



Lago Coatepeque, El Salvador. Foto enviada por Oscar Amaya, cortesía de FUANDA Coatepeque y LABTOX-UES.

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Presentación.	2
En la Patagonia Argentina, el Observatorio de Ballenas Franca Austral “Punta Flecha” abre sus puertas en la temporada de ballenas 2021.	3
Los increíbles cerebros de la sepia guardan recuerdos que nunca parecen desvanecerse.	5
"Zona muerta" del golfo de México.	9
El Premio Lahille de la Fundación Museo de la Plata “Francisco P. Moreno”.	13
South Africa aims to stop marine litter at its source.	19
Convocatorias y temas de interés.	23
Recetas de Pescados y Mariscos – Cómo preparar especies del Mar Argentino:	30
El valor ecológico y la aplicación de mecanismos financieros para conservar los recursos naturales. Artículo de opinión.	34
Clorofila extraída de Chlorella sp. Experiencia cubana. Artículo científico.	40
Las frutas con altos niveles de hierro en el control de la anemia. Artículo científico.	57

## Presentación

Estimados lectores:

Les damos la bienvenida en este número de nuestra publicación correspondiente al mes de septiembre. Hoy les ofrecemos un variado e interesante contenido. Iniciamos con el tema de las ballenas franca austral y su observatorio en la Patagonia argentina donde ya abrieron sus puertas para la temporada 2021.

Las inusitadas características del cerebro de la sepia y el acelerado crecimiento de la zona muerta del Golfo de México, así como la historia del Premio Lahille de la Fundación Museo de la Plata y la situación de las playas en Sud África son temáticas de gran interés que se incluyen en el número sin faltar las Convocatorias y temas de interés actualizados, así como las recetas de pescado y mariscos del mar argentino

En esta ocasión, les presentamos tres artículos: El primero, elaborado por el cubano Abel Betanzos-Vega gira en torno al valor ecológico y la aplicación de mecanismos financieros para conservar los recursos naturales. En seguida, Teresita de Jesús, también investigadora cubana ofrece un texto en el que explica las características de la clorofila extraída de *chlorella* sp. y su capacidad para purificar líquidos residuales en la industria de acuerdo a la experiencia cubana. Finalmente, un grupo de investigadores del Tecnológico de Mérida, México se ocupa de dar a conocer el papel de las frutas con altos niveles de hierro en el control de la anemia. En particular estudian la fruta mexicana conocida como el saramuyo (*Annona squamosa*)

Además de agradecer su preferencia, los invitamos a leernos, a opinar y a colaborar con esta publicación cuyas puertas siempre estarán abiertas a nuestros lectores.

Fraternalmente

Comité Editorial



**En la Patagonia Argentina, el Observatorio de Ballenas Franca Austral “Punta Flecha” abre sus puertas en la temporada de ballenas 2021.**

El Observatorio de Ballenas Franca Austral “Punta Flecha”, ubicado en el área Protegida Municipal “El Doradillo”, a 17 Km al norte de la ciudad de Puerto Madryn (Chubut, Argentina) es un lugar único en el mundo, que permite el avistaje desde la costa de una gran concentración de ballenas francas (*Eubalaena australis*) durante su temporada de reproducción, principalmente de madres con sus crías. Desde 1999, la **Fundación Patagonia Natural** ofrece este espacio libremente a residentes y turistas atraídos por las ballenas, y que deseen recibir información e interpretar lo que contemplan. El Observatorio sirve de base operativa para investigadores de distintas disciplinas, como biología, ecología y turismo. También se realizan actividades de educación ambiental destinadas a alumnos y docentes de las escuelas de la ciudad y la región.

El área ha sido declarada “Paisaje Protegido El Doradillo” y “Área Protegida Municipal” por el Concejo Deliberante de la Ciudad de Puerto Madryn, mediante la Ordenanza N° 4263 en 2001. Esta declaración “tiene por finalidad conservar la integridad del paisaje, manteniendo sus condiciones naturales actuales”. Esta normativa sirve de marco para seguir avanzando en el camino de la conservación de la especie en la zona.

Este año, desde fines de julio, retomamos las actividades en el Observatorio que, a través de la colaboración de voluntarios, ha sido acondicionado en cuanto a su accesibilidad plena, y cuenta con nuevos materiales de interpretación y con personal de atención al visitante.

Más información: <https://patagonianatural.org.ar/observatorio-punta-flecha/>

# SIMPOSIO INTERNACIONAL BUCEO CIENTIFICO

## IV Curso Internacional de Buceo Cientifico

OCT  
18 AL 25  
2021

Santa Marta,  
Colombia

*"El buceo como herramienta de conservación  
e investigación científica"*

Información: [simposiobcientifico@gmail.com](mailto:simposiobcientifico@gmail.com)  
<https://simposiobcientifico.wixsite.com/website>

Organiza: **COMITE CIENTIFICO**



CONSERVATION  
INTERNATIONAL



Universidad de  
los Andes

# Los increíbles cerebros de la sepia guardan recuerdos que nunca parecen desvanecerse

*Por David Nield*

¿Recuerdas lo que cenaste el martes pasado? ¿O en este día del año pasado? Resulta que la sepia puede recordar hasta la vejez, es el primer animal que hemos encontrado que no muestra signos de deterioro en la función de la memoria con el tiempo.

En los humanos, esto se conoce como memoria episódica, el qué-dónde-cuándo de los eventos pasados, a diferencia de la memoria semántica, donde recordamos lo que hemos aprendido en el pasado sin los detalles específicos de aprenderlo. Aquí, los investigadores describen una "memoria episódica" y creen que podría estar relacionada con los comportamientos de apareamiento de la sepia.



Lo que hace que las sepias sean buenos sujetos para este estudio es que solo viven un par de años, lo que facilita la comparación de recuerdos a lo largo de su vida. Según nuevos experimentos, parece que los recuerdos que se hacen tarde en la vida siguen siendo nítidos.

"La sepia puede recordar lo que comió, dónde y cuándo, y usar esto para guiar sus decisiones de alimentación en el futuro", dice la psicóloga comparada Alexandra Schnell de la Universidad de Cambridge en el Reino Unido. "Lo sorprendente es que no pierden esta capacidad con la edad, a pesar de mostrar otros signos de envejecimiento, como pérdida de la función muscular y el apetito".

El equipo experimentó con 24 sepia común (*Sepia officinalis*), sometiéndolas a un entrenamiento de búsqueda de alimento donde aprendieron cuándo y dónde estaban disponibles dos tipos de alimentos: camarón de pasto (que prefiere la sepia) y langostino.

Mediante pruebas posteriores, los cefalópodos demostraron que recordaban los elementos de su entrenamiento qué-dónde-cuándo -evidencia de una memoria episódica- para agarrar la comida preferida la próxima vez que estuviera en el menú.

Los dos subgrupos de la investigación, de 10 a 12 meses de edad (no del todo adultos) y de 22 a 24 meses de edad (muy avanzada), se tomaron la misma cantidad de tiempo para aprender a encontrar la mejor comida e hicieron lo mismo. Soy elecciones correctas al elegirlo.

Parte de la razón por la que este excelente recuerdo de la memoria podría haber evolucionado se debe a que las sepias no se aparean hasta el final de sus vidas, sugieren los investigadores. Quizás al recordar lo que hicieron para obtener parejas anteriores, los moluscos pueden difundir sus genes más ampliamente. "Las sepias viejas eran tan buenas como las más jóvenes en la tarea de memoria; de hecho, a muchas de las más viejas les fue mejor en la fase de prueba", dice Schnell. "Creemos que esta habilidad podría ayudar a las sepias en la naturaleza a recordar con quién se aparearon, para que no vuelvan a tener la misma pareja".

Todavía hay mucho por resolver sobre cómo funciona la memoria episódica en los animales, ya que no son realmente capaces de comunicarse con nosotros, por lo que evaluarlo es difícil, pero investigaciones anteriores han hecho algunos avances en este campo.

Se ha observado evidencia de memoria episódica en otros animales, incluidas ratas y arrendajos, pero los investigadores dicen que hay algo en la sepia que los distingue en este momento: no ver cómo estos recuerdos se deterioran a medida que envejecen.

Eso podría deberse a que, a diferencia de los humanos y otros vertebrados, el cerebro de la sepia no tiene hipocampo, que está estrechamente relacionado con la memoria. El aprendizaje y la memoria disminuyen en la sepia, pero solo dos o tres días antes de la muerte.

"Estos resultados sugieren que el sistema de memoria episódica en la sepia difiere de la memoria episódica en otras especies no humanas, al menos en términos de su desarrollo a lo largo de la vida del animal", escriben los investigadores en su artículo publicado.

"Si esta diferencia es el resultado de la diferente neuroanatomía que posee la sepia, requiere más atención".

La investigación se ha publicado en Proceedings of the Royal Society B.

Fuente: NATURALEZA <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2021.1052>



## CENTRO DE SERVICIOS AMBIENTALES DE MATANZAS

### ¿Quiénes Somos?

El Centro de Servicios Ambientales de Matanzas (CSAM) se adscribe a la Agencia de Medio Ambiente de Cuba (AMA), perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

### Misión

Planificar y ejecutar servicios científico-tecnológicos y proyectos de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) que eleven el desempeño ambiental de las entidades, la comunidad y la calidad de los ecosistemas, teniendo como punto de partida la superación constante y el trabajo en equipo.

### Visión

Entidad de ciencia e innovación tecnológica reconocida por su nivel de competencia, gestionada por procesos certificados, estructurada por equipos de trabajos autodirigidos y adaptada con rapidez a los cambios del entorno.

### Líneas de Servicios Científico-Tecnológicos

- Gestión Ambiental Empresarial
- Estudios de Seguridad y Salud del Trabajo
- Gestión de Residuos y Desechos Contaminantes
- Estudios de Riesgos y Plan de Reducción de Riesgo de Desastres
- Sistema de Información Geográfica
- Asesoría Técnica en Seguridad Biológica
- Asistencia Técnica al Proceso Inversionista
- Gestión y Manejo de Playas y Dunas
- Estudios de Calidad de Agua
- Estudios y Manejo de la Biodiversidad
- Manejo de Áreas Protegidas
- Asesorías y Educación Ambiental
- Turismo Ecológico

\*Descargue nuestra carpeta de servicios en nuestra web

## The UN Decade on Ecosystem Restoration



The UN Decade on Ecosystem Restoration is a rallying call for the protection and revival of ecosystems all around the world, for the benefit of people and nature. It aims to halt the degradation of ecosystems and restore them to achieve global goals. Only with healthy ecosystems can we enhance people's livelihoods, counteract climate change, and stop the collapse of biodiversity.

The UN Decade runs from 2021 through 2030, which is also the deadline for the Sustainable Development Goals and the timeline scientists have identified as the last chance to prevent catastrophic climate change.

The United Nations General Assembly has proclaimed the UN Decade following a proposal for action by over 70 countries from all latitudes.

Read more: <http://newsletters.fao.org/c/119WIKNfYkIdQyWLS3QwtRiqo>

### **CALL FOR ABSTRACTS - Symposium on Decadal Variability, Bergen, Norway, 26-28 April 2022**

Dear all,

The “**4th Symposium on Decadal Variability of the North Atlantic and its Marine Ecosystem: 2010-2019**” will take place 26-28 April 2022 in Bergen, Norway, hosted by the Institute of Marine Research. [Registration and abstract submission is now open.](#)

This symposium is part of a series of decadal symposia organized by [ICES](#), [NAFO](#) and [IMR](#), where researchers will convene to review the variability of North Atlantic environmental conditions and marine ecosystems over the past decade. The intention is to understand the relationship between ecosystem components and how they influence the distribution, abundance and productivity of living marine resources. While the symposium focuses on reviewing the last decade, contributions related to longer environmental time series, sub-decadal forecast of ecosystem changes and application of environmental data to ocean resource management are also welcome.

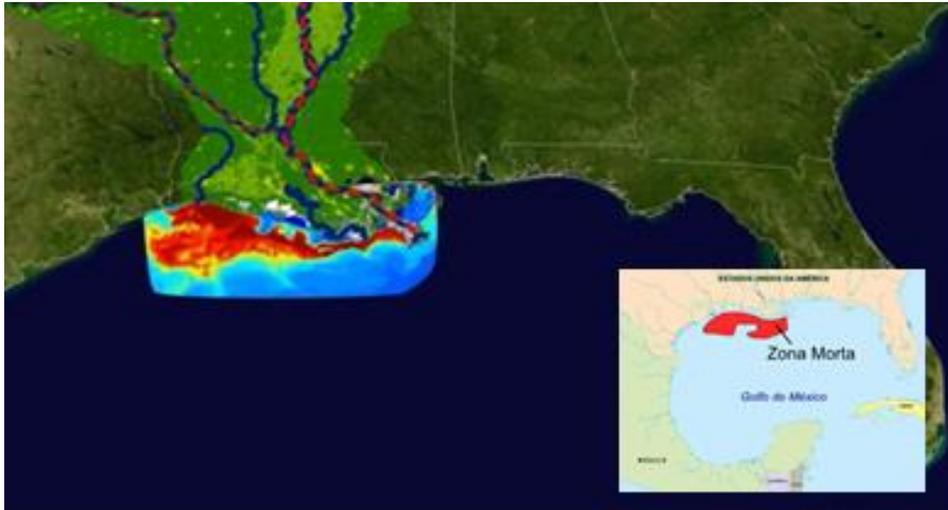
This symposium is endorsed as an activity under the [United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development](#).

You can [visit the website here](#) to read more about the theme sessions, keynote speakers and programme and to ensure your spot by making your [registration and abstract submission here](#). We welcome your assistance in helping to promote the call for abstracts by circulating information to your staff and networks and sharing through your social media channels. Please like or share the following posts on [Twitter](#), [Facebook](#) and [LinkedIn](#). Join us to share your science at [#Decadal2022](#)

Kind regards, On behalf of the Scientific Steering Committee and The Local Organizing Committee.

## **"Zona muerta" del golfo de México**

La Zona Muerta del golfo de México se trata de una región marina, en el sur de Estados Unidos, cercana a las costas de los estados de Texas, Luisiana y Misisipi, en la que los peces y otros organismos no tienen posibilidad de sobrevivir por la escasez de oxígeno.

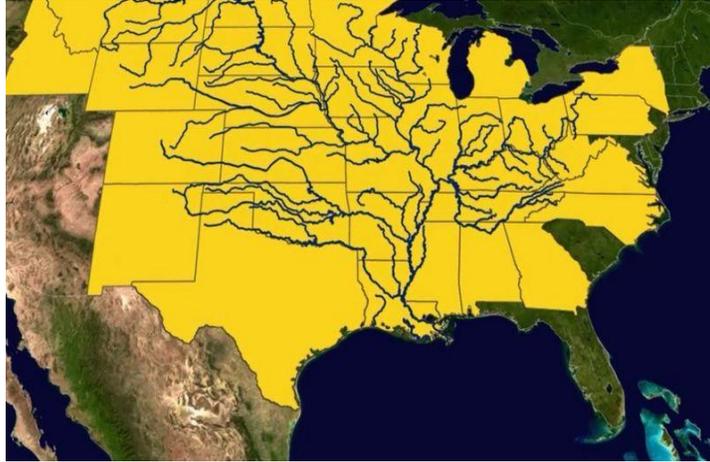


**"Zona muerta" del Golfo de México (NOAA) El crecimiento de la "zona muerta" del golfo de México en los últimos cinco años no ha podido contenerse.**

¿Cómo es la "zona muerta"?

La zona hipóxica del golfo de México ha sido medida desde 1985 por las autoridades ambientales estadounidenses. No es la única del mundo, pero es la segunda más extensa. En esas regiones marinas, los niveles de oxígeno son tan bajos que la vida marina se asfixia y muere. Se pueden generar de forma natural, pero los científicos están especialmente preocupados por las que se han formado por la actividad humana, especialmente por la contaminación de nutrientes. Este último es el caso de la "zona muerta" del golfo de México, la cual se genera principalmente por los fertilizantes usados por los agricultores.

La lluvia arrastra los químicos usados en la agricultura hacia los arroyos y ríos que se descargan en el golfo de México. Esas aguas también se ven contaminadas por la descarga residual de zonas urbanas. Varios son los ríos que confluyen hacia el golfo de México y que causan la "zona muerta" al arrastrar contaminantes. En particular, los nitratos y el fósforo usados en los químicos de la agricultura tienen un efecto clave, pues estimulan un crecimiento explosivo de algas, que al morir caen al fondo del mar y se descomponen.



### **Ríos que confluyen hacia el golfo de México (NOAA)**

Las bacterias que descomponen las algas consumen oxígeno, en un proceso que reduce drásticamente el nivel disponible para la vida marina. Eso hace que hábitats que normalmente estarían llenos de vida se transforman en desiertos biológicos. Por otra parte, el agua dulce del río y el agua salada del Golfo no se mezclan y se crea una barrera que impide la mezcla de aguas superficiales y profundas. En otoño, cuando los vientos revuelven el agua, las diferentes capas se mezclan nuevamente y esto hace que el oxígeno se reponga en la parte inferior, lo que permite el regreso de la vida marina. Es por ello que la extensión de la "zona muerta" varía cada año, y explica la NOAA, que cada vez se ha extendido más desde 1985, y la mayor expansión ha sido en 2017, cuando midió 22.729 km<sup>2</sup>.

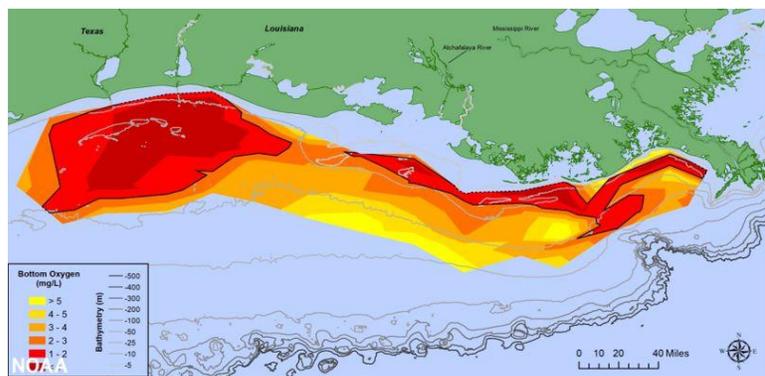
Un equipo del Grupo de Trabajo sobre la Hipoxia ha visto que en los últimos cinco años la "zona muerta" se ha extendido por encima de lo que se han fijado como meta. Los expertos señalan que cada año cambia su tamaño, en buena medida debido a la cantidad de contaminantes que llegan al golfo de México a través de la descarga de ríos como el Mississippi, río que cruza a EE.UU. de norte a sur, pasando por muchas ciudades, pueblos y zonas agrícolas.

Este año es menor (16 404.98 km<sup>2</sup>), pero no menos preocupante, pues el objetivo del Grupo de Trabajo sobre la Hipoxia es lograr un periodo de cinco años de 4.920 kilómetros cuadrados o menos. "La distribución del bajo oxígeno disuelto fue inusual este verano", explicó la líder de la investigación, Nancy Rabalais, de la Universidad Estatal de Luisiana. Notaron que había poca salinidad y la descarga de agua del río Mississippi estaba "por encima de lo normal".

"Este año hemos visto una y otra vez el profundo efecto que el cambio climático tiene en nuestras comunidades, desde la sequía histórica en el oeste [de EE.UU.] hasta las inundaciones. El clima está directamente relacionado con el agua, incluido el flujo de contaminación por nutrientes en el golfo de México", dijo el experto Radhika Fox.

El Grupo de Trabajo contra la Hipoxia dice que una forma de reducir la contaminación ha sido establecer acuerdos con autoridades locales y agricultores para un mejor manejo de químicos que terminan en los afluentes de agua. Pero si no se contiene esta problemática, el riesgo es que el "desierto" sin vida del golfo de México siga extendiéndose año tras año.

Según la NOAA, este año 2021 la "zona muerta" tiene una extensión de 16 404.98 km<sup>2</sup>, a partir de un cálculo de la Oficina Nacional de la Administración Oceánica y Atmosférica de EE.UU. Nancy Rabalais, la científica que lideró el estudio este año, expresó que "Las condiciones de bajo oxígeno estaban muy cerca de la costa y muchas mediciones mostraban una falta casi total de oxígeno".



### Distribución de la concentración de oxígeno disuelto en la Zona Muerta y aldeaña (NOAA).

A este Impacto se adicionan los efectos derivados del accidente petrolero de 2010 en el golfo de México. En 2010 un derrame de petróleo de la plataforma *Deepwater horizon* (BP) mató a millones de animales marinos en el golfo. Diez años después se siguen detectando muertes asociadas al derrame, y enfermedades en delfines, tortugas y otras especies marinas, y aves (en las siguientes ilustraciones se muestra un delfín muerto en 2020 con afectaciones pulmonares derivadas del derrame de petróleo en 2010).



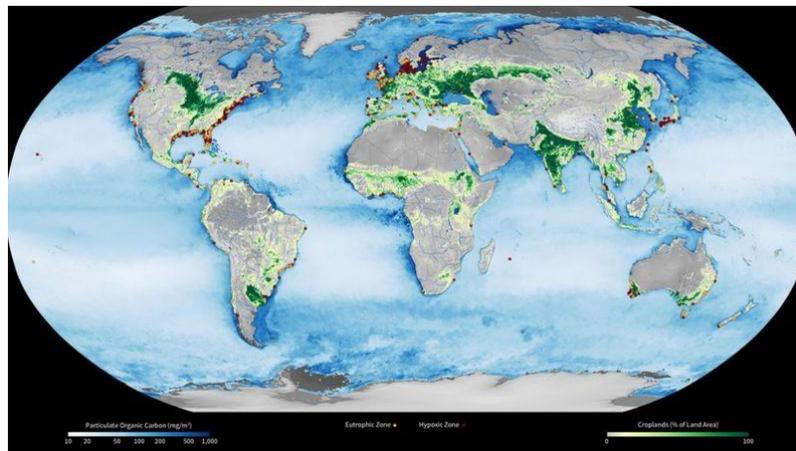


### **Efectos inmediatos y posteriores del derrame petrolero de 2010 en el golfo de México**

A esta situación se añade el cambio climático, y Radhika Fox, de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU señaló la necesidad de fortalecer la colaboración entre instituciones y asociaciones para lograr el progreso necesario para mitigar y reducir estos impactos.

Científicos y autoridades de EE.UU. se han puesto como objetivo contener la "zona muerta" a un nivel inferior a los 5.000 kilómetros cuadrados. Pero en los últimos cinco años, la extensión ha sido en promedio 2,8 veces más grande que ese objetivo, una tendencia preocupante. En 2021, la extensión de la "zona muerta" se ha mantenido por encima del objetivo de los científicos.

Existen diversas zonas hipóxicas en el mundo

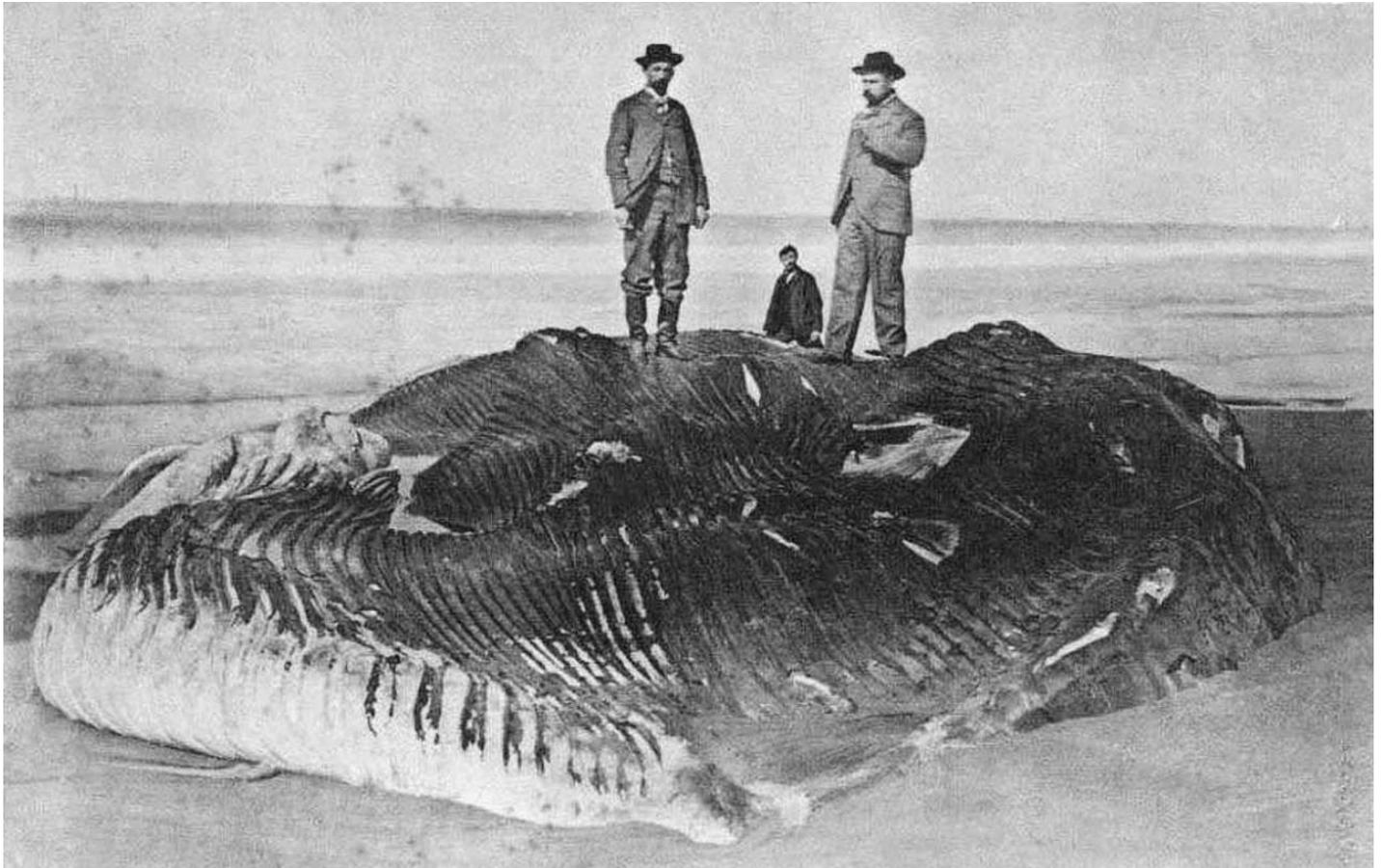


**Cerca de las regiones con grandes extensiones agrícolas (verde) del mundo suelen aparecer zonas hipóxicas (rojo). (NASA/GSFC/SCIENCE PHOTO LIBRARY)**

**Fuente:** BBC News Mundo (4 agosto 2021).

# EL PREMIO LAHILLE DE LA FUNDACIÓN MUSEO DE LA PLATA “FRANCISCO P. MORENO”

Por Hugo Luis López y Eduardo Pedro Tonni



**Fernando Lahille (a la derecha) sobre una ballena encallada en la costa de Miramar, provincia de Buenos Aires (fuente: Revista del Museo de La Plata, tomo 9, 1898). El cráneo de este ejemplar se exhibe en la Sala de Vertebrados Acuáticos del Museo de La Plata.**

Fernando Lahille (18 de agosto de 1861-13 de julio de 1940) nació en Francia (Toulouse, departamento del Alto Garona, según Max Birabén; Rouen, departamento del Sena Marítimo, según Carlos A. Lizer y Trelles). Licenciado en ciencias físicas y naturales por la Universidad de París (1891), graduándose luego en la misma universidad como doctor en ciencias naturales; en 1893 se gradúa también en medicina. Al propio tiempo que

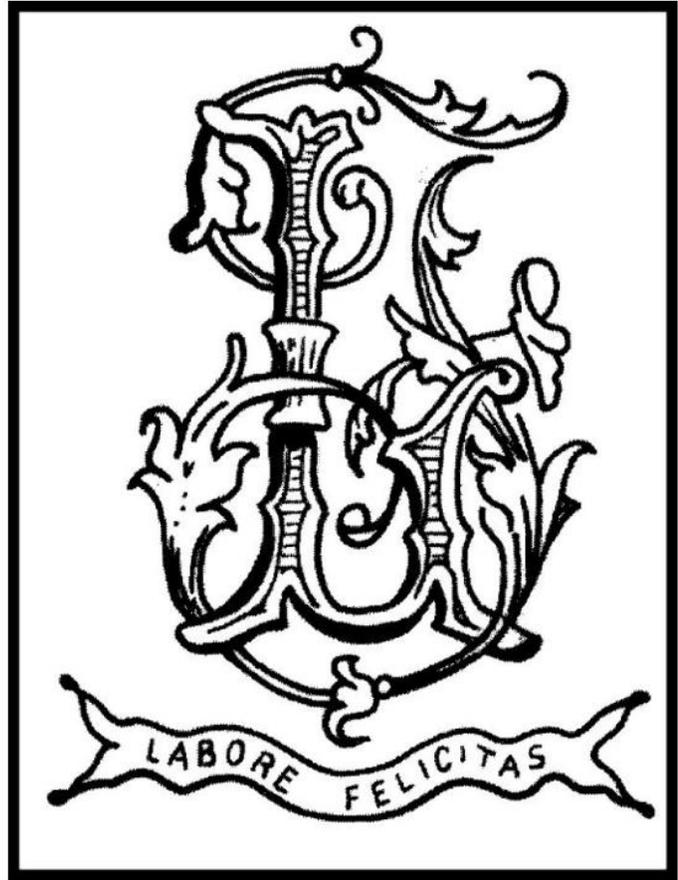
estudiaba las mencionadas carreras, desempeñaba el cargo de docente libre en la Facultad de Ciencias de Toulouse. A partir de 1884 y por varios años trabaja en el Observatoire océanologique de Banyuls-sur-Mer y en la Station biologique de Roscoff, donde gesta las contribuciones que iban a hacer perdurar su memoria. Varios de sus primeros trabajos publicados lo son en el Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Toulouse; estos trabajos, publicados entre 1883 y 1894, versaban sobre diversos grupos zoológicos (como peces, anfibios, mamíferos, medusas, braquiópodos, tunicados) así como sobre zoología general y entomología básica y aplicada.

Cuando en 1893 el Museo de La Plata contrata sus servicios para realizar estudios hidrobiológicos en las costas argentinas, ya era un importante investigador en su patria. Seis años permaneció ligado al Museo de La Plata, viviendo en él hasta noviembre de 1899. Al retirarse dejó organizada la Sección de Zoología, creada la estación marítima de Mar del Plata, proyectada una legislación pesquera e iniciado el estudio científico del mar, lo que debe agregarse su extensa producción científica. Inmediatamente producido su retiro del Museo, ocupa el cargo de jefe de la División de Caza y Pesca del recién organizado Ministerio de Agricultura de la Nación. Pronto se hace cargo también del estudio de las cuestiones relacionadas con la entomología agrícola y la parasitología animal, pasando a revistar como jefe de la Sección de Zoología Aplicada, Entomología, Parasitología, Caza y Pesca. En 1904 es designado profesor de zoología en la Escuela Normal de Profesores de Buenos Aires y poco después en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires.

Destacan asimismo en Lahille sus extraordinarios dotes de conferencista así como sus publicaciones de divulgación. Los títulos de varias de ellas revelan claramente el contenido e intención: El transporte de pescado fresco en los ferrocarriles (1903), Historia maravillosa y verídica de las quistes hidáticos (1908), Aventuras extraordinarias de la familia Diaspis (1908), El alma de los seres vivientes y de la materia (1909); Un viaje por el mundo de las garrapatas (1909), Origen de las diversiones y de los disfraces o lo que me contó el oso el domingo de carnaval (1909); Libertad, Igualdad y Fraternidad (1915), Vestigios griegos en el idioma de los onas (1928), Una hora entre los pejerreyes (1929), El romance de una langosta (1936).

En un homenaje a Fernando Lahille realizado en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires en abril de 1930, el doctor Ángel Cabrera, resumió acertadamente los rasgos salientes de la personalidad del homenajeado, al que llama el zoólogo más completo que ha tenido la República Argentina. Dice Cabrera: “Y es que el doctor Lahille, el naturalista filósofo, a la manera de Buffon y de Lamarck, se confunde con el naturalista observador, con el zoólogo descriptivo, al modo de Daubenton y como Milne-Edwards; amalgama poco frecuente, por desgracia, y por lo mismo doblemente estimable. Me atrevo a afirmar que pocos hombres de ciencia han acertado, como él, a combinar en sus trabajos estos dos aspectos de su saber.

De ahí que en su producción no se encuentre nunca esa cansadora sequedad, ese matiz monótono, que caracteriza la inmensa mayoría de los trabajos científicos. Los suyos tienen algo de galanos tejidos, en los que la urdimbre filosófica se entrecruza agradablemente con la trama que forman las sinonimias, las descripciones minuciosas y las clases dicotómicas. Pero entiéndase bien, el doctor Lahille es ante todo y sobre todo investigador, e investigador concienzudo, tal vez por lo mismo que ha investigado siempre movido por su espíritu filosófico, y en su producción como zoólogo nada hay que no sea fruto de la investigación personal”.



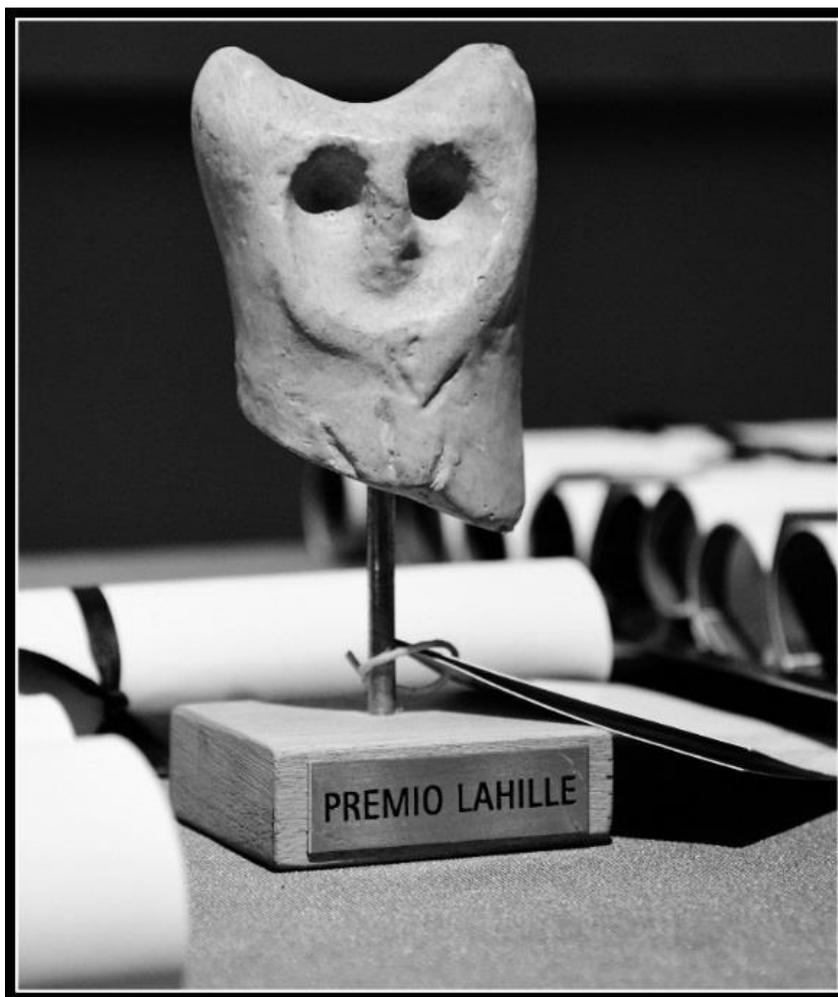
Izquierda: Fernando Lahille en 1933 (fuente: <http://fotosviejasdemardelplata.blogspot.com>). Derecha: emblema de Fernando Lahille (fuente: H.L. López y A.E. Aquino, 1996).

Sobre la base de esta breve síntesis biográfica, el Comité Ejecutivo de la Fundación Museo de La Plata “Francisco P. Moreno” consideró que el nombre de Lahille era perfectamente pertinente para nominar a un premio anual. Este premio está destinado a reconocer destacadas personalidades en el campo de las Ciencias Naturales, las que a través de su labor hayan demostrado una constante preocupación no solo en la investigación científica, sino también en volcar los conocimientos a la comunidad.

A los fines de proceder a la selección, el Comité Ejecutivo designa un jurado de especialistas integrado por un docente de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, un miembro del Comité Ejecutivo, y un miembro externo con trayectoria en investigación y

divulgación de las ciencias naturales. Este jurado analiza los antecedentes de los postulantes y procede a la designación de un ganador.

Los postulantes son propuestos por instituciones nacionales relacionadas con las Ciencias Naturales, incluyendo Colegios Profesionales y ONGs. La proyección a la comunidad de la actividad de los postulantes es evaluada a través de sus antecedentes, con especial atención a las publicaciones de divulgación y a la participación en ONGs y en organismos oficiales relacionados directamente con la comunidad. Los postulantes no seleccionados podrán ser propuestos nuevamente.



El búho, símbolo de la sabiduría. Réplica de una escultura arqueológica en piedra procedente del noroeste argentino, que se entrega como reconocimiento al galardonado. Hasta el presente, fueron galardonados con el Premio Lahille los siguientes profesionales: Dr. Ricardo

Bastida (2017), Dr. Jorge Rabassa (2018), Dr. Diego Golombek (2019) y Lic. Aníbal F. Parera (2020).

En el marco de la entrega anual del Premio Lahille, el Comité Ejecutivo de la Fundación decidió además entregar una serie de reconocimientos a aquellos individuos o instituciones que desde sus espacios trabajan en la promoción de la enseñanza y divulgación de las Ciencias Naturales, así como de la conservación de la biodiversidad.

Estos reconocimientos incluyeron hasta el presente a artistas, periodistas, naturalistas, museos provinciales, escuelas rurales y fundaciones, entre otros.



Galardonados y autoridades del Museo de La Plata y de la Fundación Museo de La Plata “Francisco P. Moreno”, durante el acto realizado durante abril, de 2019.

El último aspecto mencionado permitió imprimir un sesgo significativamente federal abarcando todo lo largo y ancho del territorio, lo cual permitió visualizar e incorporar al conocimiento social a numerosos individuos e instituciones cuyo trabajo silencioso –y en ocasiones sacrificado–, había sido soslayado.



**20 de abril de 2017 | 19 horas**  
Lugar : Salón Auditorio del Colegio de  
Abogados de La Plata (Av. 13 n° 831)

# 30° Aniversario Fundación Museo de La Plata

Francisco Pascasio Moreno

## Programa

### **Presentación:**

Presidente de la Fundación  
Dr. Pedro Elbaum  
Directora del Museo de Ciencias Naturales Dra.  
Silvia Ametrano  
Entrega de reconocimientos a ex Presidentes

### **Premio Lahille**

**Entrega del premio Lahille 2016 al Dr Ricardo  
Bastida por el Dr. Hugo López**

### **Reconocimientos:**

**FCNyM:**  
Unidad de Conservación y Exhibición  
Área de Comunicación MLP  
Taller de Electricidad  
Taller de Carpintería  
Taller de Imprenta  
SEDICI - UNLP

### **Museos:**

Museo Bernasconi (CABA)  
Museo Paleontológico Fray M. Torres  
(San Pedro - Bs. As.)

### **Escuelas:**

Escuela N° 5 "Juana Manso"  
(Punta Indio - Bs. As.)  
Escuela EIB N°905 "El Soberbio" (Misiones)

### **Parques Nacionales:**

Parque Nacional Nahuel Huapi

### **Fundación:**

Fundación Patagonia Natural (Chubut)

### **Artistas:**

Ilustradora científica María C. Estivariz  
Ilustrador científico Aldo Chiappe

### **Divulgación y Cultura:**

Periodista Laura Rocha  
Periodista Valeria Román  
Canal de televisión Encuentro  
Revista "Muy Interesante"

**Cierre:** Semblanza de Francisco Pascasio  
Moreno a cargo del Dr. Alberto C. Riccardi

Programa correspondiente a la primera entrega del Premio Lahille y los reconocimientos. 20 de abril de 2017.

## South Africa aims to stop marine litter at its source

The coast of South Africa's Kwazulu-Natal province looks like it was pulled from a postcard, with wide, sandy beaches stretching for some 600 kilometres. International and local tourists flock here in normal times, drawn to the warm Indian Ocean waters for surfing, relaxation, and glimpses of spectacular wildlife, like loggerhead turtles.

But heavy rains can transform this beautiful coast in a flash. Downpours accelerate the flow of polluted upstream rivers, sending their litter cascading into the sea, including around the city of Durban. After a storm, heaps of plastic bags and bottles pile up on Durban's shores with the current transporting some rubbish hundreds of kilometers down the coast.

What's happening to Kwazulu-Natal's beaches is part of a larger marine litter crisis in South Africa. Every year, between [90,000 and 250,000 tonnes](#) of rubbish enter the oceans that surround the country. This marine litter can damage ship engines and propellers. It becomes entangled in nets and other fishing equipment. It drives away tourists. It's often ingested by birds, mammals, and fish, causing them to choke or become sick. And it can find its way into [the human food chain](#).



*Plastic clogs Cuttings Beach near Durban. Every year, up to 250,000 tonnes of litter is dumped into the oceans around South Africa. Photo by Lisa Guastella*

## **But just where is all this waste coming from?**

“Eighty per cent of marine litter originates on land, mediated through flash floods and river inputs,” said Jared Bosire, Project Manager with the United Nations Environment Programme’s (UNEP) Regional Seas Programme. “Therefore, if we want a clean ocean, we must change our behavior on shore and link the solution to the source, which is upstream.”

A new project driven by the South African Department of Environment, Forestry and Fisheries aims to do exactly that. The department is joining forces with local officials, non-profit groups, like Coastwatch and Durban Green Corridors, and Plastics SA, a privately-owned company, to stem the flow of marine litter in five river systems in Kwazulu-Natal. Through increased litter collection and community-led waste sorting and recycling, the department will reduce litter generation at its source, thereby lessening the amount of pollution that reaches the ocean.

Litter booms, barriers that collect floating debris, will be installed in the uMngeni, uMlazi, uMbilu, uMhlatuzana, and aManzimnyama rivers. Communities will help clean out the booms on a daily basis during the two-year project. The booms have the added benefit of trapping invasive species, like the exotic water hyacinth, before they take root in waterways.

**“If we want a clean ocean, we must change our behavior on shore.”**

Jared Bosire, UNEP project manager

The department will also implement a waste sorting and recycling programme in one community per river. One possibility being considered is the idea of “swap-shops” where community members can trade the recyclable litter for essentials, said Yazeed Petersen, a Project Manager from the South African Department of Environment, Forestry and Fisheries. “Integrating these shops into the project will further encourage communities to become involved in litter collection.”

Douw Steyn of Plastics SA agreed. “We need to ensure that value is given to waste plastic so that it can contribute to the circular economy. Recyclers cannot get enough material, so there is enormous potential for those willing to collect litter.”

The project is designed to help South Africa achieve its targets under Sustainable Development Goal 14.1, under which the country committed to preventing and reducing marine pollution by 2025, as well as Sustainable Development Goal 6.3 to improve water quality by 2030 through reducing pollution.

The initiative is being funded by the [Global Environment Facility](#) through the Implementation of the [Strategic Action Programme](#) for the Protection of the Western Indian Ocean from Land-Based Sources and Activities, executed by [the Nairobi Convention](#). This project will reduce land-based stresses on this environment by protecting critical habitats, improving water quality, and managing river flows. The convention, part of UNEP’s Regional Seas Programme, serves as a platform for governments, civil society and the private sector to work together for the sustainable management and use of the Western Indian Ocean.

**For more information, please contact:** Angela Patnode ([angela.patnode@un.org](mailto:angela.patnode@un.org)).



XI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar  
XIX Coloquio de Oceanografía



Nueva fecha !!!!

28 de marzo al 1° de abril de 2022



Comodoro Rivadavia

visita [www.unp.edu.ar/XIJNCM](http://www.unp.edu.ar/XIJNCM)

**XI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar (XI JNCM)**

**y**

**XIX Coloquio de Oceanografía**

Nueva fecha del **28 de Marzo al 1 de Abril de 2022**, esperando contar con un escenario seguro para los y las participantes.

# 2022 International Year of Artisanal Fisheries & Aquaculture

The United Nations General Assembly has declared 2022 the **International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture (IYAFA 2022)**. FAO is the lead agency for celebrating the year in collaboration with other relevant organizations and bodies of the United Nations system.



**MAFIS 2022 Special Issue call for papers...**



<https://ojs.inidep.edu.ar/index.php./mafis/AIPAA2022>

## Convocatorias y temas de interés



La **III EDICIÓN del Congreso Virtual** “Desarrollo sustentable y desafíos ambientales” pretende reunir participantes y asistentes de diferentes países, proponiendo y abriendo debates respecto a los avances significativos sobre el tema ambiental en el marco de los desafíos (nuevos y permanentes) que impone el contexto de **pos pandemia** para la gestión pública, privada y del tercer sector.

El espacio virtual que ofrece el congreso, intenta fomentar la socialización de herramientas y experiencias en materia ambiental, y la puesta en diálogo entre actores que trabajan el abordaje de la temática.

### **CRONOGRAMA**

- **Envío de ponencia completa o póster:** hasta el 3 de septiembre 2021
- **Comunicación sobre resultado de la Evaluación de ponencia completa:** 1 de Octubre
- **Ajustes/correcciones finales por parte de autores:** hasta el 15 de Octubre (entrega final).
- **Envío de videos para presentación:** Hasta el 1 de Noviembre.
- **Desarrollo del evento: 8 de Noviembre al 17 de noviembre.**

Envíe el resumen al correo: [congreso@cebem.org](mailto:congreso@cebem.org)

¿Tienes alguna consulta? **escribenos: Correo: [congreso@cebem.org](mailto:congreso@cebem.org) / WhatsApp: +591 73027636**

### **CALL FOR ABSTRACTS - Symposium on Decadal Variability, Bergen, Norway, 26-28 April 2022.**

Dear all,

The “4th Symposium on Decadal Variability of the North Atlantic and its Marine Ecosystem: 2010-2019” will take place 26-28 April 2022 in Bergen, Norway, hosted by the Institute of Marine Research.

Registration and abstract submission is now open.

This symposium is part of a series of decadal symposia organized by ICES, NAFO and IMR, where researchers will convene to review the variability of North Atlantic environmental conditions and marine ecosystems over the past decade. The intention is to understand the relationship between ecosystem components and how they influence the distribution, abundance and productivity of living marine resources. While the symposium focuses on reviewing the last decade, contributions related to longer environmental time series, sub-decadal forecast of ecosystem changes and application of environmental data to ocean resource management are also welcome.

This symposium is endorsed as an activity under the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development.

Theme sessions:

1. Ocean climate and physical environment in the North Atlantic and their linkages to changing marine ecosystem
2. Decadal changes and trends in North Atlantic/sub-Arctic plankton and their ecosystems
3. Trends and drivers of decadal variability in fish and invertebrates
4. Expanding horizons: assessing decadal changes and incorporating Social-Ecological Systems in the North Atlantic

**Call for abstracts:** We invite abstract submissions that describe, explore, and/or interpret observational time-series in all disciplines (physical, chemical, and biological) and areas of the North Atlantic including the Arctic (open ocean, shelf sea, and coastal waters) during the decade 2010-2019. This also includes new analyses and modelling approaches aimed at linking environmental changes to changes in the ecosystem. In addition, contributions that discuss development of marine ecosystems into the coming decade are highly welcomed. Time will also be allocated for early career mentorship.

**Special issue in IJMS:** We invite abstracts that propose papers to be selected for submission to a special issue of ICES Journal of Marine Science (IJMS). The symposium and subsequent publication will together form an overview of the hydrobiological variability of the North Atlantic during the decade 2010-2019.

**ICES Early career scientist funding:** The International Council for the Exploration of the Sea (ICES) will provide support for up to 25 early career scientists from ICES member countries to attend this symposium. You can apply when you register and submit your abstract.

You can visit the website here to read more about the theme sessions, keynote speakers and programme and to ensure your spot by making your registration and abstract submission here.

We welcome your assistance in helping to promote the call for abstracts by circulating information to your staff and networks and sharing through your social media channels.

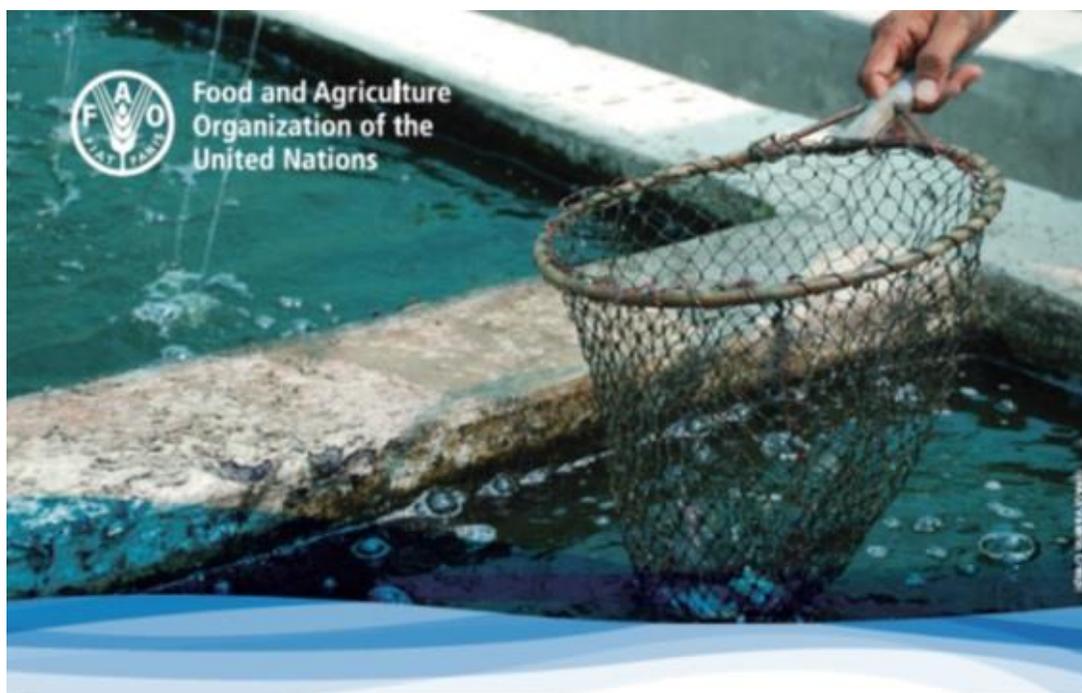
Please like or share the following posts on Twitter, Facebook and LinkedIn.

Join us to share your science at **#Decadal2022**

Kind regards,

**On behalf of the Scientific Steering Committee and The Local Organizing Committee**

**2022 International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture. MAFIS Special Issue 2022 - Call for papers.**



The United Nations General Assembly has declared 2022 the International Year of Artisanal Fisheries and Aquaculture (IYAFA 2022). The objective of celebrating IYAFA 2022 is twofold: The Year aims to focus world attention on the role that small-scale fishers, fish farmers and fish workers play in food security and nutrition, poverty eradication and sustainable use of natural resources – thereby increasing global understanding and action to support them.

The celebration is also an opportunity to enhance dialogue between different actors, and not least to strengthen small-scale producers to partner up with one another and make their voices heard so they can influence the decisions and policies that shape their everyday lives – all the way from local community level to international and global fora.

### **MAFIS special edition on Artisanal Fisheries and Aquaculture 2022**

Marine & Fishery Sciences (MAFIS) is an Open Access, charge-free journal edited by the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) that publishes double blind peer-reviewed articles of original investigations. It is published two times a year (February and July) aiming all work and studies on applied or scientific research within the many varied areas of the marine sciences, including but not limited to aquaculture production, oceanography and marine technologies including conservation and environmental impact. MAFIS is specialized in marine and freshwater fisheries, including social-related aspects that directly or indirectly affect to human populations.

Deadline for receipt of manuscripts: November 30<sup>th</sup> 2021.

Topics: Artisanal marine and freshwater fisheries, artisanal marine and freshwater aquaculture production, including but not limited to biological-fishery and productive aspects, sustainability, models, conflicts of interest and environmental issues, socio-economic problems that directly or indirectly affect human populations.

 **JRC (Ispra, Italy) is looking for an experienced biogeochemical marine ecosystem modeler.** The Joint Research Centre (JRC) is looking for an experienced biogeochemical marine ecosystem modeller, capable of continuing and further developing the existing North Western Shelf Sea setup, using the models GETM/GOTM/FABM/ERSEM in the frame of the BLUE2 project (EC Contract Agent 2 years). S/he is supposed to develop and simulate future scenarios to assess potential impacts of climate change and policy implementation in relation to the proposed programs of measures by Member States on the marine and coastal ecosystems, with respect to eutrophication, litter, contaminants and climate change in the North Western Shelf Sea, thereby contributing to optimizing the cost benefit relation of proposed measures. S/he shall actively contribute to the publication of the achieved results to the general public and to policy in strong collaboration with DG ENV. In case of interest, please contact Adolf Stips ([adolf.stips@ec.europa.eu](mailto:adolf.stips@ec.europa.eu)).

### **Aquaculture 2021 platform –[www.was.org](http://www.was.org) -[www.aquaeas.eu](http://www.aquaeas.eu)**

Conferences + Exhibition + Networking + business & staff Meetings all in one and this for all aquaculture experts, professionals & farmers.

Invite your colleagues, staff, friends, project partners, or customers and meet during one of these events. We 're happy to provide you with a meeting space. You want to organise a seminar, workshop during the event, contact us. These events will follow all covid measurements – meet your customers, colleagues, partners, in a safe environment.

 Full steam ahead for **AQUACULTURE EUROPE 2021** in Madeira ! In-Person event !

Full conference program, find the program grid online now. All info on [www.aquaeas.org](http://www.aquaeas.org). Over 1000 registrations so far... Find all updated information online. Biomar is Gold Sponsor for this event.

- 🏠 **WORLD AQUACULTURE 2020 Singapore December 5-8, 2021.** There is still time to submit your abstract and to book a booth in the exhibition.
- 🏠 **AQUACULTURE AFRICA 2021 Alexandria, Egypt December 11-14.** AFRAQ21 is a In-Person meeting in Alexandria after approval of the Ministry. Time to submit your abstract. Please book your booth soon (just a few booths left). Aller Aqua is Gold Sponsor for this event.
- 🏠 **AQUACULTURE 2022 San Diego, US Febr 24-27, 2022.** This is the triennial international event organised by the World Aquaculture Society.
- 🏠 **New Dates - WAS North America & Aquaculture Canada 2022 St John's Newfoundland, Canada, Aug 15-18, 2022**
- 🏠 **World Aquaculture Society (WAS) is hosting the WAS NORTH AMERICA 2020 in partnership with the Aquaculture Association of Canada (AAC) and Newfoundland & Labrador Aquaculture Industry Association (NAIA) on August 15-18, 2022 at the St. John's Convention Centre, St. John's, Newfoundland, Canada.**



Estimados colegas:

La Universidad Agraria de La Habana (UNAH), en el marco de su 45 aniversario, se complace en invitarle al Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias (AGROCIENCIAS), que se celebrará en el Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba, del 03 al 07 de octubre de 2022, con el objetivo de propiciar un espacio para que especialistas extranjeros y nacionales en diferentes campos de las ciencias agrarias, puedan encontrarse e intercambiar criterios sobre el desarrollo alcanzado en los temas que serán abordados con un enfoque de “Una Salud”.

Esta casa de altos estudios, como centro rector de las Ciencias Agropecuarias en Cuba, le brinda la posibilidad de intercambiar criterios académicos, científicos y prácticos que promuevan la integración de todas las áreas del conocimiento y avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; constituyendo así, un escenario ideal para el encuentro de hombres y mujeres de ciencia.

El programa científico incluirá Conferencias Magistrales, Plenarias, Talleres y la presentación de temas orales libres, posters y videos.

El Congreso contará con visitas a áreas productivas e instituciones científicas. De igual modo se realizará una exposición comercial asociada, en la cual se desarrollarán rondas de negocios en las que

podrán participar centros de investigación, grupos y asociaciones de productores, firmas especializadas y empresas, tanto nacionales como extranjeras para la exposición de tecnologías, productos, servicios, literatura y otros materiales afines a las temáticas del evento.

---

## **NEW DATES**

[WORLD AQUACULTURE 2021](#) Merida, Mexico **May 24-27, 2022**. The international event organised by the World Aquaculture Society is combining the Latin American & Caribbean Aquaculture 2021 event with the international WAS event.

Visit the [WA21 webpage](#) for more information or [email](#) us. It is now time to [submit your abstract](#). Still some booths available, please [book your booth](#) soon.



# **WORLD AQUACULTURE 2021** **Merida, Mexico May 24-27, 2022**

<https://www.was.org/meeting/code/WA2021>

# CONVOCATORIA PARA ENVÍO DE TRABAJOS - CIERRE: 1 Octubre 2021

World Aquaculture 2021 estimula las presentaciones en forma oral y poster de alta calidad. Recomendamos altamente a los autores las presentaciones en formato oral y poster ya que las sesiones de poster serán una parte integral del programa. Los trabajos enviados para "solo presentación oral" puede que no sean aceptados como tal debido al número limitado de tiempo disponible. Los resúmenes pueden presentarse en inglés, español o portugués. En la conferencia los trabajos podrán ser presentados en los tres idiomas. El idioma del título debe ser igual al de la presentación.

Cada presentador oral tendrá derecho a no más de 20 minutos, los cuales estarán compuestos por 15 minutos de presentación y 5 minutos para preguntas. Los autores de estudios que incluyen productos patentados o formulaciones deben presentar esta información en las sesiones para productores o exhibición comercial. Las presentaciones orales sólo se pueden exponer en formato Power Point. Proyector de acetatos y reproductores de video no estarán disponibles. Los ponentes deberán realizar el pago de su registro, hospedaje, y traslado. World Aquaculture 2021 no subsidia las cuotas de inscripción, alojamiento u otros gastos de viaje.

## INSTRUCCIONES PARA LA PREPARACIÓN DE TRABAJOS

Formato de Resumen Extendido – Favor de referirse a la Muestra

1. **TÍTULO DEL DOCUMENTO:** El título del trabajo deberá estar impreso en MAYÚSCULAS, con la excepción de los nombres científicos que deberán estar en mayúsculas, minúsculas y cursiva. Los nombres científicos no deben ir precedidos o seguidos por comas o paréntesis u otras marcas.
2. **AUTOR(ES):** El primer nombre deberá ser del autor que presenta. Usar \* después del autor que presenta, escríbalo en mayúsculas y minúsculas.
3. **DIRECCIÓN Y CORREO ELECTRÓNICO:** Escriba solamente la institución, dirección y email del autor que presenta. Escriba en mayúsculas y minúsculas
4. **MÁXIMA EXTENSIÓN:** Una página.
5. **TAMAÑO DE LA PÁGINA:** Estándar 210mm x 297mm A4 (vertical)
6. **MÁRGENES:** Una pulgada de margen para todos los lados del documento.
7. **ESPACIO:** Un sencillo
8. **PÁRRAFOS:** Los párrafos deberán estar separados por una línea en blanco y sin sangría.
9. **FUENTES:** El tipo de letra deberá ser tamaño 12.
10. **FIGURAS Y TABLAS:** Figuras y tablas son altamente recomendados. Deberán ser reducidos al tamaño apropiado para un resumen de una página y ser claramente legibles en su tamaño reducido sólo en tinta negra. Las figuras y tablas reducidas se deben incluir en el resumen.
11. **MEDIDAS:** Utilice unidades métricas de medición. De ser necesario, sus equivalencias en inglés podrán ser señaladas entre paréntesis.



## FAVOR ENVIAR SUS TRABAJOS VÍA INTERNET

Enviar los resúmenes vía Internet al sitio web del evento: [www.was.org](http://www.was.org) Siga las instrucciones completas sobre la presentación en línea.

Si no le es posible enviar su resumen por internet, póngase en contacto con el Gerente de Conferencias para consultar métodos alternativos: [worldaqua@was.org](mailto:worldaqua@was.org) o Fax: +1-760-751-5003



## SEGUNDA CIRCULAR

Nos ponemos en contacto para comunicarles que la Comisión Organizadora de la VI RAGSU realizará *la próxima Reunión en formato virtual entre el 24 y 26 de febrero de 2022*.

Se tomó esta difícil decisión debido a que no se puede garantizar que, al momento de la realización de este evento, los asistentes puedan viajar a la ciudad de San Carlos de Bariloche. Por otra parte, aún bajo las condiciones actuales, se deberían respetar aforos mínimos en los salones, esto implicaría tener la responsabilidad de designar quienes podrían asistir de forma presencial y quienes en la modalidad virtual. Las Reuniones Argentinas de Geoquímica de la Superficie son eventos científicos que se han realizado regularmente cada dos o tres años desde el 2009, siendo siempre una oportunidad para el intercambio de investigaciones, la posibilidad de nuevas colaboraciones, la realización de cursos de formación y salidas de campo, etc.

El objetivo de esta reunión continúa siendo la difusión de los adelantos científicos que se han producido en el ámbito de la geoquímica, no solo a nivel nacional sino también internacional.

### FECHAS IMPORTANTES

Límite para envío de resúmenes extendidos: 10/09/2021

Aceptación de resúmenes extendidos: 15/10/2021

### COMISIÓN ORGANIZADORA

Presidente: Dr. Pedro Felix Temporetti

Vicepresidenta: Dra. Ana Bohé

Secretaria: Guadalupe Beamud

Tesorera: Georgina De Micco

Protesorera: Daniela Nichela

**Vocales:** Juan Cabrera; Juan Pablo Gaviria; José León; Gastón Galo Fougá; Leandro Rotondo; Daniela Nassini.

**CONTACTO: Secretaría VI RAGSU:** Sra. Leticia Quadrini, [ragSU2021@gmail.com](mailto:ragSU2021@gmail.com)



El libro de “**Recetas de Pescados y Mariscos – Cómo preparar especies del Mar Argentino**”, realizado entre el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), la Escuela de Hotelería y Gastronomía dependiente de UTHGRA y la Sociedad de Patrones Pescadores, ya se encuentra disponible y está destinado contribuir a aumentar el consumo de pescado y de frutos del mar. Debido a la gran demanda e interés despertado, INIDEP lo comparte a través de sus redes para que pueda estar al alcance de todos y todas. Para descargar la obra completa en forma gratuita ir a: <https://www.inidep.edu.ar/wp-content/uploads/Pescados-y-mariscos.pdf>

Desde El bohío, difundimos este material y en esta entrega, les presentamos dos recetas: “**Mero en papillote con vegetales**” y “**Terrina de merluza y espinaca con salsa curry**”.



### **Mero en papillote con vegetales**

#### **INGREDIENTES PARA 4 PORCIONES:**

Mero 600 g (4 filets sin espinas); Zucchini 4 chicos; Tomate perita 4 medianos; Puerro (parte blanca) 1 unidad; Champiñones frescos 200 g (1 1/2 taza); Aceitunas negras 50 g (1/2 taza); Alcaparras 50 g (1 1/2 cda.); Coñac 100 cc (1/2 taza); Ajo 2 dientes; Aceite de oliva 80 cc (4 cdas.); Perejil c/n; Sal y pimienta a gusto.

#### **PREPARACIÓN**

- \* Cortar las verduras en rodajas y saltearlas junto con el ajo cortado en láminas, en una cucharada de aceite.
- \* Cortar los filets en trozos medianos, acondicionar con sal y pimienta.
- \* Descarozar las aceitunas y cortarlas en láminas.
- \* Preparar un trozo de papel de aluminio de tamaño tal que contenga la porción de filet y las verduras, con un margen suficiente que permita cerrarlo como un paquete.
- \* Disponer en forma alternada los vegetales, colocar el trozo de filet, las aceitunas, alcaparras, el perejil picado y por último, rociar con el coñac.
- \* Cerrar la preparación como un paquete y hornear a fuego fuerte durante 15 minutos.
- \* Para servir, abrir parcialmente el papillote y rociar con aceite de oliva.

Valor calórico: 2.380 Kcal totales; 595 Kcal/porción

Sugerencias del Chef: El coñac puede ser remplazado por algún vino blanco seco.



## **Terrina de merluza y espinaca con salsa curry**

### **INGREDIENTES PARA 4 PORCIONES:**

Merluza 400 g (aprox. 2-3 filets); Espinaca 1/2 atado; Cebolla 250 g (1 grande); Ajo 1 diente; Huevos 5 unidades; Crema 550 g; Curry 1 cucharadita; Vino blanco 2 cucharadas; Aceite 2 cucharadas; Manteca c/n; Sal y pimienta a gusto.

### **PREPARACIÓN**

\* Rehogar en un chorrito de aceite una cebolla y un diente de ajo finamente picados. Una vez cocido agregar la espinaca lavada y picada, dejar cocinar unos minutos. Escurrir y dejar enfriar. Pasar el preparado por una multiprocesadora. Incorporar 3 huevos, condimentar y agregar dos cucharadas soperas de crema y mezclar con espátula. Reservar.

\* En una multiprocesadora procesar el pescado crudo, incorporar 2 huevos, sal, pimienta (puede agregarse alguna hierba fresca como ciboulette, perejil o tomillo). Luego incorporar tres cucharadas soperas de crema y mezclar con espátula.

\* En un molde, previamente enmantecado, disponer la preparación de merluza y sobre ésta la de espinacas. Cocinar en horno a baño María, durante 40 minutos aproximadamente a una temperatura de 160 °C (horno medio).

\* Para la salsa, rehogar una cebolla finamente picada, agregar una cucharadita de curry, mezclar bien y adicionar el vino blanco, dejar evaporar el alcohol, incorporar la crema restante y condimentar a gusto. Desmoldar la terrina tibia sobre una bandeja y colocar la salsa en un recipiente aparte.

Valor calórico: 3.506 Kcal totales; 876 Kcal/porción

Sugerencias del Chef: Se puede acompañar con ensalada de hojas verdes y tomates cherry con vinagreta de limón.

# APRENDAMOS SOBRE CIGUATERA

La actividad pesquera es importante para las comunidades costeras, sin embargo existe un desconocimiento sobre enfermedades que existen en las especies de peces que se capturan. Al no identificarse puede ocasionar problemas a la salud humana.

Una de ellas es la ciguatera, la cual se conoce como intoxicación alimentaria producida por el consumo de pescado que habita en los arrecifes de coral.

Es endémica de las islas del pacífico sur y el mar Caribe

Los peces carnívoros se alimentan de los herbívoros contrayendo la toxina y posteriormente son capturados para consumo

Se producen los dinoflagelados bentónicos, los cuales son microalgas que se encuentran en los corales.

Los peces herbívoros se alimentan de estas microalgas productoras de biotoxinas y presente en los arrecifes.

El conocimiento sobre la ciguatera nos fortalece en su prevención y control y nos da un mejor aprovechamiento de los recursos pesqueros por regiones

Para una mejor pesca.  
Conozca su región y sus recursos

Contacto: [boletinelbohio@gmail.com](mailto:boletinelbohio@gmail.com)

## Artículo de opinión

# El valor ecológico y la aplicación de mecanismos financieros para conservar los recursos naturales

**Abel Betanzos-Vega**

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP),  
Calle 246 No. 503 e./ 5ta Ave y Mar, C.P. 19100.  
Santa Fe, La Habana, Cuba.

## Introducción

Existe un equilibrio en el medio natural entre los ecosistemas y las especies animales y vegetales, incluyendo el hombre. Disímiles actividades humanas hacen uso directo e indirecto de los ecosistemas y de la biodiversidad, y su afectación por uso no sostenible es reconocida como un factor de impacto adicional, a las afectaciones naturales. Según manual teórico y práctico de valoración económica de los recursos naturales (CBM, 2001), las pérdidas de beneficios ambientales por degradación de ecosistemas, no es en ocasiones entendida como un factor colateral en la reducción de la productividad de las actividades que hacen uso directo e indirecto de ellos. Ante esta razón, es necesario incrementar acciones para preservar o recuperar los beneficios ambientales, a partir de valorar el efecto de estos usos en los ecosistemas y en las especies que en ellos habitan, no solo por su impacto en la biodiversidad sino además por su impacto socio-ecológico.



Además de sus beneficios socioeconómicos, los ecosistemas prestan servicios ambientales que no son tenidos en cuenta en los análisis de costo – beneficio de actividades productivas.

### **El valor ecológico: Definición y criterios**

El valor atribuido a un organismo, ecosistema, producto, recurso o actividad, en términos de beneficios para el medio ambiente, se ha dado por denominar como “valor ecológico”. En términos generales, el valor ecológico se ha definido como la gama de criterios por medio de los cuales se estipula la calidad de un ecosistema, a través del beneficio económico ambiental que los sistemas naturales ofrecen, y que colaboran con la sostenibilidad y permanencia del hombre en el planeta.

El valor ecológico se perfila como una necesidad de inclusión en los estudios de impacto ambiental, y se determina a través de matrices que se componen de valores subjetivos (cualitativos) y objetivos (cuantitativos) y porcentajes de contraste, aplicables a cada caso de estudio. Puede definirse como el conjunto de bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas, adicionando el conjunto de recursos y procesos necesarios para no afectar o para reponer los bienes naturales en explotación (Cajal, 2018).

Existe una gran polémica sobre el valor ecológico y su estimación. Los puntos de vista son múltiples, debido a que el valor ecológico orienta a una administración de los recursos y al diseño de planes de acción sostenibles para su uso y protección (manejo eco-amigable). Para algunos, el valor ecológico puede ser refutable desde el punto de vista ético ya que tiende a “poner precio a los componentes de la naturaleza”. Las complejidades se acentúan no solo en la creación, adaptación y aprobación de los instrumentos económicos para instituir un pago por el uso de los Bienes y Servicios Ambientales, que puede ser subvalorado o sobrevalorado, sino además en la valoración económica según cuantificación de la oferta y la demanda según beneficios de los ecosistemas, y en función de sus tipos de usos (Newcome *et al.*, 2005; Barsev, 2008; Gómez-País *et al.*, 2014).

En el contexto actual del cambio climático y la dinámica de los acontecimientos antrópicos y naturales, los criterios de valor ecológico y valor humano han pasado a tener una gran connotación y fuerza en la administración del ambiente y de la diversidad biológica. El empeño que se coloque en identificar, cuantificar y apreciar el rendimiento de los beneficios que la sociedad recibe de la naturaleza es el mecanismo más valioso para lograr que los ecosistemas sean tomados en cuenta en los análisis de costo-beneficio (Newcome *et al.*, 2005).

### **Mecanismos financieros para la valoración de BSA y conservación de recursos naturales**

La información acerca de alternativas de producción y canales de mercado en la producción eco-amigable es escasa, y según Barsev (2008) no existe una tradición de otorgar valor económico a los Bienes y Servicios Ambientales (BSA), ni mecanismos para incorporar este valor al sistema económico. Esto significa, que, aunque se reconoce que los ecosistemas aportan bienes y servicios, estos no son valorados ni considerados en los análisis económicos de costo – beneficio de las actividades productivas, y se subestima la necesidad de mantener o de recuperar el equilibrio natural entre los ecosistemas y sus especies animales y vegetales, incluyendo el hombre. Esto obliga a proponer nuevas estrategias que impliquen el uso de mecanismos financieros que permitan otorgar

valor económico a los BSA, como medida de conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Gómez-País, 2006; Barsev, 2008; Betanzos-Vega *et al.*, 2014).

Un mecanismo financiero que otorgue un valor ecológico (ECOVALOR) a los bienes y servicios ambientales (BSA) o ecosistémicos (BSE), contribuiría a la conservación y a la percepción del riesgo por uso no sostenible de los ecosistemas. Existen diferentes fuentes de financiamiento para la conservación de los BSA, cuya captación depende del uso de mecanismos financieros.

Un enfoque, es el de contribuir económicamente (pagar) por el uso de los ecosistemas, al dirigir parte de los beneficios económicos de la producción, generados por el uso de los BSA, para su conservación y uso sostenible (Barsev, 2008; Gómez-País *et al.*, 2014), el mecanismo que se propone se conoce como Pago por Servicios Ambientales (PSA).

Otro de los mecanismos es la valoración económica de servicios ecosistémicos, que se deben incluir en los análisis económicos de costo beneficio de toda actividad productiva, incorporando el costo por daño acaecido, e ingresos esperados por beneficio ambiental (Betanzos-Vega *et al.*, 2014; Gómez-País *et al.*, 2014). Para esto debemos asumir, que un costo ambiental que se evita se refleja como un beneficio, mientras que un beneficio ambiental que se pierde se refleja como un costo.

Se considera **Daño ambiental**, toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo inferido al medio ambiente en su conjunto o a uno o más de sus componentes. El daño ambiental está relacionado con el componente denominado medio físico o natural; y para la cuantificación monetaria de los daños ambientales, se necesitan dos datos: la magnitud física de la afectación y el precio por unidad de magnitud física para poder convertirla en un valor (Gómez-País *et al.*, 2014).

Se define como **Beneficio ambiental**, el beneficio o aporte generado por acciones de conservación sobre un ecosistema, que contribuyan a optimizar flujos de bienes y servicios ecosistémicos; mejorar la calidad ambiental de un ecosistema o territorio; reducir impactos y vulnerabilidades, potenciar externalidades positivas sobre otros ecosistemas y evitar costos ambientales externos.

Según Barsev (2008), el énfasis del proceso está en determinar un valor económico según los BSA que ofrecen los ecosistemas y establecer mecanismos financieros de cobro (PSA) por su aprovechamiento, que deben representar el monto mínimo necesario para garantizar la conservación de los recursos naturales.

Las formas de compensación pueden implicar varios instrumentos (recaudación de fondos, cargos directos por tarifas, concesiones de usanza, cuotas, etc.) que dependerán de su valor de uso, no sólo por beneficio material (ejemplos: el recurso fluvial [agua dulce], madera de mangle para actividades pesqueras, etc.), sino también por su existencia y aprovechamiento de su valor hedónico (belleza escénica de un paisaje, acciones turísticas de senderismo, buceo contemplativo, otras). La compensación, también debe tener en cuenta la manera en que se incluirán, en los análisis económicos de costo-beneficio de una actividad humana, los ingresos por disminuir el daño a un ecosistema, y en cómo y cuál sería el beneficio directo o indirecto por las acciones de conservación.

Cualquier guía o metodología para instituir un Pago por Servicios Ambientales (PSA), debe tener en cuenta los siguientes objetivos:

- Identificar los Bienes y Servicios Ambientales según ecosistemas en la localidad de estudio.
- Determinar la oferta de Servicios Ambientales o Ecosistémicos, y el costo de las medidas de conservación de los recursos y los costos asociados.
- Determinar la demanda de Servicios Ambientales o Ecosistémicos, para los principales usuarios, y los ingresos según diferentes consumidores de BSA.
- Crear fondos administrativos para conservación, bajo el esquema de PSA, y establecer una estructura institucional para la administración de Cobros y Pagos por los Bienes y Servicios Ambientales.
- Incluir en los análisis de costo-beneficio económico, de proyectos o actividades productivas, los costos por daño ambiental a los ecosistemas y a la biodiversidad por la actividad humana, que se prevé aplicar o se aplica, y los beneficios (ingresos) resultantes de su conservación o mitigación, según valor ecológico establecido.

En este proceso, además del conocimiento ecológico, es trascendental la concientización de la importancia de los ecosistemas para la sostenibilidad de las actividades productivas (socio-económicas) que hacen uso de ellos. Cuya herramienta principal puede ser la capacitación en materia ambiental y de valoración económica de los ecosistemas según el efecto de sus funciones en la producción de bienes y servicios.

### **La valoración económica de daños ambientales en Cuba**

Cuba cuenta con una Guía metodológica para valorar económicamente los Bienes y Servicios Ecosistémicos, y daños ambientales (Gómez, 2006; Gómez *et al.*, 2014). Esto ha permitido que los gobiernos territoriales cuenten con una herramienta metodológica que favorece la toma de decisiones y formulación de políticas certeras frente a la ocurrencia de eventos extremos y desastres, así como contribuye al enriquecimiento y consolidación de todo lo logrado en el campo de los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR), y en la evaluación del Impacto Ambiental. Sin embargo, pocos estudios introducen y generalizan el valor ecológico en la evaluación y estudios de factibilidad económica de actividades productivas.

Algunos estudios realizados al efecto, han sido resultado de proyectos de producción y conservación de la biodiversidad con fines experimentales o de producción piloto (Proyecto PNUD/GEF Archipiélago Sabana Camagüey, 2013). Y más recientemente, una evaluación económica previa a daños ambientales, a partir de la estimación del valor económico de los Bienes y Servicios Ecosistémicos, en una área natural protegida al noreste de Cuba (reserva ecológica Bahía de Nuevas Grandes), donde se incluyó el cálculo de valor económico en árboles madereros, retención de carbono en bosques, pastos y suelos, el valor de la belleza escénica, el beneficio de una pesca deportiva, y de una potencial actividad turística, y se calcularon valores económicos totales del orden de \$10 816 330.00 USD (Díaz-Abreu *et al.*, 2018).

Los ecosistemas marinos de mayor aporte a la biodiversidad y abundancia de especies marinas en Cuba, son: arrecifes coralinos, pastos marinos (fanerógamas) y manglares. Disimiles pesquerías hacen uso directo e indirecto de estos ecosistemas, y su afectación por la pesca es reconocida como un factor de impacto adicional. Uno de los ecosistemas de mayor uso es el manglar. El bosque de mangle brinda servicios ecosistémicos que

benefician la biodiversidad, protegen de la erosión la zona costera, retienen sedimentos y contribuyen al avance de la línea de costa, es hábitat de disímiles especies, y secuestran de la atmósfera grandes cantidades de carbono –tres o cuatro veces más que la mayoría de los bosques terrestres–, generando múltiples beneficios socio-económicos y ambientales.

Dentro de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) que presta el manglar, la pesca y cultivo de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* se erige como una de las actividades pesqueras que mayor uso hace de este ecosistema en Cuba. Durante el proceso de recolecta (pesca) de los ostiones silvestres, cuyas poblaciones naturales se encuentran fijadas en raíces y ramas sumergidas del mangle rojo, se incluyen métodos no sostenibles como el descortezado de raíces, e incluso el corte de ramas y raíces de mangle con machete y hachuela, para acceder al ostión, o tala de árboles y corte de ramas para uso de madera de mangle en la construcción de las empalizadas de las granjas artesanales de ostricultura, y confección de colectores.

Estudios de valoración económica y ambiental demostraron la factibilidad de introducir una ostricultura ecosistémica y eco-amigable, que resultó en mayor rendimiento, rentabilidad y beneficio ambiental, que la actividad extractiva de ostión silvestre, al incluir el daño ambiental en los análisis de costo-beneficio (Betanzos-Vega *et al.*, 2014).

Estos resultados demuestran la necesidad de replicar estas experiencias en otras regiones, y recursos naturales. Así como propiciar una nueva tradición de otorgar valor económico a los bienes y servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas, y generar mecanismos para incorporar este valor al sistema de evaluación económica de actividades productivas.

### **Literatura consultada**

- Barsev, R. 2008. *Mecanismos financieros para la conservación de recursos naturales: guía metodológica*. Editorial Academia, La Habana, 95 pp. ISBN 978-959-270-126-7
- Betanzos-Vega, A., Rivero-Suárez, S. & Mazón-Suástegui, J. M. 2014. Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible de ostión de mangle *Crassostrea rhizophorae* (Guilding 1828) en Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5): 1148-1158. <http://doi.10.3856/vol42-issue5-fulltext-18>
- Cajal, A. 2018. *Valor ecológico: bienes y servicios, polémica e importancia*. Lifereder. Recuperado de <https://www.lifereder.com/valor-ecologico/>
- Corredor Biológico Mesoamericano, CBM. 2001. *Guía metodológica de valoración económica de los Bienes, Servicios e impactos Ambientales. Manual didáctico sobre la teoría y práctica de valoración económica de los recursos naturales y la calidad ambiental*. Documento Técnico.
- Díaz-Abreu, D. M., González-Mejías, Y. & Pérez-Fernández, R. 2018. Bienes y servicios ecosistémicos. Estudio de caso: Valoración económica de reserva ecológica bahía Nuevas Grandes – La Isleta. Las Tunas. Cuba. *Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la Agenda”*, 52: 1-26. ISSN 1989-6794.
- Gómez-País, G. 2006. Análisis económico de las funciones ambientales del manglar en el ecosistema Sabana-Camagüey. En: P.M. Alcolado. E. García y M. Arellanos (eds.). *Estrategias y desafíos para la conservación de la biodiversidad en el ecosistema Sabana-Camagüey*. Proyecto GEF/PENUD Sabana - Camagüey CUB/98/G31 y CUB/92/91. La Habana. 263 pp.

Gómez-País, G., Gómez Gutiérrez, C. & Rangel Cura, R. 2014. *Guía metodológica para la valoración económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos y Daños ambientales*. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2399>

Newcome, J., Provins, A., Jhons, H., Ozdemiroglu, E., Ghazoul, J., Burgess, D. & Turner, K. 2005. *The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A literature Review*. London: Economics for the Environment Consultancy (eftec).

Proyecto PNUD/GEF/Sabana Camagüey. 2013. *Potenciando la conservación de la biodiversidad mediante la evaluación económica y ambientalmente sostenible de actividades productivas en el ecosistema Sabana Camagüey, Cuba*. Proyecto PNUD/GEF. Editorial AMA. Impresos Dominicanos S.R.L., República Dominicana, ISBN 978-959-300-037-6.

Ocho países construyendo una región de oportunidades

**OSPESCA**  
Organización del Sector Pesquero y Acuicola del Istmo Centroamericano

**SICA**  
Sistema de la Integración Centroamericana

# El Cardumen Boletín

**Dirección Regional Especializada de OSPESCA**  
adscrita a la Secretaría General del Sistema de la Integración Centroamericana

Final Bulevar Cancillería, Distrito El Espino No. 154, Ciudad Merliot,  
Antiguo Cuscatlan, La Libertad, El Salvador, Centroamérica.

Tel. (503) 2248-8841; Fax: (503) 2248-8899  
[www.sica.int/ospesca](http://www.sica.int/ospesca) | [info.ospesca@sica.int](mailto:info.ospesca@sica.int)

OSPESCA SICA   
 SICAOSPESCA   
 @SICAOSPESCA

## Clorofila extraída de *Chlorella* sp. Experiencia cubana

**Teresita de Jesús Romero López**

Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH),

Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (Cujae).

Calle 114 No. 11901 e / Ciclovía y Rotonda, Municipio Marianao, C.P. 19390, La Habana, Cuba

[teresitaromerolope@gmail.com](mailto:teresitaromerolope@gmail.com)

**Resumen:** La clorofila es un pigmento de las plantas verdes que por mucho tiempo se ha estudiado teniendo en cuenta sus múltiples propiedades. Es una sustancia capaz de captar la energía lumínica y transformarla en energía química, con aporte de oxígeno al medio. Con respecto a la salud se ha evidenciado que mejora el sistema digestivo, refuerza las defensas del organismo, ayuda a oxigenar la sangre, es un potente antioxidante, antiinflamatorio y antibactericida. Por tales razones y aprovechando la capacidad de limpiar las aguas contaminadas, se evaluó el potencial de *Chlorella* sp. para purificar residuales líquidos de la Industria Pesquera y darle un uso paralelo a la microalga a través del pigmento clorofila. En el trabajo se exponen los resultados que especialistas cubanos han obtenido hasta la fecha al tratar estos residuales, referidos al contenido del pigmento presente en la biomasa de *Chlorella*, su composición, estabilidad y conversión a cuproclorofila, así como el estudio de esta última con vistas a su uso en la industria del cosmético y medicamentos.

**Palabras clave:** *Chlorella*, cuproclorofila, cosmético, medicamento, residual pesquero

## Chlorophyll extracted from *Chlorella* sp. Cuban experience

**Abstract:** Chlorophyll is a green plant pigment that has long been studied for its many properties. It is a substance capable of capturing light energy and transforming it into chemical energy, supplying oxygen to the environment. With regard to health, it has been shown that it improves the digestive system, strengthens the body's defenses, helps oxygenate the blood, and is a powerful antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial. For these reasons and taking advantage of the ability to clean polluted waters, was evaluated the potential of *Chlorella* sp. to purify liquid waste from the Fishing Industry and give a parallel use to the microalgae through the chlorophyll pigment. The work presents the results that Cuban specialists have obtained up to now when treating these waters, referring to the content of the pigment present in *Chlorella* biomass, its composition, stability and conversion to cuprochlorophyll, as well as the study of this latest for use in cosmetic and medical industry.

**Keywords:** *Chlorella*, cuprochlorophyll, cosmetic, medicine, fishing waste

### Introducción

La clorofila, pigmento de las plantas verdes que apoya el proceso de conversión de la energía solar y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en oxígeno e hidratos de carbono, posee como uno de sus derivados la cuproclorofila, de reconocido poder bactericida y fungicida y que se obtiene desplazando el ion magnesio (Mg<sup>2+</sup>) del interior del anillo porfirínico de la clorofila y sustituyéndolo posteriormente por el de cobre (Cu<sup>2+</sup>).

Innumerables son los estudios que se han llevado a cabo en diversas regiones del planeta, con el objetivo de poner al servicio del hombre este pigmento, entre los que cabe citar a Japón, Estados Unidos, Alemania, España y con menos desarrollo los países de América Latina.

El uso de la cuproclorofila se ha extendido principalmente a problemas de colesterol, patógenos intestinales, inflamación, gastritis, hipertensión (inducido por trastorno del riñón), hemofilia, y también en el campo de la cosmética como desodorante natural, capaz de combatir los malos olores (Horiuchi y Fujikawa, 1987; Iwai *et al.*, 1990).

En Cuba se ha estudiado la acción de la cuproclorofila extraída de *Chlorella* sp., desarrollada en los efluentes de la Industria Pesquera sobre microorganismos patógenos al hombre y animales con evidencias, que por su valor práctico, merecen la pena mencionar, por lo que en este trabajo se dan a conocer resultados de algunas investigaciones efectuadas por especialistas cubanos, acerca de las propiedades y obtención del licor, atendiendo a las múltiples posibilidades que brinda el pigmento tanto en la industria del cosmético como en la farmacéutica.

La clorofila es un pigmento natural de amplio espectro de utilización en la cosmetología y en la medicina, entre otros. Las algas y muy especialmente las *Cloroficeae*, entre las que se sitúa *Chlorella*, presentan grandes cantidades del pigmento citado, lo que hace muy atractivo su cultivo para la extracción del mismo. En este estudio se presentan resultados obtenidos por los investigadores del Ministerio de la Industria Pesquera (MIP), todos ellos referidos a *Chlorella* sp. cultivada en residuales pesqueros (Suárez *et al.*, 1992).

## **Materiales y Métodos**

### **Cultivo de *Chlorella* sp.**

Se realizaron múltiples cultivos de *Chlorella* sp., en lagunas piloto de alta velocidad de 3 m<sup>3</sup> de capacidad. En ellas se determinaron una serie de parámetros necesarios que darían curso al cultivo masivo de la microalga en residual de la industria pesquera tales como, altura de la columna líquida, velocidad de agitación del agua, radiación incidente idónea sobre el cultivo, tiempo de retención entre cosechas, modo de separación de las algas, producción de biomasa húmeda y seca, secado de las algas, contaminantes que afectan los cultivos, de acuerdo con la metodología establecida por los especialistas del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), (Suárez *et al.*, 1992).

Una vez comenzada la producción de *Chlorella*, se continuó con el estudio de la biomasa obtenida, con el propósito final de usar el subproducto como suplemento de la dieta animal (Romero, 2021) o en la industria del cosmético o farmacéutica, en dependencia de los resultados logrados.

A continuación se dará a conocer el recorrido que se llevó a cabo para arribar a los resultados más adelante expuestos, alcanzados en cada fase de la investigación.

## **Extracción de clorofila**

La extracción de la clorofila se efectuó según el método descrito por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1966) y por Harmutk (1987), con acetona extrapura y etanol al 95 % respectivamente, para valorar el empleo de uno u otro solvente en la separación del pigmento, dado que para fines farmacológicos, la acetona posee contraindicaciones para el organismo humano.

## **Conversión del pigmento clorofila en cuproclorofila**

El pigmento clorofila es extraído con etanol al 92-96 % de pureza. La relación que se utiliza es 2.5 g de pasta de alga centrifugada y 10 mL del solvente. La fase sólida es separada de la fase líquida y el licor resultante o sobrenadante adquiere un color verde oscuro con un pH entre 6.5 y 7.0.

Posteriormente la clorofila se transforma en cuproclorofila, adicionando ácido clorhídrico (HCl) concentrado al 10 % y a temperatura ambiente, para formar la feofitina de color carmelita opaco.

A este producto se le añade acetato de cobre ( $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) en las cantidades requeridas. El procedimiento se lleva a cabo en baño termostataado y se prolonga hasta que la feofitina haya alcanzado una temperatura de 60-80 °C, garantizando así la disolución completa de los cristales de acetato de cobre, casi de forma inmediata.

## **Estabilidad de la cuproclorofila**

La clorofila, así como otros extractos obtenidos de *Chlorella* sp., han demostrado tener propiedades excepcionales para el tratamiento de bacterias y hongos patógenos (Romero y Pérez, 1999; Rojas *et al.*, 2002) motivo por el cual se hizo imprescindible determinar el tiempo de vida útil de los mismos y las condiciones más favorables y económicas de almacenamiento.

Para ello, se almacenó el producto durante 12 meses en botellas plásticas transparentes y verdes sometidas a la oscuridad, a una temperatura de 25-30 °C; a la iluminación continua con una intensidad de 300-500 lux y temperatura de 25-30 °C, así como en refrigeración a 4 °C y se determinó con una frecuencia mensual, la variación de la concentración de cuproclorofila, siguiendo la metodología descrita por Romero (2004).

## **Pruebas preclínicas realizadas con la cuproclorofila**

Una cantidad representativa de pasta de *Chlorella* sp., desarrollada en los residuales de la Industria Pesquera, se les ofreció a los laboratorios Beterá para la producción de crema facial “Betfan” con fango medicinal enriquecida con cuproclorofila como principio activo, en una fase de prueba, tal y como está establecido en los protocolos designados. El producto final se emplearía como antioxidante en forma de máscara contra arrugas.

Paralelamente, se estudió la acción del pigmento en animales, con el propósito de ser utilizado en vaginas de mujeres infestadas con diversos patógenos, valoración realizada por los especialistas del Centro de

Investigaciones y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM). El producto resultante se emplearía en forma de embrocaciones y como principio activo en la formulación de óvulos vaginales.

### **Pruebas preclínicas efectuadas.**

#### **1- Determinación de la irritabilidad oftálmica del producto “Betfan” con clorofila procedente de los laboratorios Beterá**

Para acometer la producción industrial de dicha crema, se procedió inicialmente a realizar las pruebas preclínicas, en este caso la irritabilidad oftálmica, ya que el fango puede entrar en contacto con los ojos de manera incidental, de ahí la necesidad de demostrar su inocuidad o peligrosidad al relacionarse con las estructuras oculares.

García y colaboradores (1999), realizaron los ensayos con conejos machos de la línea F1, procedentes del Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), con un peso corporal entre 1.8 y 2.0 kg. La dosis de ensayo fue de 0.1 mL de la sustancia y la vía de suministro fue la ocular en el fondo del saco conjuntival, con una duración de 72 h.

#### **2- Determinación de la irritabilidad dérmica de los fangos medicinales “Betfan”. Clorofila procedente de los laboratorios Beterá**

Con el propósito de realizar la comercialización de la crema “Betfan”, también se precisó de los estudios preclínicos de irritabilidad en piel, evaluación que fue realizada por el grupo de especialistas de los laboratorios LIORAD (García *et al.*, 1999<sub>a</sub>). La prueba se realizó en conejos con un peso no menor de 2 kg, procedentes del CENPALAB y se dilató durante 8 d (5 d de aclimatación y 3 d de ensayo). La evaluación consistió en lecturas de la piel para eritema, edema y escaras.

#### **3- Informe toxicológico de cuproclorofila extracto a partir de clorofila al 6 %**

El objetivo de este ensayo llevado a cabo por el CIDEM, fue evaluar la irritabilidad dérmica del extracto de cuproclorofila con un 6 % de concentración, 70 % de contenido hidroalcohólico y 1.44 g de sólidos en 250 mL de muestra, con el propósito de ser utilizado para eliminar microorganismos causantes de enfermedades de transmisión sexual (ETS).

Para el ensayo se utilizaron conejos albinos Nueva Zelanda machos originarios del CENPALAB, a los que se les aplicó el producto a razón de 0.5 mL durante 4 h. Las observaciones se realizaron a las 1, 24, 48 y 72 h después de la remoción del parche con cuproclorofila, (Vega y Guerra, 1999). Las reacciones sobre la piel para eritema y edema se establecieron de acuerdo con el sistema de evaluación de acuerdo a Vega y Guerra (1999), en una escala del 0 al 4, donde la ausencia de eritema y edema corresponden a cero y el caso severo a 4. También se evaluó la irritabilidad dérmica en una escala del 0 al 8, donde el 0 corresponde a no irritante y el 8 a una irritación severa de acuerdo con Vega y Guerra (1999).

Para evaluar la toxicidad aguda dérmica Vega y Guerra (1999), utilizaron ratas albinas Wistar de ambos sexos, con una masa corporal entre 150 y 200 g. La dosis del producto aplicado a las ratas fue de 2 000 mg/kg durante 24 h. Las observaciones referidas a síntomas clínicos y muerte se efectuaron diariamente durante 14 d. Al culminar el ensayo, los animales fueron sacrificados para el examen macroscópico de órganos y tejidos.

#### **4- Evaluación del potencial irritante sobre la mucosa vaginal de cuproclorofila extracto**

Vega y colaboradores (1999) del CIDEM, evaluaron el potencial irritante de la cuproclorofila extracto sobre la mucosa vaginal del conejo, para así dictaminar la posibilidad de su uso en vaginas de mujeres infestadas con organismos patógenos.

La sustancia de prueba presentó una concentración del 50 %; sólidos totales de 3.52 %; alcohol de 70 % y el pH de la solución de 1.16. Se utilizaron nueve conejos albinos hembras Nueva Zelandia con una masa corporal mayor a 2.0 kg, procedentes del CENPALAB. Se formaron tres grupos de trabajo de tres animales cada uno distribuidos de la siguiente forma:

- Grupo 1: control sin tratamiento.
- Grupo 2: tratado.
- Grupo 3: vehículo.

A los animales del grupo 2 se les administró 2 mL de sustancia de ensayo que se preparó tomando 2 mL del extracto de cuproclorofila al 50 % más 5 mL de solución salina, y al grupo 3 se le administró solución salina utilizado como vehículo de la preparación. El tratamiento se efectuó cada 24 h después de la primera aplicación e inmediatamente antes de cada aplicación, registrando la apariencia del perineo y cualquier signo de descarga, eritema o irritación.

Al sexto día los animales fueron sacrificados mediante una inyección letal para proceder a la extracción de 10 cm de vagina para el estudio histológico.

#### **Evaluación microscópica**

La evaluación microscópica se realizó teniendo en cuenta los indicadores de la Tabla 1 (epitelio, congestión vascular, infiltración leucocitaria y edema).

**Tabla 1.-** Clasificación microscópica para la reacción del tejido vaginal (Tomado de Vega *et al.*, 1999).

<b>Epitelio</b>		<b>Congestión vascular</b>		<b>Infiltración leucocitaria</b>		<b>Edema</b>	
<b>Reacción</b>	<b>Escala</b>	<b>Reacción</b>	<b>Escala</b>	<b>Reacción</b>	<b>Escala</b>	<b>Reacción</b>	<b>Escala</b>
Normal intacto	0	Ausente	0	Ausente	0	Ausente	0
Degeneración celular	1	Mínima	1	Mínima < 25	1	Mínima	1
Metalpsia	2	Media	2	Media 36 a 50	2	Media	2
Erosión focal	3	Moderada	3	Moderada 51 a 100	3	Moderada	3

Erosión generalizada	4	Marcada con ruptura de vasos	4	Marcada >100	4	Marcada	4
----------------------	---	------------------------------	---	--------------	---	---------	---

### Sensibilidad de microorganismos a la cuproclorofila

La primera experiencia que se realizó para verificar la validez de la cuproclorofila sobre diferentes organismos patógenos se realizó en los laboratorios de microbiología de la Empresa de Productos Biológicos (EPB) Carlos J. Finlay, que brindó determinadas cepas para los ensayos. Los organismos patógenos valorados se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.-** Patógenos tratados con la cuproclorofila (Romero y Pérez, 1999).

No.	Microorganismo	No.	Microorganismo
1	<i>Escherichia coli</i>	12	<i>Providencia N 1608 - 50</i>
2	<i>Salmonella paratyphi</i>	13	<i>Proteus vulgaris</i>
3	<i>Salmonella typhimurium</i>	14	<i>Enterobacter aerogenes</i>
4	<i>Shigella dysenteriae</i>	15	<i>Pneumococcus pneumoniae</i>
5	<i>Citrobacter 33</i>	16	<i>Micrococcus luteus</i>
6	<i>Staphylococcus aureus</i>	17	<i>Streptococcus A</i>
7	<i>Streptomyces albus</i>	18	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
8	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	19	<i>Bordetella pertussis</i>
9	<i>Sarcina luteas</i>	20	<i>Candida albicans</i>
10	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	21	<i>Candida utilis</i>
11	<i>Alcaligenes faecalis</i>	22	<i>Neisseria meningitidis a</i>

Una muestra de cuproclorofila fue secada a 27 °C, para estudiar su acción bactericida sobre cinco cepas tomadas al azar. Posteriormente se hizo actuar la cuproclorofila a concentraciones del 3, 5, 20 y 50 % sobre un número de bacterias patógenas tomadas al azar.

Estudios similares se realizaron en los laboratorios de microbiología de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana (UH), empleándose cepas de bacterias y hongos procedentes del cepario de la entidad y complementados con otros organismos provenientes del CENPALAB.

### Aplicación de cuproclorofila para combatir enfermedades bucales

La cuproclorofila se utilizó en el tratamiento bucal para su estudio y comprobación, mediante la crema dental enriquecida con el principio activo al 5 % y 10 % de inclusión (Gispert *et al.*, 1995) y fue realizado por especialistas del Centro Provincial de Investigaciones Estomatológicas (CPIE) de La Habana. En una segunda etapa de la investigación, efectuada por los mismos especialistas del CPIE de La Habana en el transcurso de dos años con 153 niños menores de 10 años, se probaron tres productos enriquecedores de las cremas dentales, entre ellas el propóleo, la manzanilla y la cuproclorofila.

## Resultados y Discusión

### Concentración de clorofila

El contenido de clorofila total no difiere al realizar su extracción con etanol en comparación con la acetona (Romero y Echeverría, 1998).

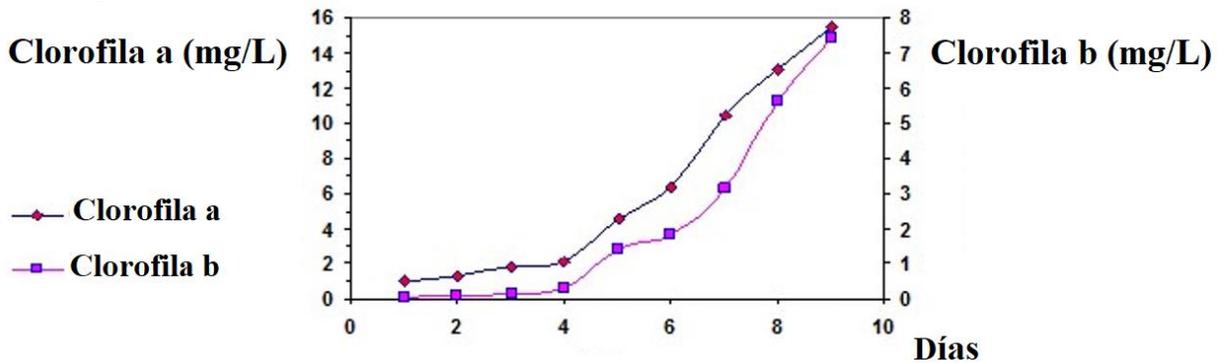
Dado que la cantidad de pasta que se puede obtener al cabo de los seis días de permanencia de las microalgas en las lagunas de alta velocidad, es de aproximadamente 4.5 kg/m<sup>3</sup> y que por cada 1.4 g de pasta se obtienen 10 mL de extracto alcohólico con una concentración de clorofila de aproximadamente 3 %, Romero (1996) demostró que esto representa un total de 32 L de extracto por cada m<sup>3</sup> de cultivo. Posteriormente, Romero y Echeverría (1999) estudiaron la composición química de ambos extractos (Tabla 3), llegando a la conclusión que al tratar el alga con cualesquiera de los dos solventes se podía obtener, además de clorofila, otros compuestos, que lejos de perjudicar la calidad del producto, coadyuvaban su producción con un alto valor agregado y por lo tanto, su uso en cualesquiera de las industrias mencionadas anteriormente podría ir más allá de lo planificado en un inicio.

**Tabla 3.-** Valores medios de concentración (%) de algunos compuestos presentes en el extracto etanólico y acetónico, máximos y mínimos (Tomado de Romero y Echeverría, 1999).

EST	Etanol						Acetona					
	Clor.t.	Car.	Carb.	Pol.	Prot.	Lip.	Clor.t.	Car.	Carb.	Pol.	Prot.	Lip.
Med	2.25	0.83	1.58	18.8	0.16	17.2	3.01	1.17	1.34	12.4	0.20	14.4
Max	3.44	1.21	2.33	31.2	0.27	21.7	3.65	1.25	1.25	12.4	0.23	16.4
Min	1.16	0.4	1.02	13.5	0.08	8.0	2.38	1.10	1.02	12.4	0.16	12.5

**Clor.t:** clorofila total; **Car:** caroteno; **Carb:** carbohidrato; **Pol:** polisacárido **Prot:** proteína; **Lip:** lípido.

*Chlorella* sp., cultivada en los efluentes de la Industria Pesquera y en lagunas de alta velocidad, presenta concentraciones de clorofila **a** de hasta 15.4 mg/L y de clorofila **b** de 7.4 mg/L (Figura 1). (Romero, 2005). Esta cantidad de pigmento hace que el cultivo en residual pesquero como única fuente de nutriente, sea muy atractivo, principalmente por lo económico que resulta.



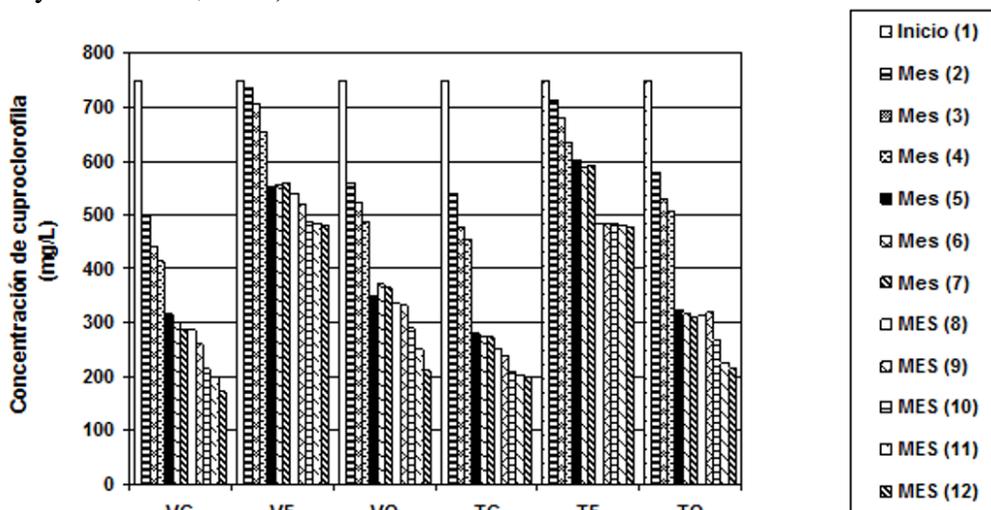
**Figura 1.-** Concentración de clorofila **a** y **b** en cultivos de *Chlorella* sp., al aire libre (Tomado de Romero, 2005).

Estos valores se corroboran con los estudios realizados por Romero y colaboradores (2000) en el Instituto de Biotecnología Marina de Japón (IBM), donde se hizo crecer la cepa cubana en medio orgánico, demostrándose que la microalga posee clorofila **a**, **b** y **luteína** como pigmentos esenciales, con concentraciones de clorofila **a** entre 12 y 24 mg/L y clorofila **b** entre 5 y 7 mg/L. Esto evidenció que la explotación de *Chlorella* posee grandes posibilidades para ser utilizada como fuente de clorofila, que a su vez es muy cotizada en la industria farmacéutica y en la elaboración de cosméticos.

### Estudio del pigmento clorofila extraído de *Chlorella* sp.

La cuproclorofila obtenida, tiene un color verde brillante y un pH entre 1.5 – 2.3 con olor característico a clorofila y sin suspensión visible (Romero, 2004).

Con la comparación múltiple de Student-Newman-Keub, se demostró que el licor mantenido en botellas verdes y sometidas al frío (VF) y el mantenido en botellas transparentes y también sometidas al frío (TF) diferían de los restantes tratamientos, corroborando así que el factor que influía en la estabilidad del licor de cuproclorofila era la temperatura, manteniéndose más estable cuando el extracto se conservaba en refrigeración Figura 2, (Romero y Hernández, 2002).



Botella verde sometida a la claridad = VC; Botella transparente sometida a la claridad = TC; Botella verde sometida a la oscuridad = VO; Botella transparente sometida a la oscuridad = TO; Botella verde sometida al frío = VF; Botella transparente sometida al frío = TF

**Figura 2.-** Variación de la concentración de cuproclorofila para las muestras analizadas con una frecuencia mensual, según el tratamiento realizado (Tomado de Romero y Hernández, 2002).

### Pruebas preclínicas efectuadas.

#### 1.- Determinación de la irritabilidad oftálmica del producto “Betfan” con clorofila procedente de los laboratorios Beterá

Como resultado, no se produjeron afectaciones en las estructuras estudiadas de los conejos, siendo el Índice de Irritación Primario (IIP) de 0,0 declarando así el producto como NO IRRITANTE; por lo tanto, pasó la prueba.

**2.- Irritabilidad dérmica de los fangos medicinales “Betfan”. Clorofila procedente de los laboratorios Beterá**

No se reportaron alteraciones o signos clínicos en los animales de prueba. El IIP fue de 0.0 lo cual catalogó a la sustancia como no irritante para la piel, demostrando así que el fango “Betfan” con el principio activo obtenido de *Chlorella* sp., cultivada en residuales pesqueros pasó satisfactoriamente el ensayo de irritabilidad dérmica y se clasificó como NO IRRITANTE.

**3. Informe toxicológico del extracto de cuproclorofila a partir de clorofila al 6 %**

No se apreciaron alteraciones en la piel, ni mortalidad alguna en los conejos albinos Nueva Zelanda al estudiar la irritabilidad dérmica, así como decremento en el peso corporal. En la autopsia no se encontraron evidencias de alteraciones patológicas en los órganos analizados de las ratas albinas Wistar. Al no presentarse mortalidad alguna para la dosis de 2 000 mg/kg (considerada como límite para los estudios de toxicidad aguda dérmica), se consideró el producto como NO TÓXICO.

**4- Evaluación del potencial irritante sobre la mucosa vaginal de cuproclorofila extracto**

En las observaciones macroscópicas realizadas durante el ensayo, no se encontró daño alguno a nivel de vagina, no provocándose efectos tóxicos; de ahí que se consideró un producto NO IRRITANTE a este nivel.

**Evaluación microscópica**

La Tabla 4 muestra la evaluación microscópica del tejido vaginal de los animales del ensayo, así como los correspondientes IIP para cada grupo, valor utilizado para calcular el Índice de Irritación Comparado (IIC), obteniéndose como IIC el valor de 0.6 para la sustancia de ensayo y de 1 para el vehículo, los que se corresponden con la clasificación de NO IRRITANTE y de IRRITANTE MÍNIMO respectivamente según Tabla 5, para la clasificación del índice de irritación.

**Tabla 4.-** Resultado histológico de las vaginas de conejos tratados con la formulación. IIP (índice de irritación primario) (Tomado de Vega *et al.*, 1999).

<b>Grupo control</b>		<b>Grupo Tratado</b>		<b>Grupo Vehículo</b>	
<b>No Animal</b>	<b>Sumatoria de las observaciones microscópicas</b>	<b>No Animal</b>	<b>Sumatoria de observaciones microscópicas</b>	<b>No Animal</b>	<b>Sumatoria de las observaciones microscópicas</b>
1	1	1	2	1	3
2	1	2	2	2	0
3	1	3	1	3	1
IIP control	1	IIP tratado	1.6	IIP Vehículo	2

**Tabla 5.-** Índice de irritación (Tomado de Vega y *et al.*, 1999).

Diferencia media	Clasificación
0	Ninguna
1 a 4	Mínima
5 a 8	Media
9 a 11	Moderada
12 a 16	Severa

Como conclusión del estudio, Vega y colaboradores (1999) propusieron que la sustancia de ensayo administrada a la mucosa vaginal del conejo, no provocó efectos tóxicos a ese nivel, por lo que se considera un producto NO IRRITANTE.

La respuesta de las bacterias fue negativa a la cuproclorofila al 3 % seca a 27 °C, lo que sugiere que no es efectiva su acción. Las bacterias: *Escherichia coli*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella dysenteriae* y *Citrobacter 33* fueron resistentes a la acción de la cuproclorofila (Romero y Pérez, 1999). La respuesta de las bacterias patógenas a concentraciones diferentes de cuproclorofila se presenta en la Tabla 6.

**Tabla 6.-** Acción de la cuproclorofila a diferentes concentraciones sobre un número de bacterias y hongos patógenos tomados al azar (Tomado de Romero y Pérez, 1999).

Microorganismo	CUPROCLOROFILA A DIFERENTES CONCENTRACIONES (%)			
	3	5	20	50
<i>Escherichia coli</i>	S <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Shigella dysenteriae</i>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Citrobacter 33</i>	S <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Sarsina luteas</i>	S <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Alcaligenes faecalis</i>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Enterobacter aerogenes</i>	S <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Candida utilis</i>	S	S	S <sup>+</sup>	S <sup>++</sup>
<i>Candida albicans</i>	R	R	S	S <sup>+</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	R	R	S	S <sup>++</sup>
<i>Streptococcus A</i>	R	R	S	S <sup>+</sup>
<i>Corinobacterium diphtheriae</i>	R	R	R	R
<i>Bordetella pertussis</i>	R	R	R	R
<i>Pneumococcus pneumoniae</i>	R	R	R	R
<i>Micrococcus luteus</i>	R	R	R	R
<i>Proteus vulgaris</i>	R	R	R	R
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	R	R	R	R
<i>Streptomyces albus</i>	R	R	R	R
<i>Neisseria meningitidis a</i>	R	R	R	R

S: sensible. R: resistente. (S) halo de inhibición menor o igual a 3 mm de radio a partir del centro del disco = organismos ligeramente sensibles al producto; (S<sup>+</sup>) halo entre 4 y 8 mm = organismos sensibles; (S<sup>++</sup>) halo mayor o igual a 9 mm = organismos muy sensibles.

Según la tabla 7, muchos de los organismos de prueba presentaron marcada tendencia a aumentar el halo de inhibición (método utilizado para determinar la sensibilidad del microorganismo al agente de prueba) a medidas que la concentración del pigmento se hacía mayor (S<sup>++</sup>), de lo que se infiere que la concentración de este producto juega un papel muy importante para la inhibición de determinadas cepas patógenas: a mayor halo de inhibición, mayor efectividad de la cuproclorofila. Otros resultaron resistentes al licor (R). Los resultados obtenidos de los estudios realizados en los laboratorios de microbiología de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.-** Relación de cultivos microbianos empleados (Tomado de Rojas *et al.*, 2002).

Clave	Microorganismo	Clave	Microorganismo
S. a	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	PM-C	<i>Proteus mirabilis</i> **
St.A	<i>Staphylococcus aureus</i> *	YP-2	<i>Proteus mirabilis</i> *
SP	<i>Streptococcus pyogenes</i> ATCC 19615	Pm-CC96	<i>Pasteurella multocida</i> **
S. P-1	<i>Streptococcus pyogenes</i> *	BB-A	<i>Bordetella bronchiseptica</i> ATCC 4617
S. PA-2	<i>Streptococcus pyogenes</i> *	Bp-CC89	<i>Bordetella bronchiseptica</i> **
S. P-2	<i>Streptococcus pyogenes</i> *	YC-1	<i>Citrobacter sp</i> *
S. P-4	<i>Streptococcus pyogenes</i> *	YE-2	<i>Enterobacter cloacae</i> *
B. S	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	YS-1	<i>Serratia marcescens</i> *
B S-!	<i>Bacillus subtilis</i> *	CA-A	<i>Candida albicans</i> ATCC 10231
EC-1	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	CA-1	<i>Candida albicans</i> *
YE-1	<i>Escherichia coli</i> *	CK	<i>Candida krusei</i> *
S.Ty	<i>Salmonella typhi</i> ATCC 14028	CG	<i>Candida glabrata</i> *
Ps a	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	SC	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> *
YP-1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> *	RR	<i>Rhodotorula rubra</i> *
Ps-C	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> **	BB	<i>Bauberia bassiana</i> cepa LABERLAM**
K-C	<i>Klebsiella ozaenae</i> **	PL	<i>Paecilomyces lilacinuz</i> cepa LABERLAM**
YK-1	<i>Klebsiella pneumoniae</i> *		

\*: Fac. Biol, aislamientos ambientales o de origen clínico humano. \*\*: CENPALAB, aislamientos ambientales o de origen veterinario.

Las únicas cepas de las estudiadas resistentes al tratamiento con cuproclorofila fueron *Salmonella typhi* y *Pasteurella multocida* (Tabla 8). En la Tabla 9 se describen los hongos que fueron susceptibles al producto.

**Tabla 8.-** Relación de cepas bacterianas inhibidas por la cuproclorofila. (Tomado de Rojas *et al.*, 2002).

Clave	Inhibición	Clave	Inhibición	Clave	Inhibición	Clave	Inhibición
S. a	B	B. S	B	Ps-C	B	Bp-CC89	A
St.A	B	B S-1	B	K-C	B	YC-1	A
SP	A	EC-1	A	YK-1	B	YE-2	A
S. P-1	A	YE-1	A	PM-C	A	YS-1	A
S. PA-2	A	S.Ty	-	YP-2	B		
S. P-2	A	Ps a	A	Pm-CC96	-		
S. P-4	A	YP-1	B	BB-A	A		

:- No halo de inhibición; A: Halo entre 8 y 13 mm de diámetro; B: Halo entre 15 y 18 mm de diámetro; C: Halo mayor o igual a 19 mm de diámetro.

**Tabla 9.-** Relación de hongos susceptibles a la cuproclorofila.(Tomado de Rojas *et al.*, 2002).

Clave	Inhibición	Clave	Inhibición
CA-A	C	SC	A
CA-1	A	RR	A
CK	A	BB	-
CG	-	PL	-

:- No halo de inhibición; A: Halo entre 8 y 13 mm de diámetro; C: Halo mayor o igual a 19 mm de diámetro.

### **Aplicación de cuproclorofila para combatir enfermedades bucales**

Los resultados obtenidos demuestran reducciones de *Streptococcus mutans*, bacteria causante de las caries dentales, desde 2 058 colonias en el control hasta 291 y 30 colonias respectivamente en las muestras tratadas con el licor, con un 85.9 % y 98.5 % de eficiencia para ambos casos (Tabla 10).

Los resultados de la segunda etapa demostraron las propiedades biocidas de la crema con cuproclorofila, al comprobarse la mejoría en los niños tratados en cuanto al grado de severidad de caries, grado de infección, índice de placa e índice gingival, aseverando que el producto es efectivo en la terapéutica anticaries (Gispert *et al.*, 1997).

### **Aportes positivos de la terapia con la crema enriquecida con cuproclorofila**

- Índice de placa: resultó mejor que el control \*.
- Índice gingival: resultó ser la mejor crema de las estudiadas, incluyendo al control y la clorhexidina \*\*.
- Grado de severidad de caries: resultó ser la segunda crema en efectividad, superior al control y la clorhexidina.
- Grado de infección: resultó ser la mejor crema de las estudiadas, incluyendo al control y la clorhexidina.

(\*Como control se utilizó la crema dental Perla; \*\*La clorhexidina es la sustancia usada tradicionalmente para eliminar *S. mutans*)

Tabla 10.- Estudios de efectividad del extracto de clorofila y cuproclorofila sobre *Streptococcus mutans* (Tomado de Gispert *et al.*, 1995).

Estudios	Control	Concentraciones estudiadas			
		5 %		10 %	
		Nº colonias	Reducción (%)	Nº colonias	Reducción (%)
1- Cu-clor al 10% (algas)*	3 055	333	89.1	122	96.0
2- Clorofila (Ind. pesquera)	710	247	65.2	174	75.5
3- Cu-clor (Ind. Pesquera)	2 058	291	85.9	30	98.5

\* Esta cuproclorofila fue aportada por el Centro de Energía Solar de Santiago de Cuba; Cu-clor: cuproclorofila; Ind. Pesquera: Industria Pesquera.

### **Patogenia de los organismos sensibles a la cuproclorofila**

*Bacillus subtilis* no es considerado patógeno humano; sin embargo puede contaminar los alimentos, pero raramente causa intoxicación alimenticia. Sus esporas pueden sobrevivir la calefacción extrema que a menudo es usada para cocinar el alimento, y es responsable de causar la fibrosidad en el pan estropeado.

*Beauveria bassiana*, es un hongo ascomiceto mitospórico que crece de forma natural en los suelos de todo el mundo. Su poder entomopatígeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies, causando la enfermedad de la muscardina blanca, que afecta sobre todo como plaga al gusano de seda. Algunos productos basados en el poder entomopatígeno de *B. bassiana* se están empleando como insecticidas biológicos o biopesticidas registrados.

***Bordetella bronchiseptica*** es una bacteria que causa enfermedades en vía respiratorias en cerdos y perros, pero afecta más a lechones y animales jóvenes. Causa básicamente bronquitis infecciosas. Está relacionada con *B. pertussis*, patógeno obligado humano causante de la tos ferina o tos convulsa.

***Candida albicans*** es un miembro de la flora normal de las mucosas en los sistemas respiratorios, digestivos y genital femenino. En tales lugares puede ganar dominio y hallarse asociado con otras enfermedades. Puede producir infección en la sangre, tromboflebitis, endocarditis o infección en los ojos y otros órganos cuando es introducido por vía intravenosa. El desarrollo de *Candida* en la saliva puede dar lugar a infección bucal (algodoncillo), la que ocurre fundamentalmente en los lactantes sobre la mucosa de la boca. La vulvo-vaginitis en los genitales femeninos produce irritación, prurito intenso y secreción. La infección de la piel ocurre fundamentalmente en las partes húmedas del cuerpo, como las axilas, pieles inter-glúteas, ingle o pliegues submamaros, siendo muy común en individuos obesos y diabéticos. En las uñas produce una hinchazón enrojecida dolorosa, puede conducir al engrosamiento y a la formación de surcos transversos de las uñas y finalmente a la pérdida de la misma. En pulmones y otros órganos, la infección por *Candida* puede ser un invasor secundario de los pulmones, riñones y otros órganos donde la enfermedad previa se hallaba presente.

***Candida glabrata***, la colonización por estas levaduras se incrementa con la prolongación de la hospitalización y el deterioro clínico del enfermo, considerándose esta colonización el primer paso de muchas infecciones. Se aísla cada vez con mayor frecuencia de muestras clínicas, como agente de candidosis vaginal, o produciendo micosis sistémicas graves y candidemia en los enfermos críticos, en inmunodeprimidos y con neoplasias hematológicas o sólidas.

***Candida krusei*** es una levadura del género *Candida*. Es un patógeno nosocomial que principalmente afecta a los pacientes inmunodeprimidos y aquellos con neoplasias hematológicas.

***Citrobacter*** (así como *Klebsiella* y *Enterobacter*) son organismos que constituyen una gran parte de la flora normal aerobia del intestino. Sólo se transforman en patógenos cuando alcanzan tejidos fuera del intestino, particularmente en las vías urinarias, las vías biliares, los pulmones, el peritoneo o las meninges, provocando inflamaciones en estos sitios. Cuando las defensas normales del huésped son inadecuadas, particularmente en la lactancia, senectud, etapas terminales de otros padecimientos o empleo de catéteres uretrales a permanencia; las bacterias coliformes pueden alcanzar la corriente sanguínea y provocar septicemias. *Citrobacter* puede provocar enteritis y septicemia y se parece a *Salmonella*. Se encuentran comúnmente en pacientes hospitalizados, produciendo infecciones oportunistas.

***Enterobacter aerogenes*** es capaz de producir enfermedad en cualquier tejido corporal, pero con más frecuencia ha sido aislado en infecciones de las vías urinarias.

***Escherichia coli*** es la causa más común de infección de las vías urinarias en el hombre. También es la causa más frecuente de sepsis por gramnegativos y ha sido aislado en neumonía, heridas y líquidos cefalorraquídeos. Es una importante causa de meningitis neonatal. Ha sido asociada *E. coli* con enfermedad gastrointestinal en el hombre y animales. Causa diarrea en adultos.

***Klebsiella ozaenae*** se ha relacionado exclusivamente con procesos inflamatorios crónicos de vías aéreas (ozena y rinoscleroma). No obstante, en los últimos años, las diferentes especies del género han sido aisladas de infecciones urinarias, neumonía, meningitis, infección de tejidos blandos, mastoiditis y bacteremia.

***Klebsiella pneumoniae*** es un agente patógeno muy común, principalmente en las infecciones de los sistemas respiratorio y urinario de hospitales. *K. pneumoniae* es responsable de una pequeña proporción de las neumonías bacterianas. Puede provocar una extensa consolidación hemorrágica necrosante del pulmón, la cual si no es tratada a tiempo provoca una elevada tasa de mortalidad. Ocasionalmente produce infecciones de las vías urinarias o enteritis en los niños y bacteriemia con lesiones focales en pacientes debilitados.

***Paecilomyces lilacinus***, hongo que acciona al parasitar los huevos de nemátodos juveniles y adultos; durante esta etapa inicial no hay producción de toxinas. Cuando las esporas de *P. lilacinus* entran en contacto con los nemátodos se inicia el proceso de infección porque encuentran las condiciones ideales para iniciar el proceso de germinación; estas esporas producen enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior del nemátodo. Las toxinas producidas por parte de *P. lilacinus* afectan el sistema nervioso y causan deformación en el estilete de los nemátodos que sobreviven, lo que permite reducir el daño y sus poblaciones.

***Pasteurella multocida*** es un miembro del género *Pasteurella*. Este microorganismo algunas veces está como saprofito en la región nasofaríngea, pero cuando se multiplica sin control suele causar diversas enfermedades como cólera aviar, septicemia hemorrágica, rinitis atrófica y lesiones en el tracto respiratorio.

***Proteus mirabilis*** es una bacteria de colonias redondeadas que tiene la habilidad de producir grandes niveles de ureasa. La ureasa hidroliza urea a amoníaco (NH<sub>3</sub>) y eso hace a la orina más alcalina. Y al subir la alcalinidad puede liderar la formación de cristales de estruvita (15 % de los cálculos renales), carbonato de calcio, y/o apatita.

***Pseudomonas aeruginosa*** es una especie de bacteria Gram-negativa, aeróbica, con motilidad unipolar. Es un patógeno oportunista en humanos y también en plantas. *P. aeruginosa* infecta los pulmones y las vías respiratorias, las vías urinarias, los tejidos (heridas), y también causa otras sepsis (infecciones generalizadas en el organismo).

***Rhodotorula*** es un habitante ambiental frecuente. Se puede aislar en suelos, agua, leche, jugos de frutas y aire. Es conocido que *R. mucilaginoso*, *R. glutinis*, y *R. minuta* causan enfermedades en humanos. Se sabe que ciertas especies pueden causar enfermedades en animales. *Rhodotorula* ha comenzado a presentar interés desde el punto de vista de la biorremediación, especialmente de aguas contaminadas.

***Saccharomyces cerevisiae*** es un tipo de levadura utilizado industrialmente en la fabricación de pan, cerveza y vino. Es uno de los modelos más adecuados para el estudio de problemas biológicos. Por otro lado, la ausencia de patogenicidad permite su manipulación con las mínimas precauciones.

***Salmonella paratyphi*** puede ser ingerida con alimentos o bebidas contaminadas y alcanzar el intestino delgado, a partir del cual penetra en los linfáticos intestinales. Estos microorganismos pueden llegar a la corriente sanguínea, diseminándose a muchos órganos, incluyendo los riñones y los intestinos. Pueden ser arrojados del

cuerpo a través de las heces, aunque existen dosis infectantes para el hombre, produciendo fiebres intestinales, por ejemplo la fiebre paratifoidea.

*Salmonella typhimurium* produce la gastroenteritis, muchas veces llamada intoxicación alimentaria. Una ingestión grande del organismo resulta de una irritación violenta de las mucosas.

*Serratia marcescens* puede ser peligrosa para el ser humano, ya que a veces es patógena, como causa de infecciones nosocomiales y urinarias. Puede provocar conjuntivitis, queratitis e infecciones en heridas, riñones y vías urinarias, así como infecciones respiratorias, meningitis y endocarditis. Esta bacteria afecta especialmente a pacientes hospitalizados y a pacientes que tienen la inmunidad disminuida por enfermedades sistémicas o tratamientos médicos inmunosupresores.

*Shigella dysenteriae* produce la disentería bacilar. Cuando existe una invasión del epitelio de la mucosa o microabscesos de la pared del intestino grueso, da lugar a necrosis de la mucosa, ulceración superficial, hemorragia y formación de pseudomembranas en las áreas ulceradas.

*Staphylococcus aureus* es notorio como productor de enfermedades supurativas: mastitis, furúnculos, antrax, impétigo infantil, abscesos internos, intoxicaciones alimentarias. Las enfermedades atribuibles a la invasión por *Streptococcus* del grupo A pueden ser: erisipela (si la puerta de entrada es la piel); fiebre puerperal (si penetra por el útero después del parto); infección generalizada (contaminación de heridas traumáticas o quirúrgicas). Las enfermedades atribuibles a la infección local por *Streptococcus* son la faringitis estreptocócica, impétigos, etc. Entre otras infecciones se pueden citar las del sistema urinario, en la boca y sistema genital femenino. Solos o asociados con otros microorganismos pueden causar lesiones supurativas.

*Streptococcus mutans* es una bacteria anaerobia facultativa que se encuentra normalmente en la cavidad bucal humana, formando parte de la placa dental o biofilm dental. Se asocia al inicio y desarrollo de la caries dental y es la que más tiene influencia en el desarrollo de dicha enfermedad.

## Conclusiones

Según los resultados expuestos, se evidencia que *Chlorella* sp cultivada en los residuales de la industria pesquera es una fuente potencial para ser utilizada en la industria del cosmético y farmacéutica, una vez que los estudios preclínicos llevados a cabo por diferentes instituciones acreditadas para tales fines, así lo aseveran, así como por especialistas dedicados a demostrar su validez en seres humanos.

## Referencias

- García, S. G., Piloto, A. A., Sosa, R. B. E. y Valdivieso, G. A. 1999. Determinación de la irritabilidad oftálmica de producto Betfán con clorofilina procedente de los Laboratorios Beterá. Laboratorios LIORAD. Departamento de Control Biológico y Centro de Investigaciones y Evaluaciones Biológicas. IFAL. UH. Informe Final. Código: 99/75. La Habana.
- García, S. G., Piloto, A. A., Sosa, R. B. E. y Valdivieso, G. A. 1999a. Determinación de la irritabilidad dérmica de los fangos medicinales Betfan. Clorofilina procedente de los laboratorios Beterá. Laboratorios LIORAD. Departamento de Control Biológico y Centro de Investigaciones y Evaluaciones Biológicas. IFAL. UH. Informe Final. Código: 99/72. La Habana.

- Gispert, E., Rivero, A. y Oramas, B. 1995. Informe sobre el ensayo in vitro de la acción del extracto de clorofila al 5% y la cuproclorofila sobre el número de colonias de *Streptococcus mutans*. Informe Técnico. La Habana.
- Gispert, E., Rivero, A. y Oramas, B. 1997. Comparación de varias cremas dentales con una crema control. Escuela “Raúl Silvio Vega” Municipio Cerro. Informe Técnico. La Habana.
- Harmutk, L. 1987. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology*. Vol 148 (34). Academic Press. pp: 350-382. **ISSN: 0076-6879**.
- Horiuchi, T. y Fujikawa, A. 1987. Health food for effective to anemia. PN: JP. 62019527-19870128.
- Iwai, M., Koda, I., Inoue, O., Narita, Y. y Yokoyama, K. 1990. Remedy for gastritis. **PN: JP.02149522-19900608**.
- Rojas N., Riera, L., Lugo, S., Romero, T. y Lugo, D. 2002. Actividad antimicrobiana de la cuproclorofila. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. La Universidad de Zulia, 36(1). pp: 68-78. **ISSN 0375-538X**. Maracaibo, Venezuela.
- Romero, T. 1996. Tecnología de cultivo de *Chlorella* sp. en efluentes líquidos de la Industria Pesquera y subproductos derivados. ECH. MIP. Informe Técnico. 51 pp. La Habana, Cuba.
- Romero, L. T. 2004. Procedimiento de obtención de cuproclorofila, formulaciones de productos a partir del principio activo y método de tratamiento. Instancia de Registro de Inveniones. No de solicitud: 2000-0099. No. de publicación: 22940. **Int. Cl: A 61K 35/78, A 61 P 15/02**. OCPI. 11 pp. República de Cuba.
- Romero, L. T. J. 2005. Uso de la microalga *Chlorella* sp. en la depuración de los residuales líquidos de la Industria Pesquera y su aprovechamiento. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. CIH. CUJAE.
- Romero, L. T. J. 2021. Bondades de *Chlorella* sp. en la alimentación animal. Experiencia cubana. El Bohío. *Boletín Electrónico*. Vol 11 No 5. pp: 28-38. **ISSN: 2223 8409**
- Romero, L. T. J. y Echeverría, L. H. 1998. Concentración de clorofila total en el extracto etanólico procedente de *Chlorella* sp. cultivada en efluentes de la industria pesquera. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. La Universidad de Zulia. 32(3). pp. 179-194. **ISSN: 0375-538X**. Maracaibo, Venezuela.
- Romero, T. y Echeverría, H. 1999. Grado de pureza del extracto clorofílico obtenido de *Chlorella* sp. cultivada en efluentes de la industria pesquera. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. La Universidad de Zulia. 33(1): pp. 15-26. **ISSN: 0375-538X**. Maracaibo, Venezuela.
- Romero, T. y Hernández, D. 2002. Estabilidad de la cuproclorofila extraída de *Chlorella* sp. cultivada en residuales pesqueros. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. La Universidad de Zulia. 36(2), pp: 174-184. **ISSN: 0375-538X**. Maracaibo, Venezuela.
- Romero, T., Miyashita, H. y Kurano, N. 2000. Crecimiento y composición bioquímica de *Chlorella* sp. cultivada en residual pesquero. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. La Universidad de Zulia. 34(2). pp: 93-110. **ISSN: 0375-538X**. Maracaibo, Venezuela.
- Romero, L. T. J. y Pérez, H. M. 1999. Grado de sensibilidad de organismos patógenos a la cuproclorofila. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. La Universidad de Zulia. 33(1). pp. 1-14. **ISSN: 0375-538X**. Maracaibo, Venezuela.
- Suárez, G.; Romero, T. y Parra, M. E. 1992. Evaluación de una planta piloto para depuración de residuales pesqueros y producción de microalgas en el CPI de Manzanillo. XXIII Cong. de la Asoc. Int. de Ing. San. y Amb. CUBAIDIS'92 (2da Parte) pp: 847-856.
- UNESCO. 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea water. *Monograph on Oceanographic Methodology*. 69 pp.
- Vega, M. R. y Guerra, I. 1999. Informe toxicológico de cuproclorofila extracto a partir de clorofila al 6 %. Centro de Investigaciones y Desarrollo de Medicamentos (CIDEM). Departamento de Investigaciones y Evaluaciones Biológicas. Informe Técnico. La Habana.
- Vega, M. R., Guerra, S. I., Bueno, V. y Vega, Y. 1999. Evaluación del potencial irritante sobre la mucosa vaginal de cuproclorofila extracto. Departamento de Investigaciones y Evaluaciones Biológicas. CIDEM. Informe Técnico. La Habana.

Teresita de Jesús Romero López

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9572-8333>

## Artículo científico

### Las frutas con altos niveles de hierro en el control de la anemia

Ligia Marisol Che Aguilar, Bárbara Janet Martín Martínez, Jorge Andrés Peniche Castillo, Karol Patricia Salazar Ayuso, Claudia Rossana Villanueva Rosado

Departamento de Ingeniería Química, Bioquímica y Ambiental.

TecNM/Tecnológico de Mérida.

Av. Tecnológico Km 4.5 S/N. C.P. 97118

Yucatán, México.

[merryche.aguilar@gmail.com](mailto:merryche.aguilar@gmail.com)

**Resumen:** En esta revisión se hizo una exhaustiva investigación sobre el empleo de las características nutricionales de la *Annona squamosa* L, conocido comúnmente como saramuyo. Actualmente tiene una gran distribución en el país de México, principalmente en la península de Yucatán, entre sus usos más frecuentes podemos encontrar múltiples productos de la industria alimentaria. El fruto de la *A. squamosa* contiene altos niveles de hierro y vitamina C que ha sido comparado con otras frutas para medir su eficacia nutricional, lo cual servirá para plantear un posible tratamiento contra la anemia ferropénica, diferente a los convencionales en el mercado, ayudando al control de este padecimiento que es cada vez más frecuente en la población.

**Palabras clave:** Anemia ferropénica, *Annona Squamosa*, Tratamiento, Hierro, Vitamina C.

### Fruits with high levels of iron in the control of anemia

**Abstract:** An exhaustive investigation was made on the use of the nutritional characteristics of *Annona squamosa* L, commonly known as saramuyo. This fruit has a great distribution in the country of Mexico, mainly in the Yucatan Peninsula; among its most frequent uses, we can find multiple products of the food industry. The fruit of *A. squamosa* contains high levels of iron and vitamin C that have been compared with other fruits to measure its nutritional efficacy, which gives the guideline to propose a possible treatment against iron deficiency anemia, different from the conventional ones in the market, helping to control this condition that is increasingly common in the population.

**Keywords:** Iron deficiency anemia, *Annona squamosa*, Treatment, Iron, vitamin C.

### Introducción

Aunque la ciencia y la tecnología han avanzado a pasos agigantados, aún existe la creencia de que el sobrepeso en la infancia es sinónimo de salud estable, lo cierto es que, aunque un niño o un adulto se alimente en abundancia no significa que consuma las vitaminas y minerales suficientes para un buen desarrollo y crecimiento, por lo que la malnutrición estará presente en este grupo selecto de personas. La desnutrición, comprende el retraso del crecimiento, la emaciación, la insuficiencia ponderal y las carencias o insuficiencias de micronutrientes; el otro grupo es el de sobrepeso, la obesidad y las enfermedades no transmisibles relacionadas con el régimen alimentario (OMS, 2016).

Según la ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición) en el 2012 se puso en manifiesto los problemas más importantes relacionados con la nutrición en México, entre los que se encontraban las bajas prevalencias de lactancia exclusiva, la desnutrición crónica en menores de 5 años, la anemia, el sobrepeso y la obesidad. Por otro lado, en el 2016 ENSANUT presentó datos que demuestran que en Yucatán la prevalencia de desnutrición crónica (baja talla para la edad) en niños y adolescentes rebasa a lo reportado a nivel nacional (Barbosa *et al.*, 2016). La desnutrición en México ha ocasionado diversas enfermedades alimenticias como: obesidad, sobrepeso y también la anemia. Según la ENSANUT en el 2006 el 41.6 % de la población mexicana padeció anemia, esto la posiciona como una de las enfermedades alimenticias más frecuentes en la niñez y la edad adulta. La anemia se define como una condición en la cual el contenido de hemoglobina en la sangre está por debajo de valores considerados normales, los cuales varían con la edad, el sexo, el embarazo y la altitud. (OMS, 2005). Existen algunas variaciones de este trastorno, estas tienen que ver con las causas que la originan como lo son: deficiencia de hierro, el de determinadas vitaminas, pérdida de sangre, defecto genético o adquirido o el efecto secundario de un medicamento.

Una de las causas más frecuentes para contraer anemia es la deficiencia de hierro también conocida como anemia ferropénica, la cual afecta a niños en edad preescolar y a mujeres embarazadas o en su inicio de la menstruación (Centro Nacional de Hematología, 2009). El hierro es un mineral necesario para el desarrollo y crecimiento del cuerpo, puesto que éste lo utiliza para la formación de hemoglobina, proteína que transporta oxígeno en la sangre. La presencia de esta enfermedad en los menores de dos años tiene un efecto no solo en el desarrollo psicomotor e intelectual, sino que sus consecuencias pueden manifestarse a lo largo del ciclo de vida (Zavaleta *et al.*, 2017).

Comúnmente se utiliza como tratamiento principal de la anemia ferropénica, la administración de hierro en la dieta o mediante la ingesta de suplementos orales como lo son las sales ferrosas, de igual manera se puede introducir alimentos ricos en hierro como lo son las carnes, los vegetales, etc. El propósito de estos tratamientos es reponer los depósitos de este mineral en el cuerpo y así restaurar los parámetros hematológicos alterados, sin embargo, existen efectos adversos a este tratamiento como lo son: náuseas, molestias abdominales, vómitos, diarrea, reacciones alérgicas en casos más específicos, por mencionar algunos (Moreira *et al.*, 2009). Existe otras alternativas para combatir el padecimiento, que son los suplementos alimenticios, los cuáles han demostrado exitosos resultados en diferentes partes del mundo, en México esta opción no es empleada con frecuencia, a pesar de los beneficios y los pocos efectos secundarios que han presentado. Entre los diferentes tratamientos también se encuentra el uso de frutas ricas en hierro y vitamina C, que sirven para la formulación de suplementos alimenticios, debido a que las frutas por su variedad en sabores y atractivo visual hacen más fácil el consumo a diferencia de los tratamientos ya mencionados

De las diferentes especies de frutas con las características especificadas anteriormente, destaca en Yucatán la *Annona Squamosa*, la cual se propone para el control de la anemia, éste es perteneciente a la familia de las anonáceas y que se le conoce mayormente como saramuyo; conocido en la península de Yucatán como *Ts'almuy* (Gobierno de México, 2008). La pulpa de saramuyo cuenta y aporta grandes beneficios a la salud al ser digestiva, por lo que su consumo es recomendado en las dietas de niños y adultos además de prevenir problemas de reumatismo, gastrointestinales y renales (Guerrero *et al.*, 2004). Dicho fruto tiene las concentraciones necesarias de hierro, vitamina C y calorías, que contribuyen a prevenir la anemia (Gobierno de

México, 2008). Debido a que el suplemento pensado a base de la pulpa de saramuyo contiene grandes cantidades de azúcares y posee un rico sabor, lo hace más atractivo al consumo de los niños, teniendo en cuenta que éstos son los más afectados ante el padecimiento mencionado, por lo que un producto con las características propuestas ayudaría a su rápida aceptación en el mercado, aportando de esta manera múltiples beneficios a la salud del consumidor.

Debido a lo antes expuesto se concluyó que el objetivo de este trabajo reside en presentar el análisis detallado con información recabada, haciendo énfasis en la presentación de los datos señalados en los trabajos, con lo cual se establezca la relación entre los mismos, analizándolos de manera sustancial y presentando el resumen de la información obtenida con la finalidad de exponer y discutir las causas, consecuencias y métodos de control de la anemia

### **Materiales y Métodos**

En el presente trabajo se realizó una exhaustiva revisión de la literatura referente a trabajos relacionados a la anemia, causas, efectos y la reacción de aporte de la *Annona squamosa* en este tema. La información pertinente para la revisión del tema fue obtenida de artículos científicos, publicaciones, revista académicas, libros y páginas oficiales como la OMS (Organización Mundial de la Salud), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) y ENSANUT (Encuesta Nacional de la Salud y Nutrición); recabando lo anterior en repositorios tales como Redalyc, Scielo, Elsevier, Google Académico, entre otros en las últimas dos décadas.

### **Resultados y Discusión**

La *Annona Squamosa L.* pertenece a la familia de Annonaceae el cual comprende al menos 140 géneros y 2 500 especies con una amplia distribución en América latina (Moreno *et al.*, 2013), conocido también como saramuyo, chirimoya, añón, ates. El árbol de este frutopuede medir alrededor de 10 a 12 metros, sus hojas son de tipo elíptico-lanceoladas a oblongas de 6-12 cm, punteadas (Figura1). Los frutos son globosos-oviformes (Figura 2), casi de forma acorazonada, de 5 a 12 cm de diámetro y un peso de 200 a 800 g. el cual posee una pulpa blanca-amarillenta, comestible, dulce y con un alto valor nutricional. (FAO, 2006).



Figura 1.- Ejemplar del árbol de la *A. squamosa*



Figura 2.- Ejemplar del fruto de la *A. squamosa*

El origen del añón (*A. squamosa*) es desconocido, inicialmente fue situado en la india, pero datos históricos y filogenéticos lo ubican en las regiones tropicales de centro América o las Antillas. La *A. squamosa* es una de las especies del género *Annona* que tiene una amplia distribución en el mundo (Moreno *et al.*, 2013). En la figura 3 se muestra la distribución de la *A. squamosa* en México.



Figura 3.- Distribución geográfica de la *A. squamosa* en México.

La producción de *A. squamosa* en México se da en los estados que en su mayoría cuentan con climas cálidos y tropicales (Figura 3). Los estados que conforman este listado son: Oaxaca, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Veracruz, Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Agustín *et al.*, 2011). El cultivo del añón prospera bien a una temperatura mínima media de 15 °C y una máxima entre 22 y 28 °C, además que soporta periodos prolongados de sequía (Guerrero *et al.*, 2007; Moreno *et al.*, 2013).

### **Composición nutricional de los frutos de la *A. squamosa***

En Cuba, el saramuyo tiene algunos usos populares como lo son: los efectos analgésicos o antiinflamatorios del extracto de la planta, y en su actividad biológica, se muestra que esta especie está muy relacionada con existencia de aminoácidos ( $\beta$ -fenilalanina, arginina, metionina, prolina), carbohidratos y aceites esenciales (Cala *et al.*, 2018).

Tabla No. 1.- Composición de la *A. squamosa*, (Guerrero *et al.*, 2007).

Componentes	Concentración (por cada 100 g)
Calorías	88.9 - 95.7 g
Humedad	69.8 - 75.18 g
Grasa	0.26 - 1.10 g
Carbohidratos	19.16 - 25.19 g
Proteína	1.53- 2.38 g
Fibra	1.14 - 2.50 g
Ceniza	0.55 - 1.34 g
Fósforo	23.6 - 55.3 mg
Calcio	19.4 - 44.7 mg
Hierro	0.28 -1.34 mg
Triptófano	9 -10 mg
Metionina	7 - 8 mg
Lisina	54 - 69 mg
Caroteno	5 -7 U.I.
Tiamina	0.10 - 0.13 mg
Riboflavina	0.113 - 0.167 mg
Niacina	0.654 - 0.931 mg
Ácido ascórbico (Vitamina C)	34.7- 42.2 mg

La composición nutricional de la *A. squamosa* (Tabla No. 1) contiene vitaminas, minerales, azúcares, entre otros componentes como aminoácidos esenciales que son necesarios para el organismo. Lo cual lo hace un fruto rico en nutrientes y minerales como el hierro que lo hacen factible para su uso medicinal.

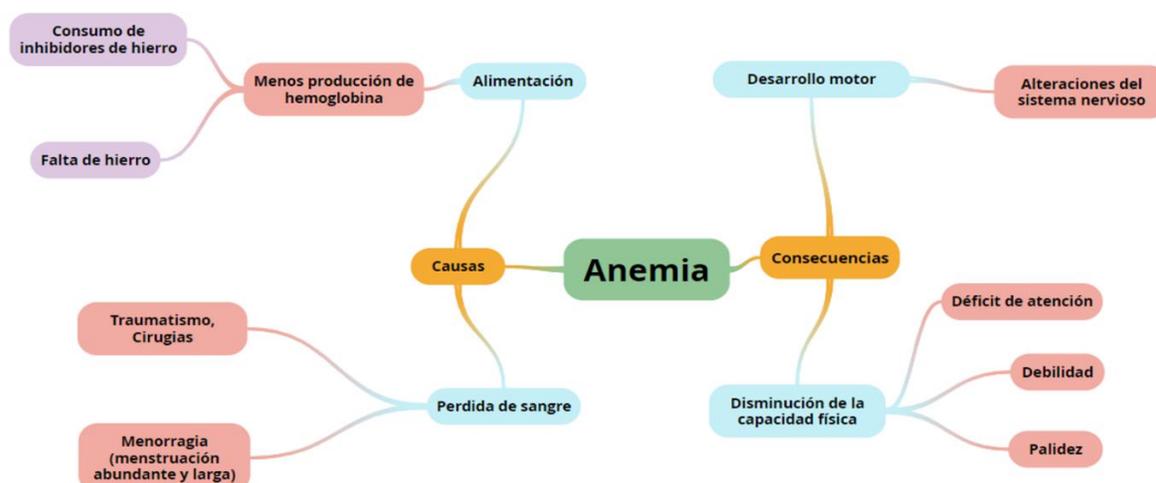


Figura 4.- Mapa conceptual de causas y consecuencia de la anemia ferropénica.

## Aprovechamiento de las propiedades nutricionales de la *Annona squamosa*

Debido a la aceptación del fruto por su sabor, su forma, su aroma, y por las propiedades nutricionales que se han mencionado anteriormente, el aprovechamiento de éste ha empezado a tener un mayor auge en México. Esto se puede ver reflejado en la elaboración de helados, sorbetes (Navarro, 2001), licores, vinos, bebidas espirituosas y jugos (Navarro, 2001; Guerrero *et al.*, 2007; Gobierno de México, 2016).

Para aprovechar más las propiedades nutricionales y la popularidad que tiene el saramuyo se ha empleado como un posible tratamiento para la anemia, siendo un padecimiento peligroso si no se trata a tiempo, debido a sus consecuencias a corto y largo plazo.

## Causas y consecuencia de la anemia ferropénica y los tratamientos empleados

La anemia ferropénica es la deficiencia de hierro y se presenta cuando la cantidad de hierro disponible es insuficiente para satisfacer las necesidades del cuerpo (González, 2005), por ello se ha presentado un diagrama con las causas y consecuencias de la anemia ferropénica.

La anemia tiene diversas causas y consecuencias que pueden afectar la salud en niños y adultos, desde la falta de recursos monetarios y conocimiento de cómo llevar una dieta balanceada, que sea rica en los nutrientes esenciales y otros factores como dietas con excesos de algún grupo o grupos alimenticios; pueden generar a largo o corto plazo este tipo de padecimientos.

Algunos de los tratamientos más usados como las pastillas o tabletas contienen sales ferrosas, aunque tienen ciertas ventajas al ser de más fácil acceso tienen consecuencias en el organismo, como se puede ver en la tabla No. 2.

Tratamiento	Descripción	Ventajas	Desventajas	Referencias
Alimentos ricos en hierro.	Oral. Carnes, pescado, pollo, frijoles, frutas y verduras.	Comidas caseras (bien balanceada) Consumos de carnes rojas, verduras y frutas.	Alimentos de origen veg. deben tener menor absorción de hierro a menos que tengan una gran cantidad de Vit. C.	Gonzales, 2015; Martínez-Salgado <i>et al.</i> , 2008.
Sulfato ferroso y Glicina sulfato ferroso (Pastilla).	Oral. Administrar con agua o zumo en ayunas 15-30 minutos antes del desayuno o entre comidas para mayor absorción.	Son de fácil acceso. Fácil de ingerir.	Dolor abdominal, acidez de estómago, náuseas, vómitos, estreñimiento o diarrea. Heces de coloración oscura.	Asociación Española de Pediatría, 2016.
Suplemento alimenticio.	Oral. Puede venir en diferentes formas, en gomitas, malteadas, galletas, etc.,	Sabor agradable, apto generalmente para los niños, adultos y ancianos, frecuentemente son hechos a base de frutas.	No posee desventajas a menos que el sustrato tenga niveles bajos en hierro o vitamina C.	Freire, 1998.

Fumarato ferroso (Tabletas).	Oral. Administración en tabletas, suplemento para la producción de hemoglobina.	Son de fácil acceso. Económicos. Fácil de ingerir.	Dolor abdominal, acidez de estómago, náuseas, vómitos, sobre carga de hierro, hipersensibilidad.	Asoc.Española de Pediatría, 2016; Moreira, <i>et al.</i> , 2009.
------------------------------	---	--	--	--

Los tratamientos utilizados contra la anemia pueden venir en diferentes presentaciones ya sean pastillas, suplementos o incluso la ingesta frecuente de algunos alimentos, sin embargo, las sales ferrosas generan consecuencias en el organismo como se observa en la Tabla 2, por ello se deduce que las mejores alternativas para tratar a la anemia es el consumo de alimentos ricos en hierro o suplementos alimenticios.

### Suplementos contra la prevención de la anemia a base de sustratos vegetales.

Entre los diversos métodos de control contra la anemia, los que tienen menos desventajas son los suplementos alimenticios de origen vegetal, los cuales presentados en la tabla No.3- muestran sus diferentes sustratos y los componentes de interés

Tabla No 3.- Comparación de diferentes sustratos usados en suplementos alimenticios.

Suplemento	Sustrato	Descripción	Componentes	Referencias
Suplemento a base de cañihua.	Cañihua o cañahua	Suplemento comestible (galleta)	Hierro: 15 mg Vitamina C: No posee.	Lipa, 2017.
Suplemento de banano.	Banano	Suplemento alimenticio en forma de harina	Hierro: 0.6 mg Vitamina C: 10 mg	Mindiolaza, 2020.
Suplemento a base de <i>Annona squamosa</i> .	Saramuyo	Suplemento alimenticio en forma de malteada	Hierro: 0.28-1.34 mg Vitamina C: 34.7-42.2 mg	Propuesta.

Como se muestra en la (tabla No. 3) la comparación sobre los diferentes suplementos contra la anemia permite analizar, que si bien, existen tratamientos en forma de suplemento para este padecimiento, las cantidades de los componentes objeto de estudio (hierro y vitamina C) en la cañihua y banano, son menores que en la *A. squamosa*, demostrando su viabilidad como materia prima de un posible suplemento.

### La *Annona squamosa* como tratamiento de la anemia

La *A. squamosa* es una planta con una amplia distribución en el país (figura 3) además de contar con un valor nutricional alto de hierro y vitamina C. Al ser la *A. squamosa*, un alimento de origen vegetal es necesario otro compuesto que ayude a la correcta absorción del hierro no hemo (que se encuentra en los alimentos de origen vegetal), en este caso será el ácido ascórbico, conocido también como vitamina C (González, 2005; Martínez *et al.*, 2008; y Toxqui, 2010).

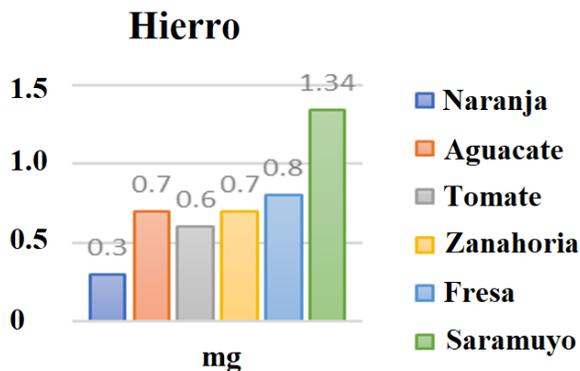


Figura 5.- Porcentaje de hierro en diferentes frutas.

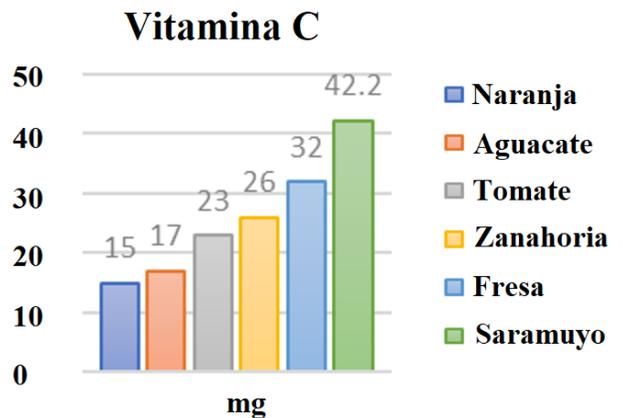


Figura 6.- Porcentaje de Vitamina C.

En las figuras 5 y 6 se puede observar la comparación de algunas frutas ricas en hierro y vitamina C donde el saramuyo tiene niveles considerablemente más altos. Los niveles de hierro y vitamina C fueron comparados según (Valero, *et al.*, 2018; Guerrero, *et al.*, 2007) para poder presentar gráficamente los porcentajes nutricionales de las frutas, que ayudan a aumentar los niveles de hierro no hemo y de absorción de este con ayuda del ácido ascórbico, para combatir a la anemia. Al interpretar la información planteada anteriormente, se observa a la *A. squamosa* como un fruto rico en nutrientes esenciales para la posible elaboración de un suplemento alimenticio, que se pretende sería un tratamiento eficaz para combatir la anemia ferropénica.

### Conclusión

El fruto de la *A. squamosa* cuenta con un gran potencial nutritivo y aplicación en diferentes sectores del mercado, como lo es industria alimentaria en donde mayormente se ha explotado su uso, sin embargo, existen pocos registros de su aplicación en la industria farmacéutica o área de la salud, como lo sería un suplemento alimenticio. En la búsqueda de nuevos tratamientos con sustratos a base de frutas contra la anemia ferropénica en niños y adultos, la pulpa de la *A. squamosa* posee las cantidades necesarias de hierro y vitamina C, en comparación de otros frutos, para el control de dicho padecimiento, por lo que la innovación en este producto podría abrir puerta al desarrollo biotecnológico de diferentes métodos de control para diversos trastornos nutricionales tomando en cuenta la extensa variedad de frutos con una alta producción y disponibilidad con los que cuenta México.

### Referencias

Agustín, J. y Hernández, L. 2011. Biología, diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Annonaceae en México (1.a ed., Vol. 1) [Libro electrónico]. p. 20-33, Editorial, Universidad Autónoma de Chapingo.

- Asociación Española de Pediatría. 2016. Sulfato ferroso y glicina sulfato ferroso. AEP. 2016, 16 agosto En: <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/sulfatoferroso-y-glicina-sulfato-ferroso>. Fecha de consulta:05/06/2021
- Barbosa, E. E., Fajardo, I., Fajardo, I., Sosa, F., Cetina, F., Encalada, I., Vargas, R., Jiménez, R., y Betancur, D. A. 2016. Estudio poblacional sobre el estado de Salud y nutrición de habitantes de Mérida, México. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. (20)(3), 2018-215.
- Bolívar, N., Saucedo, C., Solís, S., y Sauri, E. 2009. Maduración de frutos de saramuyo (*Annona squamosa L.*) desarrollados en Yucatán, México. *Agrociencia*, 43(2), 133-141.
- Centro Nacional de Hematología. 2009. Anemia ferropénica. Guía de diagnóstico y tratamiento. *Sociedad Argentina de Pediatría.*, 107(4), 353–361.
- Cruz, E. 2002. Cultivo de Anona. Centro Nacional de Tecnología agropecuaria y forestal (1.a ed., Vol. 7) [Libro electrónico]. p. 10-18, Editorial. Centa.
- ENSANUT 2006. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. En: <https://ensanut.insp.mx/>. Fecha de consulta: 05/05/2021
- FAO. 2017. Manejo integrado de la manzana de azúcar (*Annona squamosa L.*). agris.fao.org. En: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO201000084>. Fecha de consulta: 05/05/2021
- Freire W.B. 1998. La anemia por deficiencia de hierro: estrategias de la OPS/OMS para combatirla. *Rev. Salud pública de México*. Vol. 40(1), 1999–205.
- Giménez, S. 2004. Anemias. *Farmacia Profesional*, Vol. 18(5): 62-69.
- Gobierno de México. 2018. El Saramuyo: Fruto con propiedades anticancerígenas. En: <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/el-saramuyo-fruto-con-propiedades-anticancerigenas?idiom=es>. Fecha consulta: 07/04/2021
- González, A., Luna, L., Gutiérrez, J., Schile, M., y Vidal, D. 2011. Anonáceas. Plantas antiguas, estudios recientes. Edit UNICACH. 555 Pág. ISBN:978-607- 7510-91-8
- González, M. 2013. Chirimoya (*Annona cherimola Miller*), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos Tropicales*, Vol. 34(3): 52-63.
- González, U. R. 2005. Biodisponibilidad del hierro. *Revista Costarricense de salud pública*, Vol. 14(26): 6–12.
- Guerrero, E., y Fischer, G. 2007. Manejo integrado del cultivo del anón (*Annona squamosa L.*). *Revista colombiana de ciencias hortícola*. Vol. 2(1): 154-169.
- INEGI. 2018. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2012) En: <https://www.inegi.org.mx/programas/ensanut/2018>. Fecha consulta: 011/04/2021
- Lipa, J. O. 2017. Efectos del consumo de suplementos nutricionales y galletas de cañihua en el nivel de hemoglobina en niños de 6 a 36 meses con anemia ferropénica, del establecimiento de salud Coata puno 2016. (Tesis de grado), Puno, Perú. 79 p.
- Martínez-Salgado, H., Casanueva, E., Rivera-Dommarco, J., Viteri, F., y Bourgues, H. 2008. La deficiencia de hierro y la anemia en niños mexicanos. Acciones para prevenirlas y corregirlas. *Revista Mediagraphic*, Vol. 65(1), 86–99.
- Mindiolaza, G. 2020. Obtención de harina de banano como componente en el desarrollo de un suplemento alimenticio. Licenciatura. Tesis, Guayaquil, Ecuador 96 p.
- Moreira, V. F. y López, A. 2009. Anemia ferropénica. Tratamiento. *Rev. Esp. Enferm. Dig.*, Vol. 101(1),76-77.
- Moreno, N. E. y Martínez F. E. 2013. Germinación de semillas de anón (*Annona squamosa L.*) sometidas a estratificación. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Vol. 7(1), 20–30.

- Olivares, M. y Walter, T. 2004. Causas y consecuencias de la deficiencia de hierro Revista Nutricional, Vol. 17(1): 5-14.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2016. ¿Qué es la malnutrición? Recuperado en: <https://www.who.int/features/qa/malnutrition/es/#:~:text=Por%20malnutrici%C3%B3n%20se%20entiende%20las,o%20nutrientes%20de%20una%20persona>. Fecha consulta: 03/05/2021
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2005. La anemia como centro de atención. En: [https://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/La anemia como centro de atenci%C3%B3n 1.p df](https://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/La%20anemia%20como%20centro%20de%20atenci%C3%B3n%201.pdf). Fecha de consulta: 7/05/2021
- Pita, R. G., Jiménez, A. S., Besabe, T. B., Macías, M. C., Selva, S. L., Hernández, F. C., Cruz, J. M., Herrera, C. R., O'Farril, L. R., Calderius, E. I., Paulí, E. K. y Leyva, A. M. 2013. El bajo consumo de alimentos ricos en hierro y potenciadores de su absorción se asocia con anemia en preescolares cubanos de las provincias orientales. 2005–2011. Revista chilena de nutrición, Vol. 40(3): 224–234.
- Programa de investigación aplicada a la medicina popular del Caribe. 2016. *Annona squamosa*. En: <http://www.tramil.net/es/plant/annona-squamosa>. Fecha de consulta: 07/05/2021
- Rosado, J. L., Rivera, J., López, G., Solano, L., Rodríguez, G., Casanueva, E., García, A. A., Toussaint, G. y Maulen, I., 1999. Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación, Salud y Alimentación. *Salud pública de México*, Vol. 41(3): 153-162.
- Salazar, C., Vargas, M., C. F., & Salvador, F., J., 2010. Estructura y diversidad genética de *Annona squamosa* en huertos familiares mayas de la península de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 81: 759–770.
- Tostado, M. T., Benítez, R. I., Pinzón, N. A., Bautista, S. M., y Ramírez, M. J. A. 2015. Actualidades de las características del hierro y su uso en pediatría. *Acta Pediátrica de México*, Vol. 36(3): 189–200.
- Toxqui, L., De Piero, A., Courtois, V., Bastida, S., Sánchez, M. F. J., y Vaquero, M. 2010. Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, Vol. 25(3): 350–365.
- Valero, G. T., Rodríguez, A. P., Ruiz, M. E., Ávila, T. J. M., Varela, M. G., y Molinero, H. R. 2018. La alimentación española. Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. (1.a, ed., Vol. 2) [Libro electrónico]. Editorial. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Zavaleta, N. y Astete, L. 2017. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, Vol. 34(4): 716-722.

---



REVISTA DEL CIAPA SOBRE EL GÉNERO EN LA PESCA

---

PUBLICADO POR  
Fundación Colectivo Inter-  
nacional de Apoyo al Pescador  
Artesanal  
No: 22, First Floor  
Venkatrathinam Nagar  
Adyar  
Chennai - 600 020  
Tamil Nadu  
India  
Tel: (91) 44-24451216 /  
24451217  
Fax: (91) 44-24450216  
Correo electrónico: icsf@icsf.net  
Sitio web: www.icsf.net

## LLAMADO A COLABORAR

*El boletín electrónico El Bohío (ISSN 2223-8409), es una publicación de divulgación científico técnica, dedicada a temas ambientales, con frecuencia mensual, la cual también publica artículos de investigación científica en el campo de las ciencias marinas y acuáticas, tecnológicas, energía y medioambiente en su concepción más general.*

*Por este medio se le hace una cordial invitación a toda persona interesada y capaz de escribir artículos o noticias, a compartir con nosotros los temas de su entorno, así como a especialistas, profesores, investigadores y técnicos interesados en divulgar sus trabajos de investigación a que los envíen al correo electrónico: [boletinelbohio@gmail.com](mailto:boletinelbohio@gmail.com), en formato Word, teniendo estos que adecuarse a las normas editoriales del boletín, las cuales podrán solicitar o ver publicadas en nuestra web [www.boletinelbohio.com](http://www.boletinelbohio.com) .*

*También, podrán presentar artículos o notas científicas, las cuales deberán abordar tópicos asociados a la publicación.*

*Estaremos complacidos de recibir colaboraciones y apoyos, así como divulgar los logros y convocatorias de grupos de trabajo, fundaciones o instituciones.*

*Todas las publicaciones de El Bohío pueden consultarse en nuestra web [www.boletinelbohio.com](http://www.boletinelbohio.com)*

*Saludos cordiales*

**Comité Editorial**

---

## The Science We Need For The Ocean We Want



**2021** United Nations Decade  
of Ocean Science  
**2030** for Sustainable Development



[www.oceandecade.org](http://www.oceandecade.org)



**Director:** Gustavo Arencibia-Carballo (Cub).

**Comité editorial:** Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex), Abel de Jesús Betanzos Vega (Cub), Jorge A. Tello-Cetina (Mex), Guillermo Caille (Arg), Jorge Eliecer Prada Ríos (Col), Oscar Horacio Padín (Arg), Guaxara Afonso González (Esp), Carlos Alvarado Ruiz (Costa R.), Celene Milanés Batista (Col), Rafael A. Tizol Correa (Cub), María Cajal Udaeta (Esp), Edna Ovalle Rodríguez (Mex), Gerardo Navarro García (Mex), Yoandry Martínez Arencibia (Cub), Ulsía Urrea Mariño (Mex), Omar Alfonso Sierra Roza (Col), Gerardo Gold-Bouchot (USA), Mark Friedman (USA), José Luis Esteves (Arg), Armando Vega Velazquez (Mex).

**Consejo científico:** Arturo Tripp Quesada (Mex), Oscar Horacio Padín (Arg), José Luis Esteves (Arg), Celene Milanés Batista (Col), Jorge A. Tello-Cetina (Mex), Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex), Guillermo M. Caille (Arg), Rafael A. Tizol Correa (Cub), Abel de Jesús Betanzos Vega (Cub), Edna Ovalle Rodríguez (Mex), Gerardo Gold-Bouchot (USA), Gerardo Eloy Suárez Alvares (Cub), Mario Formoso García (Cub), Marcial Villalejo Fuerte (Mex), Teresita de Jesús Romero López (Cub), José María Muzmesi (Arg), Roberto Ramos Targarona (Cub), Gustavo Arencibia-Carballo (Cub).

**Edición y corrección:** Gustavo Arencibia Carballo (Cub), Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex), Edna Ovalle Rodríguez (Mex), Guillermo M. Caille (Arg).

**Diseño:** Alexander López Batista (Cub) y Gustavo Arencibia-Carballo (Cub).

**Colaboradores:** Lázaro Camilo Ruiz Torres (Mex), Estefanía Guadalupe Chan Chimal (Mex), Juan Silvio Cabrera Albert (Cub).

*“Necesitamos especialmente de la imaginación en las ciencias.  
No todo es matemáticas y no todo es simple lógica, también se trata  
de un poco de belleza y poesía”*

**María Montessori**