobre educación sexual en Inglaterra. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28614/2/BCN%20Informe%20Ed%20Sexual%20Inglaterra\\_def.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28614/2/BCN%20Informe%20Ed%20Sexual%20Inglaterra_def.pdf)
- Campos, M. (2023, 27 de agosto) Protestas contra los libros de texto "comunistas": padres de familia en diversos estados se niegan a utilizarlos [Protests against "communist" textbooks: parents in various states refuse to use them]. Infobae. <https://www.infobae.com/mexico/2023/08/27/protestas-contra-los-libros-de-texto-padres-de-familia-en-diversos-estados-se-niega-a-utilizarlos/>
- Carrasco, E. (2023, 18 de diciembre) México entra al top 5 de países que más consumieron contenido de Pornhub en 2023. <https://www.sdpnoticias.com/estilo-de-vida/tendencias/mexico-entra-al-top-5-de-paises-que-mas-consumieron-contenido-de-pornhub-en-2023/>
- Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos (2023a) Primaria. <https://libros.conaliteg.gob.mx/primaria.html>
- Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos (2023b) Secundaria. <https://libros.conaliteg.gob.mx/secundaria.html>
- Cozatl, C. (2023, 18 de agosto) Padres en Puebla se manifiestan contra libros de texto por contenido LGBT+ Central Puebla Ireverente. <https://www.periodicoentral.mx/puebla/padres-en-puebla-se-manifiestan-contra-libros-de-texto-por-contenido-lgbt/207711/>
- Europa Press (2023, 21 de agosto) Queman libros de texto en comunidad de Chiapas; acusan que el contenido enseña el "comunismo" <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Queman-libros-de-texto-en-comunidad-de-Chiapas-acusan-que-el-contenido-ensena-el-comunismo-20230821-0028.html>
- Forbes Staff (21 de agosto de 2023) Indígenas en Chiapas queman libros de texto por considerar sus contenidos 'no aptos' [Indigenous people in Chiapas burn textbooks for considering their contents 'unsuitable']. Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/indigenas-sur-mexico-queman-libros-texto-gratuitos-contenidos-inapropiados/>
- García, A.K. (2024, 12 de enero) Embarazo adolescente en México, a la baja, pero con retos grandes. <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Embarazo-adolescente-en-Mexico-a-la-baja-pero-con-retos-grandes-20240112-0037.html>
- Huerta Mendoza, L. (2022, 16 de diciembre) ¿Por qué hay un repunte de las enfermedades de transmisión sexual? [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/por-que-hay-un-repunte-de-las-enfermedades-de-transmision-sexual/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/por-que-hay-un-repunte-de-las-enfermedades-de-transmision-sexual/)
- La Jornada (2023, 27 de agosto) Protestan padres de familia en varios estados contra entrega de LTG. <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/08/27/estados/protestan-frente-a-palacio-de-gobierno-de-nl-contra-entrega-de-ltg/>
- Ríos, E. (2023, 27 de agosto) Protestan en Toluca contra los libros de texto de la SEP. El sol de Toluca <https://www.elsoldetoluca.com.mx/local/protestan-en-toluca-contra-los-libros-de-texto-de-la-sep-10602512.html>
- Vera, S. (2023, 27 de agosto) VIDEO: padres y madres en Puebla marchan contra contenidos de los libros de texto gratuitos Intolerancia. <https://intoleranciadiario.com/articulos/ciudad/2023/08/27/1015238-video-padres-y-madres-en-puebla-marchan-contra-contenidos-de-los-libros-de-texto-gratuitos.html>



# El derecho humano a la ciencia en el sureste de México

**Autores:** Adriana Quiroga Carapia, Leonardo Toledo Garibaldi

**Palabras clave:** derecho humano, Derechos Económicos, Sociales y Culturales, vinculación, centros públicos.

## El marco legal y su conceptualización

El derecho humano a la ciencia se estableció en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, el cual señala que toda persona tiene derecho a participar en el progreso científico. Forma parte de lo que se conoce como la segunda generación de derechos humanos, donde se encuentran los derechos económicos, sociales y culturales, y fue hasta 1966 que se establecieron los parámetros de su alcance al firmarse el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC). En el artículo 15 del PIDESC se reconoce el derecho de toda persona a gozar de los beneficios del progreso científico. Desde entonces se han ido desarrollando los instrumentos y las guías para traducir los principios generales en lineamientos y obligaciones de los Estados, siendo los más recientes la "Recomendación sobre la Ciencia y los Investigadores Científicos" de 2017 y el "Informe de la UNESCO sobre el derecho a la ciencia y COVID-19".

El derecho humano a la ciencia implica que toda persona, de forma igualitaria y sin discriminación, debe poder disfrutar de los beneficios que la ciencia posibilita. Por tanto, este derecho no solo concierne a quienes ejercen como científicos o científicas, al contrario, toda persona es titular de este derecho de diferentes maneras, dependiendo de su contexto. Este derecho involucra cuatro componentes centrales:

- 1) **Disponibilidad:** los Estados parte tienen la obligación de adoptar medidas para la conservación, el desarrollo y la difusión de la ciencia;
- 2) **Accesibilidad:** todas las personas, sin discriminación, deben acceder los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones;
- 3) **Calidad:** los Estados parte tienen la obligación de promover la ciencia más avanzada, actualizada, pertinente y verificable;
- 4) **Aceptabilidad:** los Estados deben promover la explicación de los hallazgos científicos (difusión), así como que sus aplicaciones se difundan para facilitar su integración en diferentes contextos culturales y sociales (divulgación).



En México, a partir del año 2019, el derecho humano a la ciencia ha sido establecido en la fracción V del artículo 3º de la Constitución Política y a partir del año 2021, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 (DOF 28/12/2021) estableció que: "(...) el ejercicio del derecho a la ciencia se vincula orgánicamente con el goce de otros derechos fundamentales como los relativos a la participación e información, pero también a la salud, el agua, la biodiversidad o la educación y la cultura...", más adelante, en 2023 se publicó la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (DOF 8/12/2023) que garantiza el derecho humano a la ciencia bajo los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad, convirtiendo a México en un país pionero en legislar este derecho.

### El mapa de ruta en ECOSUR

La región de incidencia de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) es mega diversa en biodiversidad y compleja en sus estructuras sociales; en ella, diversos determinantes socioeconómicos, políticos y culturales acentúan diferencias que operan segregando, discriminando o generando múltiples conflictos y relaciones inequitativas entre sus habitantes. Desde su creación hace 30 años, ECOSUR ha tenido como principio directriz que la investigación es esencial para construir las bases del conocimiento y capacidad requeridas para lograr un desarrollo equitativo y sustentable en beneficio de las poblaciones marginadas.

Una vez conformada una estructura núcleo de investigación, nació el Programa de Vinculación Académica en la Unidad San Cristóbal, Chiapas (ECOSUR, 1999) el cual impulsó formas de investigación y de relación con actores que permitieran la identificación de problemas concretos; al expandirse a todas las sedes del Colegio, este programa fue evolucionando y promoviendo el impulso a la sociedad del conocimiento (Parra, 2024); el fomento de la apropiación social de la ciencia; y actualmente, el fomento al derecho humano a la ciencia. Desde ahí son varias las actividades que se han realizado para disminuir los obstáculos de acceso al conocimiento, diseñando y coordinando los procesos de divulgación y difusión científica, educación continua, formación de vocaciones científicas, e incidencia en política pública. Por mencionar algunos ejemplos, a partir del año 2021 la revista de divulgación Ecofronteras cuenta con los títulos y resúmenes de los artículos en maya yucateco y tzotzil; el acervo de publicaciones editoriales incluye la publicación de libros en braille y se han diseñado programas de formación de vocaciones científicas para la niñez, juventudes y mujeres.



## Reflexiones finales

El reconocimiento del derecho humano a la ciencia en el sureste de México representa un avance significativo hacia la garantía de un desarrollo equitativo y sostenible en la región. La inclusión de este derecho en la legislación nacional y la promulgación de políticas específicas demuestran un compromiso tangible por parte del Estado mexicano hacia el fomento de la ciencia y la tecnología como herramientas fundamentales para el bienestar de la población. Sin embargo, para lograr un ejercicio pleno de este derecho, es necesario promover el diálogo e integración de saberes, reconociendo y valorando la pluralidad epistémica presente en la región.

En este sentido, el trabajo realizado por instituciones como ECOSUR, que promueve programas de investigación y divulgación científica adaptados a las necesidades y contextos locales, representa un paso importante hacia la eliminación de los obstáculos para un ejercicio pleno del derecho humano a la ciencia. Sin embargo, persisten desafíos importantes para abordar las barreras socioeconómicas y culturales que limitan el acceso de ciertos grupos a la educación y la investigación científica.

Es fundamental trabajar en la accesibilidad, la calidad y la aceptabilidad de la ciencia para todos los sectores de la población, especialmente aquellos históricamente marginados, y el reciente marco legal posibilita a las universidades y centros públicos de investigación a materializar este derecho. En última instancia, el derecho humano a la ciencia representa no solo un principio fundamental para el desarrollo humano integral, sino también una oportunidad para construir sociedades más justas, inclusivas y respetuosas de la diversidad en el sureste de México.



### Citas:

Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (2020). Observación general núm. 25: Ciencia y derechos económicos, sociales y culturales (artículo 15, párrafos 1 b), 2, 3 y 4, del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales) [PDF].

Recuperado de

<https://docstore.ohchr.org/SelfServices/FilesHandler.ashx?enc=4slQ6QSmIBEDzFEovLCuW1a0Szab0oXTdlmnsJZZVQdx0NLLLJiul8wRmVtR5KxxLzuUDRAHekwkN5TORKvJMU1VKxrMx0bxsZ%2FDsJvDhxvq0Cxl309EgVSOVWPWHHkK>

Ecosur. 1999. Los procesos de Vinculación Académica en ECOSUR : una experiencia en construcción. *Ecofronteras* (9) 14-17 p.

Recuperado de: <http://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/891>

Organización de las Naciones Unidas. (1966). Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales [PDF]. Recuperado de <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights>

Parra, V. M. 2004. Vinculación, gestión de la innovación basada en el conocimiento. *Ecofronteras* (23) 24-29 p. Recuperado de:

<http://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/1112>

UNESCO. (2017). Recomendación sobre la Ciencia y los Investigadores Científicos [PDF]. Recuperado de

<https://www.unesco.org/es/legal-affairs/recommendation-science-and-scientific-researchers>



# gaceta

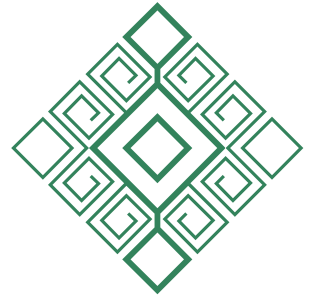
Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación  
y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán



**UNIVERSIDAD  
MODELO**



**CIATEJ**



**ECOSUR**



**Universidad  
Marista**  
MÉRIDA



# gaceta

Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación  
y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán

Contáctanos: [gaceta.siidetey@gmail.com](mailto:gaceta.siidetey@gmail.com) | [www.siidetey.org](http://www.siidetey.org)



Juntos transformemos  
**Yucatán**  
GOBIERNO DEL ESTADO

**SIIES**

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN  
SUPERIOR



**SIIDETEY**



Parque Científico y  
Tecnológico de Yucatán



**CONAHCYT**  
Centro Nacional de Ciencia y Tecnología