

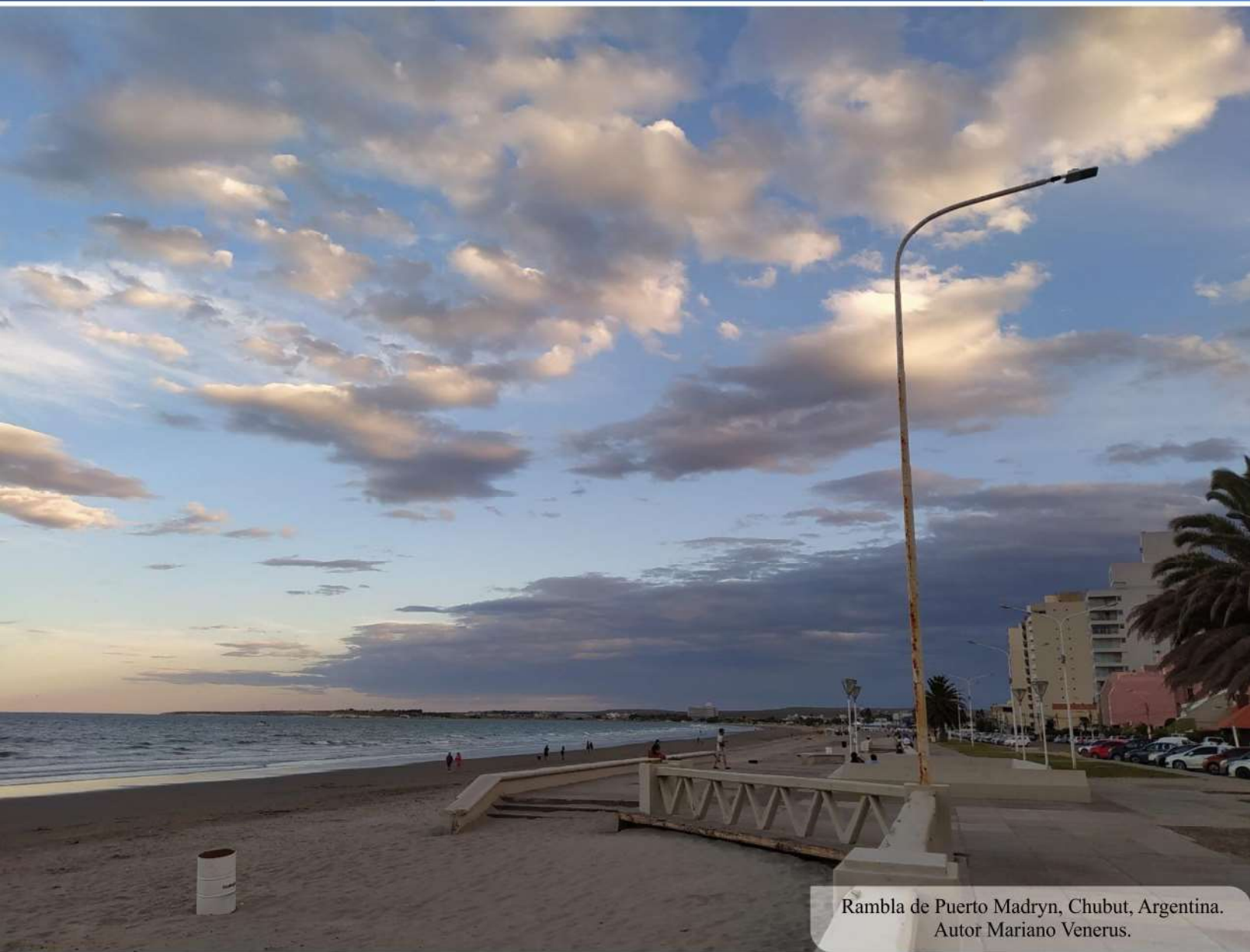
“...por un medio ambiente en equilibrio”



Vol. 12, No. 2, Febrero de 2022

www.boletinelbohio.com

ISSN 2223-8409



Rambla de Puerto Madryn, Chubut, Argentina.
Autor Mariano Venerus.

5

Proponen una agenda global para avanzar en la investigación de la biodiversidad de agua dulce.

10

Evolution keeps making and unmaking crabs, and nobody knows why.

20

Aplicación para pesca inteligente desarrollada por la FECOP de Costa Rica.



Las **Ciencias del Mar** en tiempos de cambio

23 y 27 de mayo de 2022
Universidad Católica de la Santísima Concepción

Organiza

Sociedad Chilena de
Ciencias del Mar en
conjunto con la UCSC.



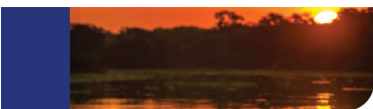
UCSC



Sociedad
Chilena de
Ciencias del Mar

Contenido

Pág.



Presentación 4



Proponen una agenda global para avanzar en la investigación de la biodiversidad de agua dulce. 5



Evolution keeps making and unmaking crabs, and nobody knows why. 10



La aplicación de nuevas técnicas de ensayos de ADN revela un comercio ilegal de productos de tiburones en el sur de África. 14



La Ciguatera, un riesgo potencial para la salud humana: Preguntas frecuentes. Reseña. 17



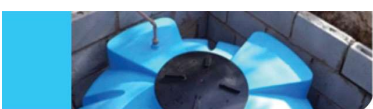
De Costas, Peces y Anzuelos. Memorias de pescadores recordadas por Domingo Trujillo. 19



Aplicación para pesca inteligente desarrollada por la FE-COP de Costa Rica. 20



Convocatorias y temas de interés. 21



Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular, Cuba. Agua de aducción a la cisterna. Artículo original. 27



Implementación de plaguicidas a base de fuentes no convencionales. Artículo original. 35



El Pez León (*Pterois volitans/miles*) un invasor: revisión. Artículo de revisión. 43



Presentación

Estimados lectores

Reciban con esta entrega un fraterno saludo, así como nuestros deseos de que se encuentren en las mejores condiciones. Iniciamos este nutrido número de febrero con un artículo que identifica las 15 necesidades prioritarias a resolver frente al problema de la disminución de agua dulce en el mundo detectadas mediante una consulta realizada por investigadores de 38 países la cual permitió estructurar una agenda para investigar la biodiversidad del agua dulce.

Un texto de Conor Feehly nos informa que cada vez más especies costeras se adentran, habitan y se reproducen en el mar utilizando la Gran Mancha de Basura del Pacífico como hogar, lo que traerá, advierte, alteraciones en el delicado ecosistema marítimo. Clara Watson nos presenta un interesante estudio sobre de la evolución de los cangrejos, al tiempo que informamos que gracias a un estudio de ADN se comprobó la existencia de un amplio comercio ilegal de productos de tiburones en el sur de África.

Recomendamos la lectura de dos libros cuyas reseñas hoy presentamos: *La Ciguatera, un riesgo potencial para la salud humana: Preguntas frecuentes* y *De Costas, Peces y Anzuelos. Memorias de pescadores recobradas* elaboradas por Jorge Eliécer Prada y Domingo Trujillo respectivamente. Damos a conocer el desarrollo en Costa Rica de una Aplicación que proporciona información satelital importante para pescadores, incluso sin señal de celular

Además de incluir convocatorias actualizadas, ofrecemos tres artículos científicos: *Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular, Cuba. Agua de aducción a la cisterna* de Teresita de Jesús Romero López y Claudia Bejerano Vega del Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH) de la Universidad Tecnológica de La Habana, *Implementación de plaguicidas a base de fuentes no convencionales* de investigadoras del Departamento de Ingeniería Química, Bioquímica y Ambiental del Tecnológico de

Mérida y *El Pez León (Pterois volitans/miles) un invasor: revisión*, elaborado por Estefanía Chan Chimal, Alvaro Andrés Moreno Munar y Gustavo Arencibia Carballo del Tecnológico de Mérida, México, Universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano”, Colombia y el Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba.

Esperamos nos lean y como siempre, participen con sus comentarios y colaboraciones,

Saludos cordiales.

Consejo Editorial

Proponen una agenda global para avanzar en la investigación de la biodiversidad de agua dulce*



La biodiversidad mundial de agua dulce está disminuyendo drásticamente, y hacer frente a los desafíos de esta crisis requiere objetivos audaces y la movilización urgente de mayores recursos.

Si bien las razones son varias, lo concreto es que las inversiones, tanto en investigación como en conservación de la biodiversidad en este ámbito, están muy por debajo de las de los ámbitos terrestre y marino. La agenda global propuesta surge de una consulta realizada en 2020 entre un panel diverso de investigadores de biodiversidad de agua dulce.

Los autores de la agenda representan a investigadores y defensores de políticas de 38 países, 18 (47 %) de ellos considerados países del Sur Global. De los 96 autores, 28 (29 %) están afiliados a universidades e institutos de investigación en el Sur Global, y 16 (17 %) se auto-identifican como co-creadores actuales de la gestión y conservación de la biodiversidad de agua dulce en asociación con los pueblos indígenas.

Las necesidades prioritarias que se presentan resumidas aquí son una síntesis de los resultados de la consulta.

Con base en la consulta, se identificaron 15 necesidades prioritarias (y urgentes de resolver), agrupadas en cinco áreas de investigación: i) ecología (y servicios ecosistémicos); ii) manejo (y restauración de hábitat); iii) socio-ecología (y participación pública); iv) infraestructura de datos (bases y accesibilidad de consulta); y v) monitoreo (programas y métodos); en un esfuerzo por apoyar una gestión más informada de la biodiversidad de agua dulce (ver Figura 1).

Las 15 necesidades prioritarias reflejan diferentes desafíos, que fueron agrupados en tres categorías: i) brechas de conocimiento (que resultan de investigaciones limitadas y disparidad en el acceso a la información); ii) insuficiente comunicación (entre científicos, profesionales, gestores y responsables de la formulación de políticas); y iii) políticas inadecuadas o insuficientes (sumadas a la falta de voluntad política y al desacoplamiento de las políticas con las mejores prácticas

A Global Agenda for Advancing Freshwater Biodiversity Research

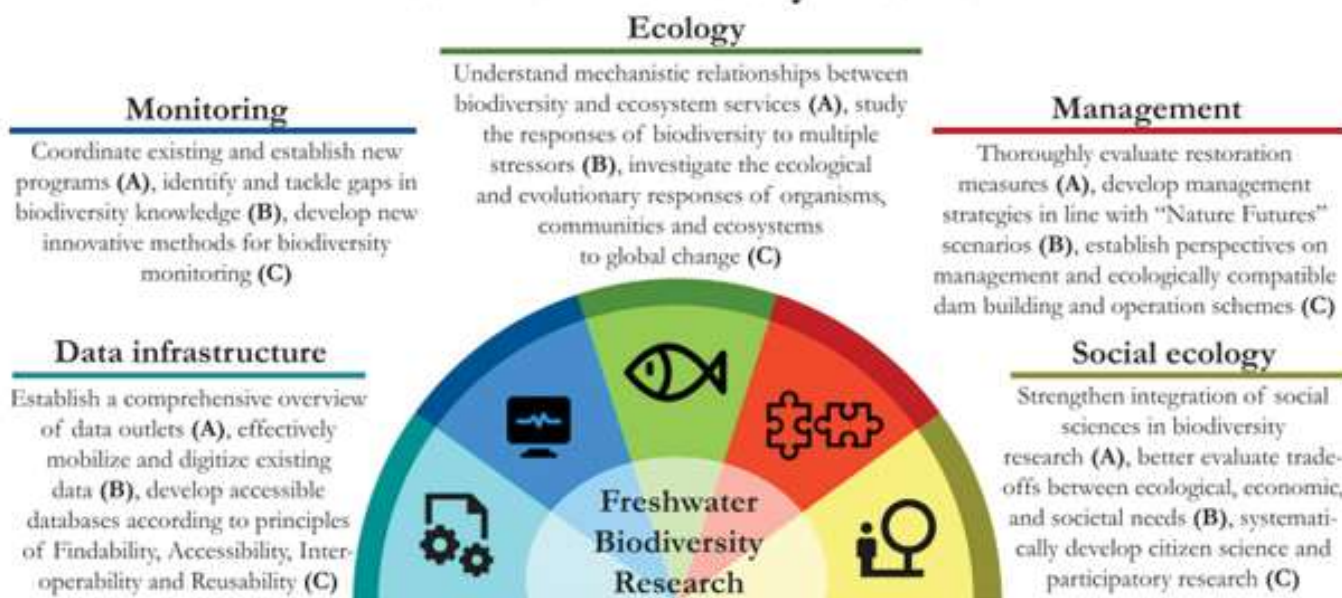


FIGURE 1 A global agenda for advancing freshwater biodiversity research, consisting of 15 priority needs grouped into five major research areas, all aiming to support research for conservation and management actions. A, B and C correspond to the priority needs as described in the text below

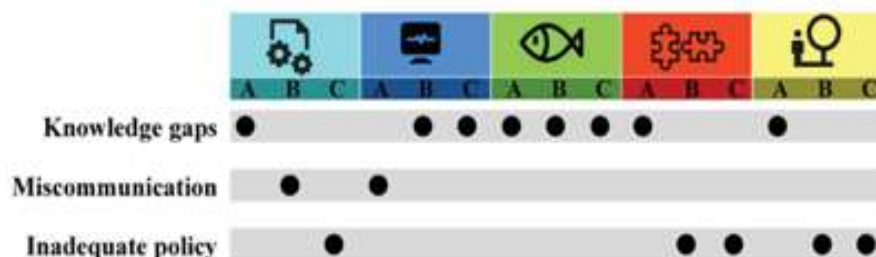


FIGURE 2 Three main challenges (listed on the left) associated with the global priority needs identified to advance freshwater biodiversity research. Knowledge gaps correspond to limited research, disparities in access to information or both; miscommunication corresponds to insufficient communication and exchange among scientists, practitioners, managers and policy makers; and inadequate policy corresponds to deficient policy, lack of political will or the decoupling of current policy from demonstrated best practices for preserving and recovering freshwater biodiversity and the services it provides. A, B and C correspond to the priority needs identified in each of the five research areas as described in the text below

disponibles para preservar y recuperar la biodiversidad de agua dulce y los servicios que presta) (ver Figura 2).

Finalmente, se resalta que la agenda global tiene como objetivo avanzar en la investigación de la biodiversidad de agua dulce, como un paso clave para mejorar y coordinar las acciones hacia su gestión y conservación sostenibles; y puede consultarse en: <https://doi.org/10.1111/ele.13931>

* *Síntesis en español elaborada para El bohío por Guillermo M. Caille.*

Foto: Río en el oriente peruano. UICN 2020; ver: <https://www.iucn.org>.

Artículo original: Maasri A, Jähnig SC, Adamescu MC, Adrian R, Baigun C, Baird DJ, y col. 2021. A global agenda for advancing freshwater biodiversity research. *Ecology Letters*, Wiley online library, 00, 1–9. First published: 01 December 2021 <https://doi.org/10.1111/ele.13931>

NEW ERA IN FISHING

M3iGO es la primera boya satelital que incorpora **Inteligencia Artificial** para identificar de forma precisa la cantidad de pescado comercial que tiene debajo.

La nueva M3iGO desarrollada por Marine Instruments te ayuda a tomar mejores decisiones para una pesca más eficiente y sostenible.



- > Evolución exterior, revolución interior
- > Inteligencia artificial
- > Mayor capacidad de procesado
- > Información en tiempo real



M3iGO

SMART FISHING

by
MARINE
INSTRUMENTS



Rúa dos Pedróns nº 4 (Vial 3)
Parque Empresarial Porto do Molle
36350 Nigrán, Pontevedra - España
Telf.: +34 986 36 63 60

marineinstruments.es

Plantas y animales han comenzado a vivir en el gran parche de basura del Pacífico



Aglaophenia pluma, un hidroide de vaina costera, un cangrejo de mar abierto (*género Planes*) y percebes de cuello de cisne de mar abierto (*género Lepas*) que colonizan un pedazo de escombros flotantes.

Por *Conor Feehly*

El giro subtropical del Pacífico norte es el hogar de una neblina difusa de basura comúnmente conocida como la “Gran Mancha de Basura del Pacífico”. Aunque se extiende por 1.6 millones de kilómetros cuadrados (610 000 millas cuadradas) de mar abierto, se estima que el parche contiene 79 000 toneladas métricas de desechos plásticos.

Se han presentado diferentes ideas sobre cómo lidiar con este desastre ambiental. Ahora, los científicos están comenzando a darse cuenta de que una gran cantidad de especies costeras, generalmente extrañas al océano abierto, están comenzando a colonizar este nuevo hábitat de plástico.

En un nuevo artículo, la autora principal y ecóloga marina Linsey Haram, ex becaria postdoctoral en el Centro de Investigación Ambiental Smithsonian (SERC), hace un balance de las especies marinas que han decidido llamar hogar al ‘parche de basura’ oceánico.

En sus observaciones, Haram y sus colegas señalan que se está produciendo un cambio en la composición de las especies de invertebrados oceánicos, con la aparición de una diversidad cada vez mayor de especies costeras que pueden ocupar estas balsas de plástico.

Incluidas en estas comunidades se encuentran especies de anémona, hidroides y anfípodos parecidos a camarones. El equipo llama a estas nuevas comunidades neopelagic, neo significa ‘nuevo’ y ‘pelágico’ refiriéndose al océano abierto, en oposición a costero.

Históricamente, las especies de invertebrados oceánicos eran en gran parte neustonos, pequeños organismos que se adhieren a la parte superior o inferior de la película de la superficie del océano.

También residen en troncos flotantes, algas y otros animales marinos. La llegada de estos nuevos organismos costeros tiene el potencial de alterar un ecosistema que ya es delicado y carece de recursos.

“Las especies costeras compiten directamente con estas vigas oceánicas”, dice Haram. “Están compitiendo

por el espacio. Están compitiendo por los recursos. Y esas interacciones se entienden muy mal”.

Desde hace un tiempo, los científicos han comprendido el papel de las ‘balsas’ (semillas, árboles, algas, piedra pómez) en la dispersión de especies costeras y continentales a través de grandes distancias oceánicas.

Incluso se cree que este proceso es responsable de la colonización de las iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*) en Galápagos, cuyos antepasados originalmente provenían de América del Sur.

Pero este rafting fue un proceso transitorio, debido a la naturaleza biodegradable de tales objetos. Sin embargo, con la introducción humana a gran escala de plásticos en el medio ambiente, las balsas de plástico brindan una oportunidad permanente para que las especies costeras transiten por las cuencas oceánicas y un hogar a largo plazo para colonizar en el océano abierto.

La introducción de estas nuevas especies costeras en el océano abierto representa un cambio de paradigma en la comprensión de la biogeografía marina por un par de razones.

Las vastas extensiones de aguas abiertas se han considerado durante mucho tiempo una barrera física y biológica para la dispersión de especies, con la excepción de eventos climáticos esporádicos que desencadenan la creación de más oportunidades de rafting.

“Esta situación ya no parece ser el caso, ya que ahora existe un hábitat adecuado en el océano abierto y los organismos costeros pueden sobrevivir en el mar durante años y reproducirse, lo que lleva a comunidades costeras autosuficientes en alta mar”, afirman los autores de la nota de papel.

Además, la existencia de comunidades marinas costeras autosostenibles en el océano abierto podría proporcionar a estas especies, y a otras especies marinas, un entorno de trampolín antes de propagarse a nuevos hábitats costeros.

Haram y sus colegas ven esto como particularmen-

te preocupante, ya que una gran cantidad de nuevos entornos pueden volverse susceptibles a las especies invasoras.

“Esas otras costas no son solo centros urbanos. Esa oportunidad se extiende a áreas más remotas, áreas protegidas, islas hawaianas, parques nacionales, áreas marinas protegidas”, dice el científico senior de SERC Greg Ruiz, quien dirige el laboratorio de invasión marina.

Haram señala que muchas de sus preguntas siguen sin respuesta y que se requiere más investigación para aprender más sobre estos ecosistemas neopelagicos.

¿Cuál es la extensión de la biodiversidad de las especies costeras que persisten en el mar y con qué frecuencia las especies costeras coexisten con las especies neustónicas en balsas de plástico?

“Necesitamos saber hasta qué punto las comunidades neopelagicas se autosustentan o requieren un aporte continuo de balsas, propágulos y flujo de genes desde las costas”, afirman los autores en el documento.

También es importante comprender la gran cantidad de factores abióticos que probablemente afectarán el éxito de las comunidades costeras en mar abierto.

Por ejemplo, ¿en qué se diferencia una boya que se desprende de una instalación de acuicultura que ya alberga numerosas especies costeras de una botella de plástico que se puede haber perdido por la borda de un barco pesquero?

Una cosa es segura. A medida que aumenta la demanda humana y la producción de plástico, según las tendencias actuales, los científicos estiman, que todos los desechos plásticos podrían alcanzar más de 25 mil millones de toneladas métricas para 2050, se seguirán presentando muchas oportunidades para que las especies costeras emprendan su viaje inaugural mar adentro.

Fuente: El estudio fue publicado en la revista Nature Communications.

Evolution Keeps Making And Unmaking Crabs, And Nobody Knows Why



Clare Watson

Our planet's convoluted history of evolving life has spawned countless weird and wonderful creatures, but none excite evolutionary biologists – or divide taxonomists – quite like crabs.

When researchers attempted to reconcile the evolutionary history of crabs in all their raucous glory just earlier this year, they arrived at the conclusion that the defining features of crabbiness have evolved at least five times in the past 250 million years.

What's more, crabbiness has been *lost* possibly seven times or more.

This repeated evolution of a crab-like body plan has happened so often it has its own name: *carcinization*. (And yes, if you lose crabbiness to evolution, it's called *decarcinization*.)

[Frog crabs](#) (*Raninidae*) are one unusual example. Features of the crab body plan were also lost en route to

almost-legless Puerto Rican sand crabs (*Emerita portoricensis*) and various lop-sided hermit crabs – but then [red king crabs](#) regained crabby features at the last evolutionary minute.

A Puerto Rican sand crab.

Why evolution keeps crafting and shafting the crab-like body plan remain but a mystery, though evolution must be doing something right in fashioning crabby creatures time and time again.

There are thousands of crab species, which thrive in almost every habitat on Earth, from coral reefs and abyssal plains to creeks, caves and forests.

Crabs also boast an impressive display of sizes. The smallest, the pea crab (*Pinnothera faba*), measures just millimeters, while the largest, the [Japanese spider crab](#) (*Macrocheira kaempferi*), spans nearly 4 meters (around 12 feet) from claw to claw.

With their species richness, extravagant array of body

shapes and rich fossil record, crabs are an ideal group to study trends in biodiversity through time. But finding some order in the chaos of crabs is an ongoing challenge.

What's a crab, anyway?

It gets weirder, because not every crab is a crab, so to speak. There are 'true' crabs, such as mud crabs and swimmer crabs. Yet we also have so-called false crabs, such as shell-shy hermit crabs with their spiraling abdomens, or the spike-covered king crabs.

The most visible difference between true and false crabs is how many walking legs they have: true crabs have four pairs of lanky legs, whereas false crabs only have three, with another pint-sized pair at the rear.

Both true and false crabs evolved their wide, flat, hard upper shell and tucked tails independently of one another, from a common ancestor that had none of those features, [suggests an analysis](#) published in March 2021, led by evolutionary biologist Joanna Wolfe of Harvard University.

But it wasn't a straightforward path after true and false crabs split. Evolution has made and remade crabs over the past 250 million years: once or twice in true crabs and at least three times during the evolution of false crabs, Wolfe and colleagues think.

Crabs have long stumped taxonomists who have invariably [misclassified](#) species as true or false crabs due to their striking similarities.

Besides figuring out where species belong in the tree of life, understanding exactly how many times evolution has crafted the crab-like body form and why, could reveal something about what drives convergent evolution.

"There has to be some kind of evolutionary advantage to be this crablike shape," crab expert and Wolfe's co-author Heather Bracken-Grissom [told](#) Popular Science in 2020, when carcinization had sent the internet into a spin.

As with many subjects, evolutionary biologists have plenty of ideas, but no firm answers on carcinization. Due to the narrow focus of past research on select crab species, "the unparsimonious history of crab body plan evolution must be reconciled", the team [writes](#).

To make a start, the trio of researchers compiled data on crab morphology, behavior and natural history, from living species and fossils, and identified the gaps in genetic data which might help to resolve puzzling evolutionary relationships.

"Almost half of the branches on the crab tree of life remain dark," [they write](#).

Most carcinized crabs have developed hard, calcified shells to protect themselves from predators – a clear advantage – but then some crabs have abandoned this protection, for reasons unknown.

Walking sideways, silly as it seems, means crabs are supremely agile, able to make a speedy exit in either direction without losing sight of a predator, should one appear.

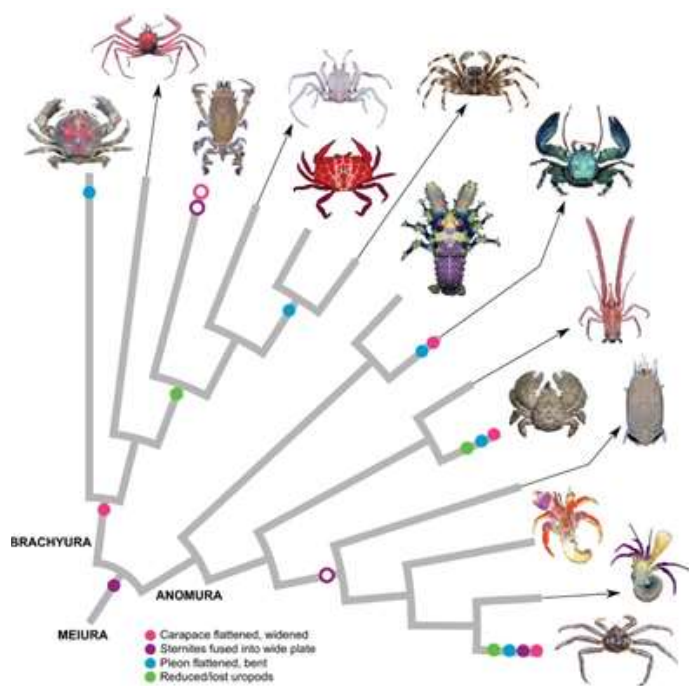
But sideways walking is not observed in all carcinized lineages (there are [forward-walking spider crabs](#)) and some uncarcinized hermit crabs can walk sideways, too.

That some crabs evolved outsized claws to become shell-crushing predators in an ecological arms race also cannot fully explain the timing or successes of early crab evolution.

Like anything in science, nothing is ever settled and evolution will continue on its merry way. Though with increasing amounts of genomic information on living and fossilized crab species, rest assured taxonomists are [steadily piecing together](#) what makes a crab, a crab.

This "will allow us to resolve the multiple origins and losses of 'crab' body forms through time and identify the timing of origin of key evolutionary novelties and body plans," [says](#) Wolfe.





(Joanna M. Wolfe) Above: Phylogenetic tree showing examples of carcinized and decarcinized clades, with colored dots noting characteristics on the branches.

More than that, studying crabs provides a tantalizing prospect for evolutionary sleuths who think it might be possible to anticipate the predictable shapes evolution makes based on environmental factors and genetic cues.

“Examining crab evolution provides a macroevolutionary timescale of 250 million years ago for which, with enough phylogenetic and genomic data, we might be able to predict the morphology that would result,” *says* Bracken-Grissom.

A crab-like shape might be a safe bet.

The paper was published in *BioEssays*. 1 January 2022

https://www.sciencealert.com/evolution-keeps-making-and-unmaking-crabs-and-nobody-knows-why?utm_source=ScienceAlert+-+Daily+Email+Updates&utm_campaign=2e1d96ea5b-MAILCHIMP_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_fe5632fb09-2e1d96ea5b-366067814

III CONGRESO DE LA RED UNIVERSITARIA ESPAÑOLA DE HISTORIA AMBIENTAL - RUEDHA TIRAR DEL FRENO DE EMERGENCIA LA HISTORIA AMBIENTAL ANTE LA CRISIS GLOBAL

LÍNEAS TEMÁTICAS

- METODOLOGÍAS PARA LA HISTORIA AMBIENTAL
- HISTORIOGRAFÍA AMBIENTAL
- HISTORIA AMBIENTAL E HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA MEDICINA
- HISTORIA AMBIENTAL URBANA Y ECOLOGÍA URBANA
- HISTORIAS DEL AGUA (RÍOS, MARES, APROPIACIÓN, INDUSTRIAS)
- ECOLOGÍA POLÍTICA, CONFLICTOS AMBIENTALES Y EXTRACTIVISMOS
- GUERRA Y NATURALEZA
- ARQUEOLOGÍA DEL PAISAJE
- AGROECOLOGÍA, ETNOECOLOGÍA Y PATRIMONIO BIOCULTURAL
- ECONOMÍA ECOLÓGICA Y METABOLISMO SOCIAL
- TRANSICIONES ENERGÉTICAS Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO
- ECOFEMINISMOS
- ECOCRITICISMO
- BIODIVERSIDAD, CONSERVACIÓN Y BIOPIRATERÍA
- CAMBIO CLIMÁTICO, CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL Y TRANSFORMACIONES SOCIOAMBIENTALES
- CLIMATOLOGÍA HISTÓRICA

TIPOS DE PARTICIPACIÓN

- MESAS TEMÁTICAS
- POLEMICAS
- PÓSTERS
- PRESENTACIONES DE LIBROS
- ASISTENCIA
- ESPACIOS CREATIVOS

FECHAS RELEVANTES

- ENVÍO DE PROPUESTAS: 31 de enero de 2022
- NOTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN: 1 de marzo de 2022
- PUBLICACIÓN PROGRAMA FINAL: 15 de marzo de 2022

11-13 Mayo 2022

GRANADA

Organizan y financian

Visita la web del Congreso y descarga las circulares pinchando **AQUÍ**

HORTICULTURE FOR A WORLD IN TRANSITION

UNDER THE AEGIS OF



IHC 2022

INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS

ANGERS – FRANCE

HYBRID

14-20 AUGUST
CONGRESS CENTRE
ANGERS - FRANCE

www.ihc2022.org
#IHC2022



25 symposia with S15 #IHC2022 #Agroecology2022
*Agroecology and system approach for
sustainable and resilient horticultural production*

Call for Abstracts: First Announcement

**Towards Zero Plastics
to the Seas of Africa**
Second International Conference of the
African Marine Waste Network

23-27
MAY
2022

Sustainable Seas Trust is pleased to announce the Second International Conference of the African Marine Waste Network, Towards Zero Plastics to the Seas of Africa, which will be held from 23 - 27 May 2022 in Nelson Mandela Bay. The theme of this conference, Towards Zero Plastics to the Seas of Africa, reflects a drive in Africa to stop plastics from entering the environment at any stage of the value chain. If the journey of plastic waste from land and sea-based sources can be halted before it reaches the sea, a major step towards managing plastic waste will be achieved.

While the focus of this conference is Africa, anyone, anywhere in the world is most welcome to submit an abstract, so together we all can learn how to implement the successes, and examine the challenges, of ongoing or planned projects across the globe and build networks of collaboration.

Abstracts falling into the following broad categories will be most keenly considered:

- Gathering scientific data to guide decisions.
- Finding ways to mitigate economic, human and environmental health costs of plastic waste.
- Harnessing opportunities for economic, socio economic and entrepreneurship.
- The leading role of industry.
- New ideas and technical innovations.
- Education and training.
- Leadership and policy development in managing plastic waste.

For more information visit conference.sst.org.za



**AFRICAN
marine waste
NETWORK**

La aplicación de nuevas técnicas de ensayos de ADN revela un comercio ilegal de productos de tiburones en el sur de África *



En las últimas décadas, la combinación de una demanda creciente y de la globalización económica, ha creado un mercado global para los productos de elasmobrancos; y especialmente de aletas de tiburón para los mercados asiáticos.

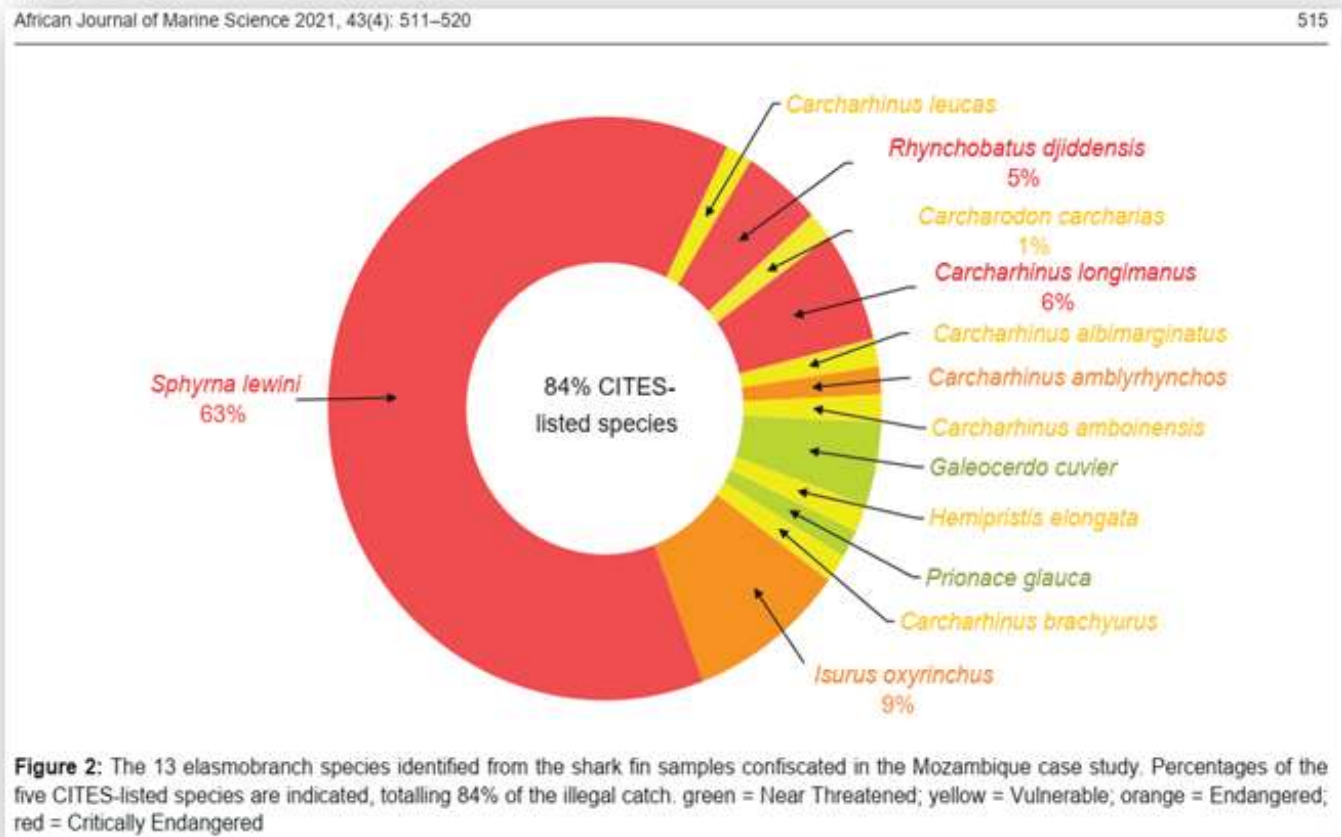
La identificación de las especies involucradas se vuelve un desafío difícil de superar para las técnicas tradicionales cuando estos productos se encuentran ya procesados (como ocurre con las aletas de tiburón secas o blanqueadas).

En una investigación realizada recientemente, como estudio de caso en el sur de África (Asbury y col. 2021) ⁽¹⁾, se aplicó un ensayo multiplex de mini-códi-

go de barras para determinar las especies de origen de las aletas de tiburón confiscadas en diferentes estados de procesamiento.

Los resultados señalan que el comercio ilegal de aletas de tiburón en esta región involucra, en gran medida, a especies amenazadas y las capturas ilegales representan hasta un 84 % del total (ver Figura).

La comparación con las bases de datos públicas de las secuencias procesadas, provenientes de las aletas confiscadas, reveló que 5 de las 13 especies identificadas están amenazadas: *Carcharodon carcharias* (tiburón blanco), *Carcharhinus longimanus* (tiburón oceánico de puntas blancas), *Isurus oxyrinchus* (tiburón mako),



Rhynchobatus djiddensis (pez guitarra gigante) y *Sphyrna lewini* (tiburón martillo), y todas ellas están incluidas en la lista de CITES ⁽²⁾.

Las conclusiones del estudio revelan la necesidad de mejorar la vigilancia para eliminar el comercio ilegal de aletas de tiburón, lo que en parte puede lograrse mediante un muestreo genético más generalizado de los productos comercializados internacionalmente.

Se señala finalmente que, para facilitar la aplicación de métodos moleculares para una evaluación más completa del comercio de elasmobranquios a nivel regional e internacional, se requerirá de un esfuerzo concertado para crear datos de secuencias de estas especies en bases de datos públicas, que resulten accesibles y confiables.

*Síntesis en español elaborada para El bohío por Guillermo M. Caille.

(1) Artículo original: TA Asbury, R Bennett, AS Price, C da Silva, M Bürgener, JD Klein, SN Maduna, N Sidat, S Fernando & AE Bester-van der Merwe. 2021. Application of DNA minibarcoding reveals illegal trade in endangered shark products in southern Africa. African Journal of Marine Science, 43:4, 511-520, DOI: 10.2989/1814232X.2021.1996459.

Ver: <https://doi.org/10.2989/1814232X.2021.1996459>

(2) La “Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres” o CITES (por sus siglas en inglés), es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos (actualmente 184 países). Tiene por finalidad que el comercio internacional de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia y conservación; y ofrece diversos grados de protección a más de 37mil especies.

Ver: <https://cites.org/esp>



EL AUTÉNTICO
ATÚN ROJO
THUNNUS THYNNUS



Para más información llama a 977 047 700 o envíanos un email a info@grupbalfego.com

Reseña del libro

LA CIGUATERA, UN RIESGO POTENCIAL PARA LA SALUD HUMANA: Preguntas frecuentes

Por M. Sc. Jorge Eliécer Prada Ríos, Biólogo.

El verbo “enciguatar” no es muy comúnmente usado en el idioma español y para una persona que desconozca el tema o que afortunadamente no se haya “enciguatado”, puede ser inimaginable su utilización en cualquier frase. Sin embargo, luego de la lectura del libro “LA CIGUATERA, UN RIESGO POTENCIAL PARA LA SALUD HUMANA: Preguntas frecuentes”, en la que en su tercera edición han participado los destacados científicos Gustavo Arencibia, José Ernesto Mancera, Gilma Delgado y Lisbet Díaz, las preocupaciones lingüísticas se despejan y surgen otras un poco más peligrosas, como lo son las derivadas del consumo de peces y mariscos contaminados con Ciguatera.

Desde que los seres humanos buscaron asentarse en sitios determinados y se establecieron como tal las civilizaciones humanas, el mar ha sido una fuente primordial de recursos; esto explica el por qué las principales ciudades del mundo son costeras. Por lo tanto, el problema de la Ciguatera se configura en un problema de salud pública de índole internacional, especialmente en los países que se localizan en las regiones costeras del trópico y del subtrópico.

Desde mi punto de vista personal y acogiéndome a lo formulado por los autores del presente libro, quienes afirman que la Ciguatera no es solamente un fenómeno clínico o biológico, sino que por el contrario abarca aspectos en principio tan disímiles como la ecotoxicología, la química, la ecología, la economía, la sociología y la antropología, me atrevería a formular otros aspectos adicionales como lo son los comunicativos y/o los divulgativos. Afortunadamente, los autores se han esmerado por “atacar” dicho enfoque del problema, mediante la producción de un libro de tan alta calidad gráfica y conceptual, muy difícil de superar en una cuarta o quinta edición.

Por otro lado, han mencionado los autores en su obra un punto que me parece valioso resaltar y es el de la incidencia de la degradación de los ecosistemas marinos en la distribución de la ciguatoxinas. Actualmente en el mundo se llevan a cabo grandes obras de infraestructura vial y portuaria en áreas marinas, donde por ejemplo pueden verse afectadas áreas de arrecife de coral. Como explica bien el libro “LA CIGUATERA, UN RIESGO POTENCIAL PARA LA SALUD HUMANA: Preguntas frecuentes”, las intervenciones de los arrecifes de coral, ya sea por causas antrópicas o naturales, parece ser uno de los factores ambientales más trascendentales que determina la presencia y cantidad de ciguatoxinas en el medio.

Así las cosas, los tomadores de decisiones deben am-



pliar su espectro de análisis al momento de autorizar una obra que signifique una alteración de los ecosistemas marinos, dado que de manera indirecta se pudieran estar presentando efectos colaterales, como lo podrían ser el desencadenamiento de una epidemia localizada de Ciguatera. Incluso valga mencionar al cambio climático como un factor a ser estudiado en relación con la proliferación de dicha enfermedad. Además de agradecerles a los autores por el honor de permitirme la presentación del libro en cuestión, es

preciso hacer una llamado a la comunidad científica internacional para que así como lo lograron magistralmente Arencibia, Mancera, Delgado y Díaz, permitan un acceso a la información científica más amena y de fácil “digestión” por parte de las personas del común, para que sin perder la rigurosidad se pueda ingresar a un conocimiento, no solo necesario para la toma de decisiones en salud pública, sino obligatoria para quienes encontramos en el mar el futuro de la humanidad.

II Congreso Internacional Ciencia y Educación

Investigar e innovar: Agenda 2030

Del 13 al 17 de junio de 2022, en la modalidad virtual desde La Habana, Cuba

El Ministerio de Educación de la República de Cuba y el Instituto Central de Ciencias Pedagógicas le convocan a participar en el II Congreso Internacional de Ciencia y Educación.

El Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, como entidad de ciencia e innovación tecnológica, con 45 años de labor ininterrumpida en la investigación, la formación académica y la colaboración internacional, está comprometido desde su propia esencia con el logro de una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos.

Temática General	Temáticas
"La investigación educativa en los diferentes contextos. Retos y perspectivas en el marco de la Agenda 2030"	<ul style="list-style-type: none">• Políticas públicas en ciencia, educación, tecnología y sociedad para un desarrollo sostenible.• La transformación de los sistemas educativos y su impacto en la calidad de la educación. Retos y perspectivas.• La inclusión educativa: experiencias de buenas prácticas.• Currículo e interdisciplinariedad.• De la gestión al futuro: experiencias exitosas en con textos familiares, comunitarios e intersectoriales.• La educación para la salud y la igualdad de género.• El aprendizaje a lo largo de toda la vida.• La educación ambiental y la formación ciudadana: un reto para la sociedad actual.• La gestión de dirección y el liderazgo en educación.<ul style="list-style-type: none">• La evaluación de la calidad educativa.• La formación continua de los profesionales de la educación.• La utilización de las TICs en el proceso de enseñanza aprendizaje. Los libros electrónicos y la robótica.

Modalidades del evento

1. Conferencias centrales
2. Conferencias especiales
3. Mesas redondas
4. Foros
5. Simposios
6. Coloquios
7. Paneles
8. Cursos
9. Visitas a centros educacionales
10. Presentación de carteles/posters científicos

De Costas, Peces y Anzuelos. Memorias de pescadores recobradas por Domingo Trujillo*

Por M. Sc. Jorge Eliécer Prada Ríos, Biólogo.

Este libro escrito durante la década del setenta, fue realizado dentro del contexto y espacio de **Libertad, San José, Uruguay**.

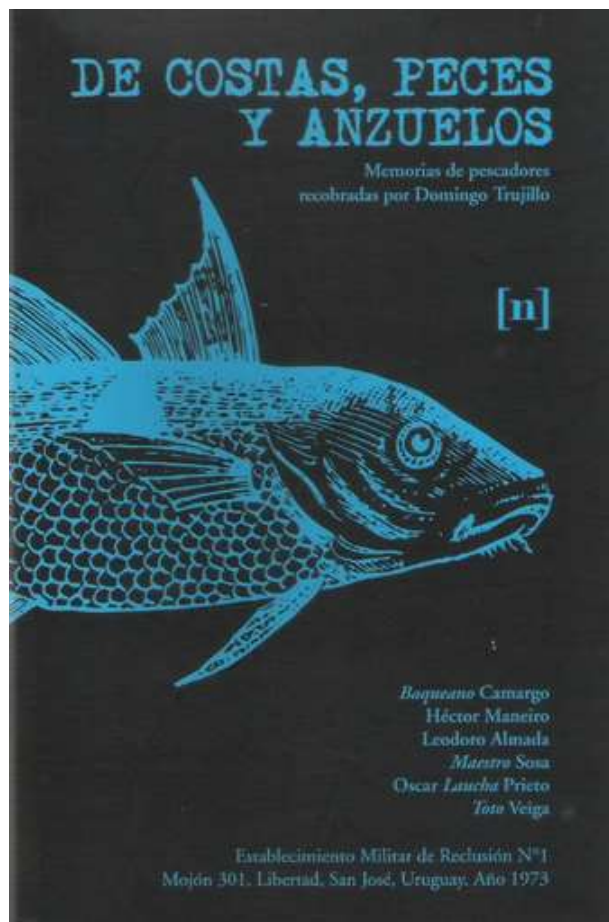
El autor, en su premio menciona: “A más de cuarenta años de desaparecido, y tal cual lo haría “quien se engendró en una cárcel, dónde toda la incomodidad tiene su asiento y donde todo triste ruido hace una habitación” este apunte que ya entonces llamamos **De costas, peces y anzuelos**, volvió a nosotros de la forma casual que lo hacen las cosas que han dejado de buscarse”.

Posteriormente, en su **Nota Preliminar** menciona, entre otros, los siguientes párrafos “¿Ensayo? ¿Memoria? ¿Compilación? Vaya uno a saber entonces cómo catalogarlas. Pero eso no hace a la cosa, ya que lo que más importaba era sentirnos útiles y compartir. Conversar y tomar apuntes para que se fueran luego entre textos y el material de exámenes que esa especie de **Primavera del 73** nos había permitido...

Lo de las regiones fue una forma de presentar el trabajo, aunque también respondió a lo que de cada pago hubiera un paisano...

La obra, luego de su prólogo y nota preliminar ya mencionados, presenta una introducción, tres capítulos referidos a la pesca artesanal en diversos puntos de la R.O. del Uruguay, seguido por una síntesis del trabajo en cuestión. Además de un capítulo denominado “**Breve Reseña Histórica sobre la Pesca en el Uruguay Indígena**”, finalizando con una reproducción fotostática de los originales.

¿Cómo calificar este documento? En primer lugar, lo ubicaría como una contribución etnoictiológica realizada, en cierta forma de manera “artesanal” y en segundo y no menos importante, el valor “sociológico” de su realización, ya que fue concretado por un grupo



de personas, que encontraron una manera positiva de atenuar sus horas de encierro.

Este conjunto nos ha brindado, luego de más de treinta años, un valioso aporte a la ictiología rioplatense, que a mi entender además de su contenido ictiológico, le debemos sumar su valor histórico.

Para finalizar los generadores de este libro, además del autor, que, en ese momento, era estudiante del Servicio Social, fueron: Baqueano Camargo (Pescador), Héctor Maneiro (Obrero y pescador), Maestro Sosa (Docente de primaria), Oscar Laucha Prieto (Antropólogo y arqueólogo), Leodoro Almada (Cañero y pescador) y Toto Veiga (Pescador)

*Negrita, 148 pp, Montevideo, R.O. del Uruguay. Hugo L. López, La Plata, enero de 2018.

Aplicación para pesca inteligente desarrollada por la FECOP de Costa Rica*



Desarrollada por la FECOP (Federación Costarricense de Pesca), **pezCA** es una aplicación que permite un acceso libre y gratuito a información satelital relevante para los pescadores, incluso sin señal celular. Creada para permitir el monitoreo de las condiciones oceanográficas, la aplicación promueve, además, las practicas pesqueras sostenibles.

Ofrece mapas actualizados de temperatura superficial del mar, de la concentración de clorofila, de las corrientes oceánicas, la altimetría, la profundidad de la termoclina y la batimetría. Además, dispone de pronósticos de mareas y fases lunares, e información so-

bre las principales especies de peces de la región y de las regulaciones pesqueras vigentes.

El uso de **pezCA** permite reconocer áreas potencialmente favorables para la pesca, reduciendo el tiempo de búsqueda, lo que resulta en una pesca más inteligente. Para más información y para su descarga gratuita, en sus versiones para celulares, tablets o navegadores (en inglés y en español), ver: [pezCA Home | Smart Fishing app by FECOP - pezCA Sport Fishing App by Fecop](#)

* Síntesis elaborada para el boletín El Bohío por **Guillermo M. Caille**.



Convocatorias y temas de interés



WEBINAR: Marine Connectivity Conservation “Rules of Thumb” for MPA and MPA Network Design.

Presented by: Barbara Lausche of Mote Marine Laboratory and chair of the IUCN WCPA Marine Connectivity Working Group.

Date/Time: Tuesday, February 8, 1 p.m. US EST/10 am US PST/6pm UTC.

Description: Ecological connectivity of marine and coastal ecosystems is essential to linking our oceans’ critical habitats, species, and natural processes. Beyond the movement of species, these connections sustain important ecosystem functions such as larval dispersal, nutrient cycling, and carbon sequestration.

To help guide, enhance, and restore ecological connectivity of the ocean, the IUCN WCPA has released a new publication entitled “Marine Connectivity Conservation ‘Rules of Thumb’ for MPA and MPA Network Design.”

This publication provides the first-ever guidance on connectivity for MPA managers.

This webinar will highlight several of the 13 ‘Rules of Thumb’ and how they can help guide integration of connectivity into conservation activities – ranging from interactions across the land-sea interface to the movement of currents and migratory species around the world and across political boundaries. Co-sponsors: NOAA National MPA Center and OCTO.

Register: <https://attendee.gotowebinar.com/register/8577761218815699212>

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

IUBMB ADVANCED SCHOOL AND WORKSHOP ON “PROTEINS IN NANOBIOLOGY AND NANOTECHNOLOGY”. [Hotel in Varadero Beach, Matanzas Province, Cuba](#)



Protein-based nanobiotechnology combines the study of proteins at the nanoscale with the expanding field of nanobiotechnology. The School and Workshop are aimed at postgraduates and young researchers interested in the state of the art of proteins in nanobiology and nanobiotechnology. Physical, chemical and biochemical approaches for studying structural and functional properties of proteins and their contribution as advantageous tools for the nanobiotechnology field will be addressed. Up-to-date information on the use of proteins as important elements for building nanoscale machines or designing nanodevices with emerging applications in biomedicine, pharmacy, chemistry and agricultural and livestock sciences will be also provided. The main goal of the Advanced School and Workshop is to allow the participants understanding and incorporating these topics into their research and teaching activities. The course is organized in 23 lectures and students will participate in round-table discussions and share their research results with experts and colleagues in Poster sessions.

<http://www.uh.cu/static/protein-advanced-school-2021/index.html>.

CONCURSO “NUESTRO MAR EN IMÁGENES”.

La comisión organizadora de las XI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar y el XIX Coloquio de Oceanografía invita a la comunidad a presentar sus trabajos originales en forma de Fotografía y Video al concurso “Nuestro Mar en imágenes”. El material seleccionado

participará por importantes premios y será exhibido en una función libre y gratuita que se llevará a cabo durante las XI Jornadas de Ciencias del Mar los días 28 de marzo al 1 de abril de 2022, en la ciudad de Comodoro Rivadavia. La proyección de los videos será el día miércoles 30 de marzo de 2022. Las fotografías seleccionadas en sus diversas categorías serán exhibidas en una muestra pública.

Bases: <https://drive.google.com/file/d/1tpaGTMtwNUB7E1rhBiV8zSXGbud0-u3C/view>

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 environmen-

tal 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 30th 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.

SYMPOSIUM ON MICROPLASTICS ANALYTICAL AND REFERENCE STANDARDS - Opportunities to Advance Microplastic Science.

A brief announcement to let you know that I'll be co-chairing an ASTM symposium on microplastics standards on June 30th, 2022. If you'd like to participate. Here's a link to the submission.

Page: https://www.astm.org/SYMPOSIA/filtrexx40.cgi?+-P+EVENT_ID+4373+callforpapers.frm#anchor1

More information on the symposium:

Papers are invited for the Symposium on Microplastics Analytical and Reference Standards -- Opportunities to Advance Microplastic Science to be held Thursday, June 30, 2022. Sponsored by ASTM Committees D19 on Water and D20 on Plastics, the symposium will be held at the Hyatt Regency Seattle in Seattle, WA, in conjunction with the June 2022 standards development meetings of the committee.

Objective and Scope.

The primary goal of this symposium is to serve as a mechanism to raise awareness of the various microplastics sampling, preparation, and analysis activities that are occurring in the US and across the globe. Many organizations—academic, commercial, and non-profit included—have started work on microplastics sampling and analytical methods and the time is ripe to engage one another and confer on best practices, challenges, and future steps. It is our hope that

this symposium will catalyze creation and adoption of new methods for microplastic analysis that will enable researchers to produce the highest caliber science in this burgeoning discipline.

Appropriate topics may include (but are not limited to):

- Sampling techniques – ocean collection, water column sampling, filtration and capture methods.
- Sample processing – biological specimen preparation, natural material digestion protocols, density separation.
- Analytical analysis – Spectroscopy, including IR, Raman, LDIR; Pyrolysis / gas chromatography / mass spectrometry; hyperspectral imaging.
- Reference material development – cryo, jet, and mechanical milling techniques; direct synthesis; ablative techniques such as ultrasound and high-intensity light.

If you have any questions, please don't hesitate to reach out to me directly.

Brett Howard, J.D., Ph.D. | American Chemistry Council.

*Director, Regulatory and Technical Affairs / brett_ward@americanchemistry.com
700 2nd Street, NE | Washington, DC | 20002 /
www.americanchemistry.com*

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).

She 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 opti-

mizing the cost benefit relation of proposed measures. She 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).

XV CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL UNICA 2022 .

XV Convención Científica Internacional UNICA 2022 convocada en formato híbrido del 17 al 21 de octubre de 2022, a la que están invitados a participar manteniendo como objetivo el debate de los principales problemas y desafíos de la Educación Superior en los momentos actuales a nivel mundial, regional y específicamente para Cuba, permitiendo delinear estrategias de desarrollo y colaboración conjunta, así como posibilitar el intercambio de experiencias, conocimientos y saberes populares en el sector académico e investigativo, desde el compromiso de la Ciencia y la Innovación Tecnológica para el desarrollo sostenible. <http://convencion.unicacuba.com/es/default/principal>

Estimados colegas,

Nos complace anunciar que el congreso **Bridges between disciplines: Gender in STEM and Social Sciences** (<https://bridges2022.com/>), ha abierto la convocatoria para proponer Simposios. Este congreso se llevará a cabo en un entorno híbrido (en línea y presencial) del 12 al 16 de septiembre de 2022. El objetivo principal de este congreso es no solo cerrar la brecha entre lo que se ha pensado como campos de conocimiento separados y desacoplados (STEM - Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas- y Ciencias Sociales), sino también pensar en las diferencias de género en Ciencia(s) desde una perspectiva interseccional.

El objetivo de la convocatoria de propuestas de Simposios es proporcionar un foro para debates centrados en temas nuevos y emergentes o aplicaciones innovadoras de enfoques establecidos.

En el programa se intentarán cubrir los siguientes temas: Desigualdad en la ciencia y la academia: mapeo de problemas críticos que debemos abordar: p.

Ej. trayectoria profesional, jerarquías, brechas, acoso, precariedad, bajas y abandonos temporales, conciliación, salud mental; Reflexiones sobre la construcción masculinista de la ciencia y el conocimiento; Lenguajes de la ciencia: conceptos y redacción, diálogos, comunicación y divulgación; Estrategias y enfoques para una ciencia emancipada y emancipadora: una ciencia para todos.

Los temas que no se enumeran pero que están dentro del alcance de la conferencia BRIDGES 2022 (Género y ciencia) también son bienvenidos.

Más información:

<https://bridges2022.com/call-symposia-submission/>

Si tiene alguna pregunta no dude en ponerse en contacto conmigo o escribirme a communication@bridges2022.com.

Un cordial saludo, **Soledad De Esteban-Trivigno, PhD. Scientific Director.**

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

Convocatoria de becas 2022



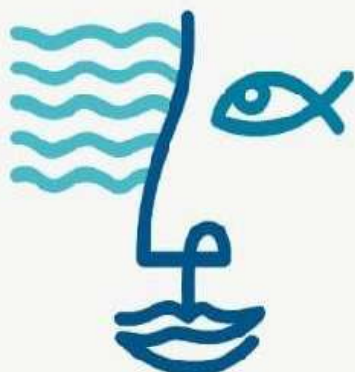
IFEA

INSTITUTO FRANCÉS DE ESTUDIOS ANDINOS

LUMFRE 17 MEAE/CNRS USR 3337 AMÉRICA LATINA

ifea.org.pe/convocatorias





CAMINO AL AÑO 2022

AÑO INTERNACIONAL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA ARTESANALES

SEGUNDO DIÁLOGO NACIONAL:

SEGURIDAD ALIMENTARIA DE PRODUCTOS DEL MAR EN CHILE

 JUEVES 29 DE JULIO

 DESDE LAS 15:30 HRS.



MODERADORA

CAMILA PIZARRO CONTRERAS

Periodista, Comunicaciones, Subsecretaría
de Pesca y Acuicultura.

PARTICIPANTES

Alicia Gallardo Lagno
Subsecretaria de Pesca
y Acuicultura

Andrea Medina Urrutía
Directora, ICI Gestión
y Calidad

Branco Papic
Presidente de AmiChile
y Director del PER
Mejillón de Chile

Diego Undurraga
Director, Future of
Fish Chile



ORGANIZA



COLABORAN



Artículo original. Febrero 2022, Vol. 12, No. 2, ISSN 2223-8409, pp. 27-34.

Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular, Cuba. Agua de aducción a la cisterna

Teresita de Jesús Romero López¹ y Claudia Bejerano Vega²

1.- 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.
teresitaromerolopez@gmail.com

2.- 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.

Resumen: Este trabajo se realizó a petición del Centro de Inmunología Molecular, ubicado en la ciudad de La Habana. El mismo tuvo como objetivo determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de aducción a la cisterna que almacena el vital líquido que se usa en la instalación y que proviene de la cuenca Ariguanabo. Una vez realizados estos estudios, se comentaron los diferentes resultados y se compararon con la Norma Cubana de Agua Potable, así como los Estándares de Agua Potable de la OMS. Se concluyó que a raíz de los análisis que se efectuaron, las mismas presentan características aceptables para su uso.

Palabras clave: calidad agua, caracterización, Centro Inmunología Molecular, cisterna.

Waters characterization of Molecular Immunology Center, Cuba. Addition water to the cistern

Abstract: This work was carried out at the request of Molecular Immunology Center, located in La Habana city. The objective was to determine the physical, chemical and microbiological characteristics of the cistern water that stores the vital liquid, the softening process, the rejection of reverse osmosis equipment and a well that has been unused up to the moment. Once these studies were carried out, the different results were commented on and compared with the Cuban Drinking Water Standard. It was concluded that, except for the well water, the remaining lines present acceptable characteristics for their use, after treatment. The characterization values obtained, will available to treatment plant suppliers, due to the necessity of the center to expand its capacity and to have alternative sources of the fundamental raw material that sustains the production of mentioned unit: the water.

Keywords: water quality, characterization, medication, treatment.

Introducción

El agua es uno de los recursos naturales imprescindibles para la vida y el desarrollo. De ahí que el bienestar socio-económico de las poblaciones dependa en gran medida de los volúmenes y calidad de los recursos hidráulicos disponibles. Un sector que demanda

gran cantidad de agua y de calidad buena es el farmacéutico, que abarca en Cuba más de 60 instalaciones vinculadas al proceso investigación-desarrollo-producción de medicamentos para la salud humana. El núcleo principal de centros de la biotecnología en el país, el llamado Polo Científico del Oeste de La Habana, se erige al oeste de la capital, fundado en el año 1991 con el objetivo de crear productos competitivos

y la obtención de divisas a través del desarrollo de la industria Médico Farmacéutica, la Biotecnología y otras tecnologías avanzadas (González, 2017). Entre ellos se destacan el Instituto Finlay (IF), el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnológica (CIGB), el Centro Nacional de Biopreparados (BIOCEN), el Centro de Inmuno Ensayo (CIE) y el Centro de Inmunología Molecular (CIM), entre otros.

El CIM tiene a su cargo la producción de anticuerpos monoclonales, terapéuticos y radioactivos y la eritropoyetina recombinante, además investiga la inmunoterapia del cáncer y la obtención de vacunas terapéuticas, productos para la radioinmuno-diagnóstico y la radioinmuno-terapia (González, 2017); de ahí que el agua requiera constancia y alta pureza.

La fuente que abastece de agua al CIM proviene de la cuenca Ariguanabo, almacenándose en una cisterna de 1 000 m³ de capacidad, repartida en dos vasos de 500 m³ cada uno, para posteriormente derivarse a las distintas áreas de la unidad productiva (Figura 1).



Figura 1.- Cisterna que recepciona el agua en el CIM, (Foto de la autora).

Debido a la importancia del agua en este centro productor de medicamentos, se hizo un estudio de caracterización del recurso, que abarcó diferentes fases: agua de aducción a la cisterna (informe actual), suavizador y agua de rechazo de los equipos de ósmosis inversa existentes. Además, se evaluó el agua de un foso inutilizado en el momento de la evaluación.

Cuenca Ariguanabo

La cuenca Ariguanabo abarca territorios de los municipios de San Antonio de los Baños, Bauta y Caimito en la provincia Artemisa; Bejucal en Mayabeque así como porciones de Boyeros y La Lisa en La Habana (Figura 2A), y mantiene comunicación subterránea con las cuencas hidrográficas Almendares-Vento y subterránea Sur (EcuRed, 2019), por lo que la hace una de las principales fuentes para el abasto de agua a la capital del país (Figura 2B).

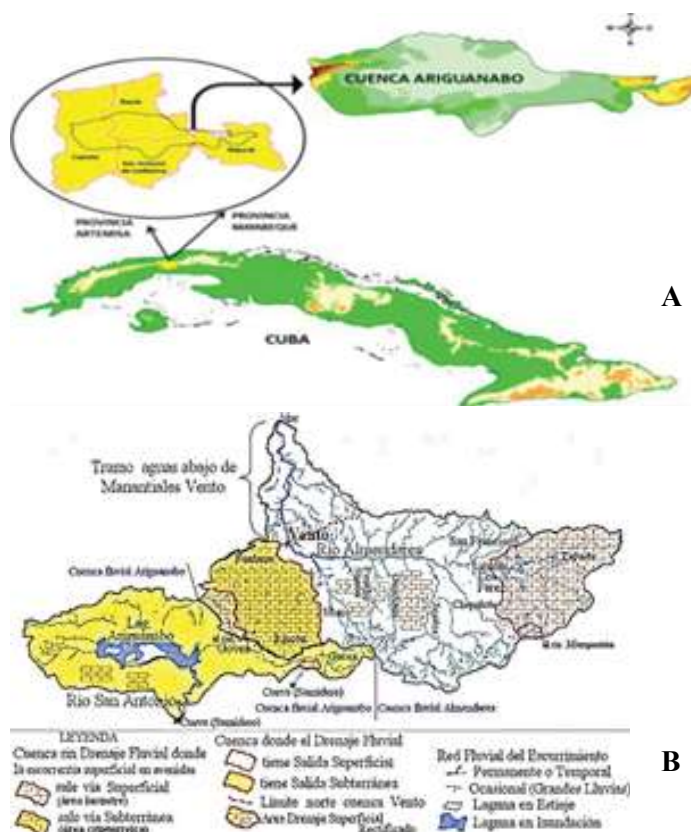


Figura 2.- Ubicación de la cuenca Ariguanabo (A) y red fluvial de Ariguanabo y Almendares-Vento (B). (Tomado de: Miravet y col., 2016 e Internet).

Esta cuenca tiene una extensión superficial de 192.18 km², de los cuales 82 km² contribuyen a la alimentación de los recursos hídricos subterráneos, siendo el volumen anual promedio de extracción, alrededor de 100 millones de m³ de agua.

El desarrollo de la red fluvial es pobre, solo representada por los ríos Ariguanabo y Govea y una serie de cañadas asociadas a las Alturas de Bejucal.

La contaminación de sus aguas está dada por el vertimiento de residuales líquidos y sólidos de origen urbano, agropecuario y en menor medidas industrial (Miravet y col, 2016), con 22 fuentes contaminantes principales, las que disponen a los cuerpos receptores unas 5 ton de DBO5/día, que representa una población equivalente de 112 380 habitantes (125 % de su población total). Los mencionados autores identificaron 88 focos contaminantes (66 son asentamientos poblacionales, 14 asociados a los centros de cría porcina y ocho son centros de producción y servicio).

En el territorio de la cuenca se localizan centros industriales como la Textilera Ariguanabo, la Pasteurizadora Balkán, la Fábrica de Carburo y Acetileno, la Empresa de Canteras Habana, Cítrico Ceiba, Tabacalera Lázaro Peña, Pecuaria Niña Bonita y Los Naranjos, el Matadero de Aves de San Antonio de los Baños, centros porcinos, centros de investigación científica, la Universidad de Ciencias Informáticas, los Institutos del Tabaco, el Arroz y el de Pasto y Forraje, el hotel Las Yagrumas y la Escuela Internacional de Cine y Televisión (EcuRed, 2019).

Cisternas para la colecta de agua

Las cisternas, según Gromicko (s.f.) son tanques de almacenamiento de agua que deben ser mantenidos e inspeccionados, especialmente si suministran agua potable, aunque también ese recurso puede ser utilizado con fines de irrigación, lavados de automóviles y extinción de incendios. Pueden ser ubicadas a nivel del piso, en plataformas elevadas o bajo tierra, tanto a la intemperie como adentro de las instalaciones y construidas lo más fuerte posible, con materiales resistentes que soporten un inmenso peso de agua (Figura 3).



Figura 3.- Cisterna elevada (A) y soterrada (B). Construcción (C). (Fotos extraídas de Internet).

Algunos materiales comunes utilizados incluyen: hormigón armado, metal, fibra de vidrio y madera (Figura 4).

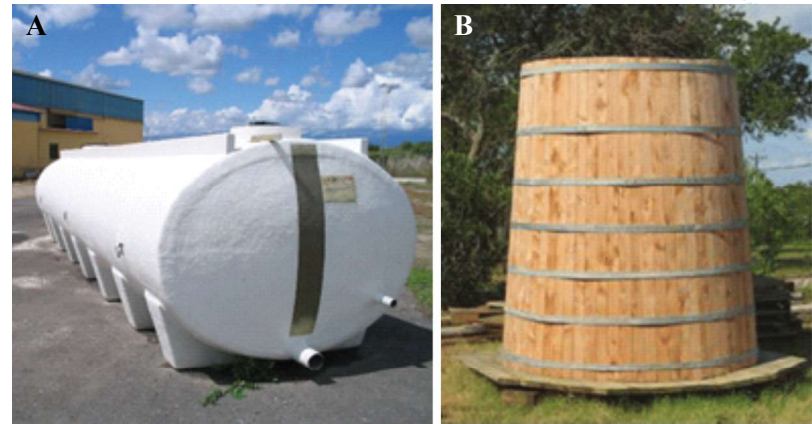


Figura 4.- Cisterna de fibra de vidrio (A) y madera (B). (Fotos extraídas de Internet).

Las cisternas, junto con sus componentes y accesorios, deberían recibir inspecciones regulares, con mayor atención a la detección de pérdidas, que pueden permitir el escape de agua o el ingreso de contaminantes al tanque. También los desagües y drenajes (para garantizar que no haya pérdidas ni obstrucciones), cañería de escorrentía/desborde (para verificar que el exceso drene sin erosionar), accesorios diversos (desviadores de agua de lluvia, manguera desviadora, elementos de vinculación o canaleta adicional) y drenajes de cisternas (que no estén interconectados con las líneas de aguas residuales ni de alcantarillas, ya que provocan contaminación por reflujos).

Antes de usar una cisterna, debería limpiarse y desinfectarse, continuando la limpieza cada cinco años; se deben ajustar las tapas de acceso a la misma y reparar las pérdidas con selladores tan pronto como aparezcan.

Materiales y Métodos

Muestreos y análisis realizados al agua de aducción a la cisterna de abasto al CIM

La muestra compuesta de agua fue colectada en el punto de aducción a la cisterna por los especialistas del Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH) de la Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae)

(Figura 5). Para la recolección de las mismas, que se efectuó con una periodicidad cada tres horas, se utilizaron botellas plásticas que fueron conservadas en frío hasta su posterior análisis.



Figura 5.- Punto donde se colectó la muestra de agua, (Foto de la autora).

En la Tabla 1 se muestran los análisis físicos y químicos efectuados y los métodos empleados. El pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, salinidad, sólidos disueltos y oxígeno disuelto fueron medidos in situ con un medidor multiparamétrico Hanna y los restantes análisis se realizaron según los métodos descritos en el APHA (2012).

Resultados y Discusión

Según los datos expuestos en la Tabla 1, las variables físicas del agua de aducción a la cisterna que provienen de la cuenca Ariguanabo, mantuvieron el siguiente comportamiento: la temperatura promedió 25 °C, la conductividad eléctrica 770 $\mu\text{s}/\text{cm}$, la turbiedad 0.1 UNT, la salinidad 0.5 ups y los sólidos disueltos totales 462 mg/L.

La turbiedad se presentó por debajo de lo estipulado por la norma cubana de agua potable [NC 827:2012 (2012)], de gran importancia para esta instalación productiva, con un valor de 0,1 UNT, así como los sólidos

Tabla 1.- Análisis físicos y químicos efectuados a las aguas de aducción a la cisterna.

	Análisis	Método
Físicos	pH (U)	Electrométrico
	Temperatura-T (°C)	Electrométrico
	Conductividad Eléctrica-CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Electrométrico
	Turbidez (UNT)	Electrodo específico
	Salinidad (UPS)	Electrodo específico
	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Electrodo específico
Químicos	Oxígeno Disuelto-OD (mg/L)	Electrodo selectivo
	Demanda Química de Oxígeno-DQO (mg/L)	Reflujo cerrado colorimetría
	Alcalinidad (mg/L CaCO_3)	Empleo de indicadores
	Dureza (mg/L CaCO_3)	Empleo de EDTA e indicadores
	Nitritos- NO_2^- (mg/L)	Reacción de Griess
	Nitratos- NO_3^- (mg/L)	Reducción con hidracina
	Amonio- NH_4^+ (mg/L)	Nessler
	Fosfato- PO_4^{3-} (mg/L)	Azul de molibdeno
Microbiológicos	Coliformes totales-CT (NMP/100 mL)	Tubos múltiples de ensayo.
	Coliformes fecales-CF (NMP/100 mL)	Tubos múltiples de ensayo.

Tabla 2.- Parámetros físicos de caracterización hallados en el agua de aducción a la cisterna.

Aspecto	Olor	Temperatura (°C)	Conductividad Eléctrica (µs/cm)	Turbiedad (UNT)	Sanidad (UPS)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)
Claro	Aceptable	25	770	0.1	0.5	462

dos disueltos totales que reportó 462 mg/L, por debajo del límite máximo admisible (LMA) de 1 000 mg/L, límite que coincide con los reportados por otras normas internacionales como es el caso de las Normas Ambientales de República Dominicana (SEMARN, 2001), las Normas Oficiales Mexicana NOM-1998; de Perú DIGESA y de Brasil 1990 (Mella, 2012). La salinidad, prácticamente despreciable (0.5 UPS), denota el bajo predominio de los iones sulfatos, cloruros, potasio, sodio o bicarbonatos (HCO_3^-), responsables máximos por la salinidad de las aguas interiores sin influencia marina.

bonatos de calcio (CaHCO_3)₂ y magnesio (MgHCO_3)₂ solubles en el agua, reacción en la que se elimina el dióxido de carbono (CO_2) y se precipitan los carbonatos por ejemplo de calcio que son insolubles, y que con posterioridad se depositan sobre las superficies de tuberías y calderas.

Si la dureza disminuye a concentraciones menores de 100 mg/L, pueden producirse corrosiones en las tuberías de agua. Este fenómeno conlleva a la aparición de ciertos metales pesados como el cobre (Cu), zinc (Zn), plomo (Pb) y cadmio (Cd) en el agua potable, siendo

Tabla 3.- Parámetros químicos de caracterización hallados en el agua de aducción a la cisterna.

pH (u)	OD (mg/L)	AT (mg/L)	DT (mg/L)	D Ca ²⁺ (mg/L)	D Mg ²⁺ (mg/L)	DQO (mg/L)	CIT (mg/L)	CO ² (mg/L)
7.5	5.6	255	200	100	100	30	22.4	0.61

Referido a los análisis químicos (Tabla 3), se revela que el pH fue aproximadamente neutro, de 7.5; el oxígeno disuelto de 5.6 mg/L, característico de un agua no contaminada por materia orgánica; la alcalinidad total y dureza total de 255 mg/L y 200 mg/L como carbonato de calcio (CaCO_3) respectivamente, ambas en correspondencia con las características de las aguas cubanas, con índices de dureza entre 150 y 300 mg/L como carbonato de calcio, para otorgarse la condición de aguas duras.

Según la relación existente entre ambas concentraciones, se deduce que prácticamente toda la dureza del agua es de tipo carbonatada, aspecto que es de suma importancia conocer, porque se pueden provocar afectaciones por incrustaciones en los diferentes sistemas de distribución, así como tubos de agua caliente, calentadores y calderas debido a la presencia de aguas con cierto grado de dureza (200 mg/L o más), dependiendo además de la interacción con otros factores, como el pH y la alcalinidad.

Vale recordar que las incrustaciones se producen generalmente por la descomposición térmica de los bicar-

el grado de corrosión y solubilización de los metales dependientes del pH, la alcalinidad y de la concentración de oxígeno disuelto.

Los valores de alcalinidad y dureza están reportados en mg/L de CaCO_3

Debido a la necesidad de caracterizar el potencial corrosivo de un agua determinada, se han desarrollado varios índices, y uno muy difundido es el Índice de Langelir, que es una función de la temperatura, el total de sólidos inorgánicos, la dureza alcalina y pH del agua de alimentación. Este índice en los estudios realizados al agua de aducción al CIM resultó de 0.11 infiriéndole al agua de la cisterna la condición de incrustante.

La problemática de la ingestión de aguas duras es muy discutida a nivel mundial y las conclusiones al respecto varían de unos estudios a otros. Hay investigaciones que denotan que el consumo prolongado de aguas que tienen concentraciones mayores a 120 mg/L de CaCO_3 , presenta un factor de riesgo en la formación de cálculos en las vías urinarias, otros señalan la apa-

rición de simples asperezas en la piel, endurecimiento del cabello, ataques cardiacos, anomalías del sistema nervioso y varios tipos de cáncer (Rodríguez, 2010).

Según OMS (2011) en algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/L, aunque la aceptabilidad por parte de la población del grado de dureza del agua puede variar considerablemente de una comunidad a otra; no obstante a lo planteado, no se proponen datos de referencia para este parámetro.

La demanda química de oxígeno (DQO) de 30 mg/L no se considera adecuada, al tratarse de un agua para consumo de la unidad productiva, entre otros.

A pesar de no estar descrita en las normas cubanas como uno de los tenores obligatorios a cumplimentar para estimar la condición de agua potable, ni en los estándares de la OMS, se ha valorado compararla con resultados expuestos en otras investigaciones, como es el caso de Rosabal-Carbonell (2012) que describe el agua de la potabilizadora de Santa Isabel (provincia Granma, Cuba) como de buena calidad, con una demanda química de oxígeno de 10.5 mg/L, tres veces inferior a la aquí hallada.

El carbono inorgánico total (CIT) fue de 22 mg/L, parámetro útil para la caracterización de una muestra de agua y que refleja la concentración total de dióxido de carbono disuelto, en este caso de 0.61 mg/L, carbonatos (CO_3^{2-}) y bicarbonatos en el agua.

El amonio ionizado (NH_4^+), con un valor de 6.9 mg/L (Tabla 4), no presupone un problema para la salud, ya que uno de los cuidados fundamentales que se debe tener en consideración con este ion, es su conversión a amonio no ionizado (NH_3) que es la forma tóxica predominante en las aguas y esto ocurre con mayor frecuencia cuando el pH es elevado, por encima de 8 (Hargreaves y Tucker, 2004) situación que no sucedió con las aguas de aducción a la cisterna, con un pH de 7.1.

Las concentraciones medidas del ion amonio, nitritos (NO_2^- de 0.01 mg/L) y nitratos (NO_3^- de 1.89 mg/L) no superaron los criterios de calidad del agua natural

Tabla 4.- Iones nitrogenados y fosfatados hallados en el agua de aducción a la cisterna.

NH_4^+ (mg/L)	NO_2^- (mg/L)	NO_3^- (mg/L)	PO_4^{3-} (mg/L)
6.9	0.01	189	0.016

para su uso como agua potable establecidos por la NC 827:2012 (2012) y los estándares de la OMS (2011) en su Cuarta Edición.

Según la OMS (2011), los valores de referencia tanto del nitrito como el nitrato son de 3 y 50 mg/L respectivamente, muy por encima de los aquí hallados, siendo el principal riesgo para la salud de ambos iones la metahemoglobinemia, también llamada “síndrome del recién nacido cianótico”. Asimismo la evidencia actual sugiere que la exposición al nitrato en el agua potable puede trastornar la función de la glándula tiroidea humana, sufriendo el individuo alteraciones de las concentraciones y funciones de la hormona tiroidea.

Larios (2009) destaca que el nitrato, en aguas superficiales y subterráneas puede variar desde prácticamente cero hasta más de 200 mg/l, según las condiciones geoquímicas de la zona y la evacuación de desechos animales, humanos y de la agricultura.

Esta variación se puede evidenciar con la evaluación efectuada a 92 poblaciones en Turquía, apreciándose 12 estaciones de consumo público con más de 50 mg/L y dos de ellas con 300 mg/L; en Marruecos, 54 aguas de consumo público presentaron más de 50 mg/L y un valor máximo de 246.90 mg/L de las 78 poblaciones que fueron sometidas a estudio y en la comunidad de Valencia en España se hallaron tres municipios de 451 poblaciones estudiadas con más de 100 mg/L y 21 con 50-100 mg/L, presentándose en la gran mayoría del área estudiada, concentraciones por debajo de 25 mg/L, por citar algunos ejemplos (Vitoria y col., 2015).

El hecho de las bajas concentraciones de nitrato de conjunto con el ion amoníaco encontrados en estos estudios es de suma importancia, porque ellos representan las principales fuentes de nitrógeno para los productores primarios, que no deben estar presente en

este tipo de agua.

El ion fosfato (PO_4^{3-}) se presentó con una concentración de 0.016 mg/L, valor que no representa peligro alguno para los diferentes usos que tienen las aguas en una instalación productiva. Si se comparan los resultados encontrados producto de los análisis físico-químicos realizados a las aguas de aducción a la cisterna, con lo que establece la NC 827:2012 (2012) se deduce que ninguno de ellos sobrepasa lo estipulado en dichas normas y, muy por el contrario, resultaron notablemente inferiores (Tabla 5).

Tabla 5.- Análisis físico-químicos realizados al agua de aducción a la cisterna del CIM en correspondencia con los LMA expuestos en la NC 827:2012 (2012).

Indicador	Resultado hallado en este estudio	LMA
Olor	Inodora	Inodora
Turbiedad (UNT)	01	5
Sólidos disueltos totales (mg/L)	462	1 000
pH (u)	7.1	6.5 a 8.5
D T (mg/L CaCO_3)	200	400
NO_2^- (mg/L)	0.01	0.01
NO_3^- (mg/L)	1.89	45
NH_4^+ (mg/L)	6.9	NVR

NVR: No valor de referencia

Conclusiones

El agua de aducción a la cisterna del CIM y que proviene de la cuenca Ariguanabo, presenta calidad buena para su uso como agua de bebida, aunque se requieren ajustes para su empleo en otras líneas de la instalación.

Recomendaciones

Realizar otros análisis de caracterización del agua de aducción a la cisterna, que amplíen más el criterio de potabilidad y buen estado del agua de la cisterna.

Referencias

APHA. 2012. American Public Health Association:

Washington, American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. New York, USA. Washington, DC, AWWA cat. No. 10085. ISBN: 9780875530130.

Rosabal-Carbonell, Y. 2012. Evaluación de la demanda química de oxígeno en aguas de la provincia de Granma, Cuba. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 8 (1): 15-20, 2012. Instituto Tecnológico de Sonora. ISSN: 1870-0667.

EcuRed. 2019. Cuenca del Río Ariguanabo, Artemisa (2019, agosto 3). EcuRed. Consultado en diciembre 22, 2021 en (<http://www.hidro.cu/cuencas.htm#ariguanabo>)

Gromicko, N. (s.f.). Cisternas. InterNACHI. (<https://www.nachi.org>, <https://www.nachi.org>)

González, H. P. 2017. Información complementaria. Centro de Inmunología Molecular – CIM. Informe Técnico.

Hargreaves, J. A y Tucker, C. S. 2004. Ammonia in Fish Ponds. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication No. 4603. USDA, CSREES. Mississippi. [ref. de 4 de septiembre, 2018]. Disponible en Web: <https://pdfs.semanticscholar.org/df61/4d0ebe5e1abd87ca20dde-f2f160c93db19c7.pdf>

Larios, O. L. 2009. Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. *Revista Archivo Médico de Camagüey*. AMC, V.13 No 2. Versión On-line ISSN 1025-0255 Camagüey

Mella, S. 2012. Estudio comparativo de normas de calidad de agua potable en distintos países de América. *Revista Digital de Ciencias – Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y de Salud*. Universidad de Belgrado, Buenos Aires, Argentina. Tomado de: <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/1215>

Miravet, S. B. L.; Alberto E. García, R. A. E.; Salinas, C. E. 2016. Carga contaminante dispuesta en cuenca Ariguanabo, provincia Artemisa, Cuba. *Revista Cubana de Ingeniería*. Vol. VII, No. 2, mayo - agosto, pp. 55 - 63, ISSN 2223-1781. Cuba.

NC 827:2012. 2012. Agua Potable — Requisitos Sanitarios. Norma Cubana Obligatoria. ICS: 13.060.20. 12 pp. La Habana. Cuba.

OMS. 2011. Guías para la calidad del agua de con-

sumo humano. Cuarta Edición que incorpora la Primera Adenda. Organización Mundial de la Salud. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-4- 354995-8. Ginebra.

Rodríguez, S. A. 2010. La dureza del agua. Tesis de Especialización y Maestría en Ingeniería Ambiental. Facultad Regional Bahía Blanca. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. [ref. de 29 de junio, 2017]. Disponible en Web: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf.
SEMARN. 2001. Norma de calidad del agua y control de descargas. Normas sobre la Calidad del Agua.

Ver 1.0. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo. República Dominicana

Vitoria, I., Francisco; Maraver, F.; Sánchez-Valverde, F. y Armijo, F. 2015. Contenido en nitratos de aguas de consumo público españolas. Gac. Sanit. Vol. 29 No 3. Versión impresa ISSN 0213-9111. Barcelona.

Orcid de Teresita de J. Romero López: <https://orcid.org/0000-0001-9572-8333>



“Nuestra salud depende completamente de la vitalidad de nuestras especies compañeras en la tierra”

Harrison Ford



OCEANS 2022 Chennai, February 21-24

INSPIRE - INNOVATE - SUSTAIN



The event for global maritime professionals to learn, innovate, and lead in the protection and utilization of the world's largest natural resource - our Oceans.

Implementación de plaguicidas a base de fuentes no convencionales

Gabriela Beatriz Cox Matus¹, Isaac David Mastachi Segura¹, Luisa Pat Reyes¹, Mauro Tello Segura²

1.- TecNM/Tecnológico de Mérida, Departamento de Ingeniería Química, Bioquímica y Ambiental.

2.- UADY/Licenciatura en Biología.

Av. Tecnológico km 4.5 S/N C.P. 97118

gah.cox.27@gmail.com

Resumen: Se realizó una investigación exhaustiva sobre los diferentes tipos de plaguicidas, así como las fuentes de origen de estos y los principales componentes en su elaboración como principios activos, con la finalidad de presentar los inconvenientes o ventajas de su uso y las consecuencias negativas en el medio ambiente, de las especies que son la diana de su efecto y la repercusión en la salud de los seres vivos, provocado por el uso prolongado del plaguicida, así mismo proponer alternativas de origen natural que sean amigables con el medio ambiente y eficaces para el control de plagas, resaltando el uso de nuevos elementos como son las acetogeninas, las cuales se presentan normalmente en frutas y en particular las frutas del género *Annona*, comunes de encontrar en territorios de climas calurosos.

Palabras clave: Plaguicidas, contaminación, sintéticos, bioplaguicidas, acetogeninas.

Implementation of pesticides based on unconventional sources

Abstract: An exhaustive investigation was carried out on the different types of pesticides, as well as their sources of origin and the main components in their preparation as active ingredients, in order to present the inconveniences or advantages of their use and the negative consequences in the environment, of the species that are the target of its effect and the repercussion on the health of living beings, caused by the prolonged use of the pesticide, as well as proposing alternatives of natural origin that are friendly to the environment and effective for the control of pests, highlighting the use of new elements such as acetogenins, which are normally present in fruits and in particular the fruits of the *Annona* genus, common to find in territories with hot climates.

Keywords: *Plaguicides, contamination, synthetic, bioplaguicides, acetogenins.*

Introducción

El término “plaguicida” se define como «cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga» (FAO, 1990, 1994). Los plaguicidas se clasifican en función de algunas de sus características principales, como la toxicidad aguda, vida media, la estructura química, y su uso, (Ramírez y Lacasaña, 2001). La contaminación

ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento, residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales y el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, (Del Puerto *et al.*, 2014). El uso incontrolado de dichos plaguicidas químicos sintéticos puede dar por sentado un grave peligro y efectos negativos. Uno de estos efectos es la existencia de residuos de

plaguicidas y sus metabolitos en el ambiente y en los alimentos. La presencia de estos residuos depende en gran medida del grado de persistencia de los plaguicidas, que es muy diverso; mientras unos se degradan con rapidez, otros precisan de amplios periodos de tiempo, (Jáquez, 2013). También se ha encontrado que los compuestos activos del plaguicida permanecerán en el área de aplicación durante un largo tiempo hasta que sean arrastrados por los elementos climáticos o se degraden, la permanencia es mayor cuanto mayor sea la frecuencia de uso y el tipo de plaguicida que se utilice, así como sus efectos. De esta resistencia se deriva el tercer tipo de contaminación, pues el plaguicida persiste y se mueve hacia otros ecosistemas, contaminando aguas y suelos (Ferrer, 2003).

Los plaguicidas presentan una toxicidad para los humanos. El efecto toxico se presenta de dos formas, la toxicidad aguda y la toxicidad crónica; El efecto tóxico agudo es el que se manifiesta a corto plazo provocando síntomas de envenenamiento e incluso la muerte, mientras que el efecto tóxico crónico no se manifiesta de manera inmediata, sino a largo plazo por el contacto repetido a pequeñas cantidades (Reyes, 2018).

Por otra parte, los bioplaguicidas son cierto tipo de pesticidas derivados de materiales naturales, tales como animales, plantas, bacterias y ciertos minerales. Al ser de origen natural, los bioplaguicidas no presentan una amenaza para el medio ambiente ni para la salud humana. Existen diversos tipos de bioplaguicidas como lo son los pesticidas microbianos, protectores incorporados a plantas y pesticidas bioquímicos como extractos, ácidos grasos o feromonas que controlan las plagas por medios no tóxicos (Ondarza, 2017). En razón a lo expuesto el objetivo de este trabajo se estableció en relación a presentar de la información pertinente acerca de los plaguicidas, sus fuentes, principios activos, la diana de su efecto y los problemas que se originan de su aplicación. Toda la información se presenta haciendo énfasis las ventajas y desventajas de los plaguicidas.

Materiales y Métodos

Se realizó una investigación bibliográfica en la cual se recolectaron artículos de diversas fuentes respecto

a los efectos dañinos que tienen el uso de algunos plaguicidas sobre el medio ambiente, las especies que lo habitan y sobre los seres humanos; así mismo sobre las alternativas que ofrecen los bioplaguicidas y la capacidad que tienen de responder a las necesidades de los agricultores con un impacto ambiental y de salud mucho menor que sus alternativas sintéticas. La información pertinente para el análisis del tema fue recopilada de artículos científicos, revistas académicas, publicaciones y libros, recabados de Scielo, Redalyc, NCBI, entre otros.

Resultados y Discusión

La situación precisa del número de especies presentes en México se desconoce, sin embargo, de acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT)-CONABIO, actualmente se han aceptado para México 10 especies del género *Annona* (Tabla 1), (Pinto *et al.*, 2005; Andrés y Andrés, 2011).

Annona muricata

En el caso de la guanábana *Annona muricata* en México, es un frutal en expansión por el creciente interés de la producción de la fruta para diferentes consumos. La superficie nacional plantada es de 6 010.5 Ha, ubicadas principalmente en los estados de Nayarit, Sinaloa, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Morelos y Veracruz, (Vidal y Nieto, 1998), ver Figura 1.

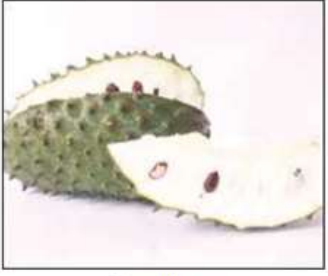
ANNONACEAE	ACETOGENINAS AISLADAS
<p><i>Annona muricata</i> (Semillas)</p>  <p>Guanábana</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Annonacina • Corossolina • Corossolona • Diepomuricanina • Gigantetrocina • Gigantetrocina A • Gigantetriocina • Muricatetrocina • Muricatetrocina A • Murisolina • Rolliniastatina 1 • Rolliniastatina2 • Solamina

Figura 1.- Acetogeninas de *Annona muricata* con actividad biológica Biopesticida (Flórez, 2010).

Tabla 1.- Especies atendidas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (Andrés, y Andrés, 2011).

El SNICS atiende cinco especies	
Annona	Concepto
<i>Annona cherimola</i>	La especie <i>Annona cherimola</i> se caracteriza por presentar gran diversidad, debido a diferentes factores, dentro de estos, las características hermafroditas de la flor y su comportamiento dicogamoprotogíneo, que promueven el cruce entre individuos o selecciones, así como la propagación por semilla que induce alto grado de variación genética (Alali, 1998).
<i>Annona diversifolia</i>	Es una especie tropical nativa de las colinas de la costa suroeste de México y Centroamérica (Pinto <i>et al.</i> , 2005). Su nombre científico hace alusión a los dos tipos de hojas que posee: obovadas pecioladas y brácteas redondeadas no pecioladas que crecen en la base de las ramas pequeñas (FAO, 1994).
<i>Annona muricata</i>	Es más conocida como guanábana. El fruto de la planta se denomina guanábano. Los principios activos de estas plantas se denominan genéricamente acetogeninas. De hecho, las acetogeninas se hallan también en otras especies de la familia botánica <i>Annoniaceae</i> (annoniáceas) <i>Annona spp.</i> , (Capulin, 2022).
<i>Annona reticulata</i>	Esta especie presenta variantes genéticas, pues existe frutos de color rojo con cáscara roja y pulpa blanca, frutos con cáscara y pulpa roja. Dependiendo del color de la cáscara existen la roja; amarilla, morada y rosada (<i>Chrysobotris sp.</i>), (Capulin, 2022).
<i>Annona squamosa</i>	Su interior es una pulpa blanca, la cual es la parte comestible, dulce y muy nutritiva repleta de semillas marrones (casi negras), muy lisas. Las hojas y las semillas son vermícidas e insecticidas. En (<i>Species Plantarum</i> , 1753) (Capulin, 2022).

Componentes

Vitamina C: La vitamina C tiene características reductoras por sus dos grupos donadores de protones (Figura 2), también es hidrosoluble y termolábil y se oxida en el aire con facilidad. Interviene en muchas reacciones metabólicas importantes.

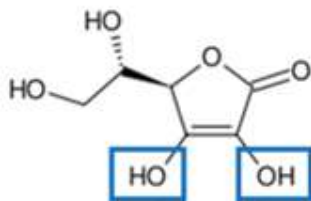


Figura 2.- Ácido ascórbico; grupos de protones (grupos OH), (Fennema, 1993).

Acetogeninas:

Las acetogeninas anonáceas (AA) son metabolitos secundarios, aislados de plantas de la familia *Annonaceae* (Alali, 1998). Estas han sido empleadas como fungicidas, bactericidas, antihelmínticos, antivirales e insecticidas contra diversos órdenes de insectos (coleópteros, hemípteros, phthy-rápteros, lepidópteros, blátidos y otros).

La acción de las acetogeninas está basada en el hecho de que son, hasta ahora, los inhibidores más potentes y específicos del Complejo I de la respiración mitocondrial (Romano, 2003). Además de su reconocido efecto antiparasitario y antitumoral, las acetogeninas son importantes por la baja tasa de resistencia que podrían generar los insectos frente a ellas (Robledo-Reyes, 2008).

En la siguiente tabla (Tabla 2.- Rupprechet, 1990) se presentan las diferentes acetogeninas y su clasificación, describiendo brevemente sus características y estructura.

Plaguicidas

Para medir la letalidad de los diferentes plaguicidas, se utiliza el concepto de Dosis Letal media (DL_{50}), la cual se refiere a la cantidad de dosis de una sustancia, radiación, o patógena necesaria para matar a la mitad de un conjunto de organismos de prueba.

En la siguiente tabla 3 se muestran las distintas clases de plaguicidas y su toxicidad.

El impacto de las plagas y enfermedades en el sector agrícola

Las enfermedades y plagas en el sector agrícola provocan diversos tipos y montos de pérdidas, de acuerdo con las plantas o productos que se obtienen de ellas, así como las causas de la enfermedad (SIAP, 2016). Los residuos y cultivos de cobertura que están sobre el suelo proporcionan numerosos hábitats para los in-

Tabla 2.- Clasificación de las acetogeninas (Rupprechet, 1990).

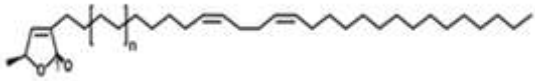
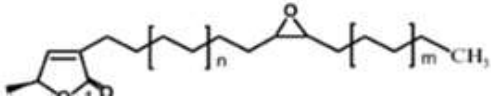
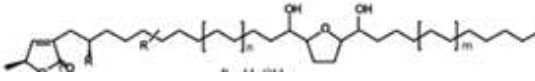
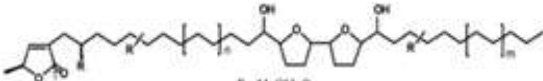
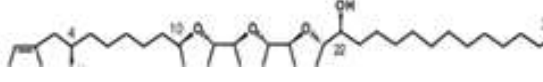
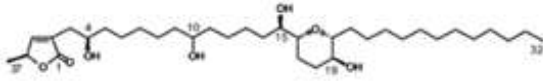
CLASIFICACIÓN DE LAS ACETOGENINAS	
Annona	Concepto
<p>Acetogeninas lineales Son precursores de las epoxiacetogeninas y acetogeninas THF. Se diferencian por el grado de insaturación e hidroxilación en la cadena alquílica, (Rupprechet, 1990).</p>	
<p>Epoxiacetogeninas Las acetogeninas, por lo general poseen uno o dos anillos THF. Cuando este anillo es reemplazado por un grupo epóxido se obtienen las epoxiacetogeninas. Este tipo estructural es considerado como el precursor de las acetogeninas, (Rieser, 1996).</p>	
<p>Acetogeninas mono-THF Se enmarcan en aquellas que poseen un solo anillo THF (Ye <i>et al.</i>, 1996); usualmente son de 35 carbonos con diferentes grados de oxidación, (Zeng <i>et al.</i>, 1998).</p>	
<p>Acetogeninas bis-THF Son compuestos que poseen 2 anillos THF, adyacentes o no adyacentes; de 35-37 carbonos, diferenciados entre sí por el grado de oxidación, tipo, número y ubicación del sustituyente de su estereoquímica, (Zeng <i>et al.</i>, 1998).</p>	
<p>Acetogeninas tri-THF Son aquellas que poseen 3 anillos THF. Hasta el momento se conoce la goniacina, aislada de <i>Goniothalamus gigentus</i>, (Ye <i>et al.</i>, 1996).</p>	
<p>Acetogeninas tetrahidropiránicas (THP) Son aquellas que poseen un anillo tetrahidropirano como sustituyente en la cadena alquílica, (Rupprechet, 1990).</p>	

Tabla 3.- Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad, (Ramírez y Lacasaña, 2001).

CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS SEGÚN SU TOXICIDAD, EXPRESADA EN DL50 (MG/KG)		
Clase	Toxicidad	Ejemplos
Clase IA	Extremadamente peligrosos	Paratión, Dieldrín
Clase IB	Altamente peligrosos	Eldrín, Diclorvos
Clase II	Moderadamente peligrosos	DDT, Clordano
Clase III	Ligeramente peligrosos	Malatión

sectos, bacterias y hongos. En los sistemas de Agricultura de Conservación ocurren más insectos y microorganismos ya que son capaces de hibernar hasta el siguiente cultivo. Con un buen manejo de los residuos es posible prevenir la ocurrencia de grandes infestaciones (SIAP, 2016).

Las plagas y enfermedades de las plantas reducen las cosechas, desmejoran la calidad del producto, limitan la disponibilidad de alimentos y materias primas (Figura 3), SIAP (2016); el impacto que esto tiene para las personas que dependen de la agricultura, es muy grande (SIAP, 2016).



Figura 3.- El impacto de las plagas y enfermedades en el sector agrícola, (SIAP, 2016).

Tratamientos

Primera evaluación.

En el caso de la guanábana, en México no se tienen plaguicidas registrados en CICOPLAFEST (Comi-

sión Intersecretarial para el Control de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas) y COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios). Sin embargo, los productores de la región de estudio utilizan diferentes insecticidas para el control del barrenador. Entre los principales están el paratión metílico, dimetoato y clorpirifos-etil. Para este estudio, se tomaron como referencia producto y dosis autorizadas para frutales tropicales, como mango y naranja. Se aplicaron los insecticidas dimetoato, malatión, clorpirifos-etil, cipermetrina y endosulfán, en dosis de 40, 150, 48, 40 y 94.5 g de i.a. en 100 L de agua, respectivamente.

Se incluyó un testigo al que sólo se le aplicó agua. Como barreras físicas, se utilizaron bolsas de plástico transparente con ocho aberturas de 1 cm de largo, aproximadamente, para evitar la acumulación de humedad y bolsas de tela de organza de 372 perforaciones por pulgada cuadrada. Las bolsas de plástico y tela se retiraron a los 49 días después de ser colocadas (Hernández *et al.*, 2006).

Segunda evaluación.

Debido a que en la primera evaluación se observaron daños al fruto por quemaduras de sol con el uso de bolsas de plástico, para esta evaluación no se consideró este tratamiento. Los tratamientos con insecticidas fueron: malatión, dimetoato, cipermetrina y clorpirifos-etil, a las mismas dosis que en la primera evaluación. También se evaluó azadiractina en dosis de 0.3 g de i.a. por L de agua. Como barrera física sólo se evaluó tela de organza. De la misma forma se tuvo un testigo al que sólo se le aplicó agua (Hernández, 2008).

Selección de frutos y aplicación de insecticidas

Primera evaluación.

Para evitar que los frutos fueran dañados por el barrenador antes de ser cubiertos con tela de organza, bolsas de plástico o ser aplicados con insecticidas, se cubrieron aquellos que medían entre 2 y 3 cm de diámetro. Para homogeneizar tamaños se eliminaron del árbol los frutos con menor y mayor tamaño del elegido. En el caso de los tratamientos con insecticidas, cuando los frutos median entre 3 y 4 cm de diámetro (9 días después del embolsado con tela), se descubrieron y al día siguiente se realizó la primera aplicación. Para identificar aquellos frutos que fueron cubiertos y tratados con insecticidas se marcaron con esmalte. Debido a la homogeneidad en el tamaño de los frutos y a que el insecto daña frutos de 7 cm o menos de diámetro (Hernández *et al.*, 2006), sólo se hicieron dos aplicaciones; la primera fue el 24 de marzo y la segunda el 8 de abril.

En este lapso los frutos alcanzaron un tamaño mayor al susceptible. Se utilizó una aspersor manual de mochila de 87 libras por pulgada cuadrada de presión y se aplicó a todo el árbol con 0.625 L. Aunque Peña y colaboradores (1984), recomiendan realizar aplicaciones de plaguicidas para el control de *B. cubensis* en atemoya entre las 15 y 16 h; las aplicaciones se realizaron alrededor de las 12 h, tiempo del Pacífico, ya que en este momento es cuando la hembra tiene mayor actividad de vuelo en busca de frutos y oviposición (Hernández *et al.*, 2006). La disección de los frutos seleccionados se realizó a los 63 y 64 días después de la primera aplicación.

Segunda evaluación.

A diferencia de la primera evaluación, donde se eliminaron frutos para homogeneizar diámetros y cubrirse con tela hasta que alcanzaran el tamaño más susceptible, en esta segunda evaluación sólo se protegieron aquellos frutos de 2.5 cm de diámetro para evaluar el tratamiento con tela de organza, el resto de los frutos, a los cuales se les aplicarían los insecticidas, se dejaron descubiertos. Debido a la heterogeneidad en el tamaño de los frutos y con el objetivo de aplicar

los insecticidas de cada tratamiento en todos aquellos frutos susceptibles, se realizó una aplicación cada 10 días, en total se realizaron tres aplicaciones. La primera aplicación se realizó el 9 de agosto cuando se observaron frutos de 3.1 cm de diámetro. El gasto de la mezcla fue de 0.635 L por árbol. La disección de los frutos se realizó a los 80 y 81 días después de la primera aplicación.

Conclusión y Recomendaciones

Las acetogeninas son sustancias orgánicas de origen vegetal que pertenecen a la clase de policétidos. Estas sustancias consisten en un esqueleto carbonoso no ramificado que contiene de 32 a 37 átomos de carbono que terminan en una estructura lactónica.

La biosíntesis de acetogeninas sigue vías metabólicas en algunos aspectos similares a las de los ácidos grasos.

Los plaguicidas han demostrado ser de gran ayuda para el control y prevención de plagas en diversos tipos de cultivos, pero tienen un gran punto negativo; su toxicidad, que afecta al medio ambiente y las especies que lo habitan, siendo esta afección un efecto secundario que causa contaminación de suelos y aguas. Una respuesta a este problema es el uso de bioplaguicidas que cumplen la misma función, controlar las plagas, pero sin el riesgo que los plaguicidas sintéticos representan. Como se ha visto a lo largo del trabajo, el uso de acetogeninas para la elaboración de un bioplaguicida presenta una opción muy confiable.

En la actualidad la producción agrícola y particularmente la sanidad vegetal, se enfocan cada vez más en estrategias de manejo basadas en las tecnologías de la información, mismas que han mostrado ser de gran utilidad para incrementar la productividad de los cultivos y aminorar la contaminación y el impacto ambiental.

Referencias

Andrés A. J. y L. Andrés H. 2011. Biología, diversidad, conservación y uso de los recursos genéticos de Annonaceae en México. Universidad Autóno-

- ma Chapingo. México. 152 p.
- Anonáceas (*Annona* spp.). En <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/anonaceas-anna-spp>. Fecha de consulta: 20/01/2022.
- Alali, F. K. 1998. *Annonaceous acetogenins* as natural pesticides: Potent toxicity against insecticide-susceptible and insecticide-resistant German cockroaches (*Dictyoptera: blattellidae*). Journal of economic entomology, 91(3), 641-649.
- Capulín (*Annona squamosa*). En <https://www.naturalista.mx/taxa/69973-Annona-squamosa>. Fecha de consulta: 20/01/2022.
- Cortes-Sarabia, J, Pérez-Moreno, J, Delgadillo M, J, Ferrera-Cerrato, R, y Ballesteros-Patrón, G. 2009. Estacionalidad y microorganismos rizosféricos de ilama (*Annona diversifolia* Saff.) en huertos naturales del trópico seco. Terra Latinoamericana, 27(1), 27-34. Recuperado en 20 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000100004&lng=es&tlng=es
- Del Puerto, R.; A. M., Suárez y D. E. Palacio. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52(3), 372-387.
- Fennema, O. 1993. Química de alimentos. Zaragoza: Acribia.
- Ferrer, A. 2003. Intoxicación por plaguicidas. In Anales del sistema sanitario de Navarra Vol. 26, pp. 155-171. Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Florez, Y. M. 2010. Trabajo de tesis: "Obtención y evaluación de extractos bioactivos presentes en semillas de *Annona muricata* de la región cafetalera". Universidad Tecnológica de Pereira-Facultad de Tecnología Química.
- Food and Agriculture Organization. 1994. Neglected Crops: 1492 from a different perspective. pp. 47-62. In: J. E. Hernando Bermejo and J. León (eds.). Plant production and protection. FAO. Rome, Italy.
- Hernández, F. L. M., N. Bautista, M., J. L. Carrillo, S., J. Cibrián, T. y M. A. Urías, L. 2006. *Bephratelloides cubensis*: Comportamiento diurno y selección de frutos en guanábana (*Annona muricata*). Pp. 696-699. In: G. E. Estrada V., J. Romero N., A. Equihua M., C. Luna L. y J. L. Rosas A. (Eds). Entomología Mexicana Vol. 5. Sociedad Mexicana de Entomología A. C. Texcoco, México.
- Hernández-Fuentes, L.M., Bautista-Martínez, N., Carrillo-Sánchez, J.L., Sánchez Arroyo, H., Urías-López, M.A., y Salas Araiza, M.D. 2008. Control del barrenador de las semillas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (*Hymenoptera: Eurytomidae*) en guanábana, *Annona muricata* L. (*Annonales: Annonaceae*). Acta zoológica mexicana, 24(1), 199-206. Recuperado en 20 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372008000100010&lng=es&tlng=es.
- Jáquez-Matas, S. V. 2013. Comportamiento de plaguicidas persistentes en el medio ambiente. En <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/16959> Fecha de consulta: 25/11/2021
- FAO. 1994. Código Internacional De Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Peña, J. E., H. Glenn, & R. M. Baranowski. 1984. Important insect pest of *Annona* spp. in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 97:337-340.
- Ondarza, M. A. 2017. Biopesticidas: tipos y aplicaciones en el control de plagas agrícolas. Agroproductividad, 10(3), 31-367.
- Pinto, A. C. de Q., M. C. R. Cordeiro, S. R. M. Andrade, F. R. Ferreira, H. A. Filgueiras, R. E. Alves, and D. I. Kimpara. 2005. *Annona* species. International Centre for Underutilized Crops, University of Southampton. Southampton, UK.
- Ramírez, J y Lacasaña, Y. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor. Vol. 1 pp 12-32.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. El impacto de las plagas y enfermedades en el sector agrícola. En <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/el-impacto-de-las-plagas-y-enfermedades-en-el-sector-agricola?idiom=es> Fecha de consulta: 02/12/2021
- Reyes, C. 2018. Efectos nocivos de los plaguicidas en la salud humana. Panorama AGROPECUARIO. <https://panorama-agro.com/?p=2984>
- Rieser, M. G. 1996. Five Novel Mono-tetrahydrofuran Ring Acetogenins from the Seeds of *Annona*

- muricata*. Nat. Prod. Rep. , 59, 100-108.
- Robledo-Reyes, P. 2008. Evaluación de la toxicidad de *acetogeninas annonaceas* sobre ninfas de *Periplaneta Americana*. Boletín del Museo de entomología de la Universidad del Valle, 54-61.
- Romano, V. A. 2003. Biomimetic approach to the stereoselective synthesis of acetogenins. Pure Appl. Chem, 75(3), 259–264.
- Rupprechet, J. H. 1990. *Annonaceous acetogenins: A Review*. Department of Medicinal Chemistry and Pharmacognosy, School of Pharmacy and Pharmacal Sciences. Purdue University, West Lafayette. Indiana- Nat. Prod. Rep. 53.
- Vidal-Hernandez, L., y Nieto, A. 1998. Diagnostico técnico y comercial de guanabana en México. Primer Congreso Internacional de Annonaceas, (págs. 1-18). Universidad de Chapingo, Chapingo, México.
- Ye, Q., Zhao, G., & McLaughlin, J. L. 1996. Loncigin and Goniothalamycinone, bioactive Mono-tetra-hidrofuran Acetogenins from *Asimicina longifolia*. Nat. Prod. Rep., 85, 100-108.
- Zeng, L., McLaughlin, J. L., & Johnson, H. A. 1998. Muricoreacin and murihexocin, MTF acetogenin from the leaves of *Annona muricata*. Nat. Prod. Rep., 14, 275-306.

XV Convención Científica Internacional UNICA 2022

Convocada en forma híbrido del 17 al 21 de Octubre de 2022, a la que están invitados a participar manteniendo como objetivo el debate de los principales problemas y desafíos de la Educación Superior en los momentos actuales a nivel mundial, regional y específicamente para Cuba, permitiendo delinear estrategias de desarrollo y colaboración conjunta, así como posibilitar el intercambio de experiencias, conocimientos y saberes popuar en el sector académico e investigativo, desde el compromiso de la Ciencia y la Innovación Tecnológica para el desarrollo sostenible.

<http://convencion.unicacuba.com/es/default/principal>



JUE 7 / VIE 8

ABRIL
2022

CORTAZAR
GUANAJUATO
• MÉXICO •

CONVOCATORIA

CONGRESO
INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN

MULTIDISCIPLINARIO

Se invita a Cuerpos Académicos, Investigadores, Profesores y Alumnos de la Comunidad Universitaria, de Instituciones Públicas y Privadas del país y del extranjero, a participar con sus proyectos de investigación e innovación.

“ La Universidad como
Formadora de Investigadores,
Generadora de Conocimientos
e Innovación Tecnológica ”

www.congresoucec.com.mx

El Pez León (*Pterois volitans/miles*) un invasor: revisión

Estefania Chan Chimal¹, Alvaro Andrés Moreno Munar² y Gustavo Arencibia Carballo³

1.- TecNM/ Tecnológico de Mérida.

Departamento de Ingeniería Química, Bioquímica y Ambiental.

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

guadalupechanchimal@gmail.com

2.- Asociación de Pescadores del Caribe Pez León – ASOPCAPEL –

Cartagena de Indias, Barrio el Country Manzana H Lote 23 tercer piso. Urb. Los Almendros

Universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano”. Colombia.

almorenomunar@gmail.com

3.- Centro de Investigaciones Pesqueras.

Calle 246 No. 503 e./ 5ta Ave y Mar. Santa Fe. CP 19100. La Habana. Cuba

garen04@gmail.com

Resumen: Se realizó una revisión exhaustiva acerca del Pez León (*Pterois volitans/miles*) con base en la bibliografía científica disponible, donde se mencionan características como su reproducción, comportamiento, el hábitat donde normalmente tienden a adaptarse, el tipo de alimentación, así como los posibles depredadores de esta especie, de igual forma algunas estrategias donde organizaciones buscan que la coordinación, prevención, detección temprana, respuesta rápida, control, investigación, comunicación y educación sean las herramientas que se prioricen para llevar a cabo las acciones necesarias para lograr cada uno de los objetivos en cuanto al control de esta especie. Además de mencionar investigaciones relevantes, obtenidas de esta misma relacionadas con la parasitología presente en este, así como los beneficios obtenidos de las toxinas que este espécimen genera.

Palabras clave: Estrategias, Pez León, reproducción, alimentación, prevención, detección, control, *Pterois volitans/miles*, toxinas, parasitología.

*The Fish León (*Pterois volitans/miles*) an invader: review*

Abstract: An exhaustive review of the Lionfish (*Pterois volitans/miles*) was carried out based on the available scientific literature, where characteristics such as its reproduction, behavior, the habitat where it normally tends to adapt, the type of feeding, as well as the possible predators of this species are mentioned, as well as some strategies where organizations seek that coordination, prevention, early detection, rapid response, control, research, communication and education are the tools that are prioritized to carry out the necessary actions to achieve each of the objectives in terms of the control of this species. In addition to mentioning relevant research, obtained from the same related to the parasitology present in this, as well as the benefits obtained from the toxins that this specimen generates.

Keywords: Strategies, lionfish, reproduction, feeding, prevention, detection, control, *Pterois volitans/miles*, toxins, parasitology.

Introducción

A nivel mundial, el continuo intercambio de especies entre distintos hábitats, resultado de la introducción accidental o intencional de animales y plantas por parte de los seres humanos, se ha convertido en una importante amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas (Conabio, 2016; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010; Gómez *et al.*, 2013).

Desafortunadamente, existen múltiples especies que encuentran las condiciones favorables para adaptarse, reproducirse y colonizar exitosamente nuevos ambientes (Gómez-del Río, Mendoza-Cuenca y Caballero Vázquez, 2018), tal es el caso del Pez León (*Pterois Miles* y *P. Volitans*), este es responsable de las invasiones más exitosas y rápidas del Atlántico tropical, con una distribución actual que abarca desde Nueva York hasta la costa central de Brasil (Narváez y Escorcía, 2017).

El Pez León es una especie nativa de los ecosistemas de arrecifes coralinos y hábitats del Indo-Pacífico y el mar Rojo. Los primeros registros del avistamiento de Pez León en la región del Caribe se realizaron en la Florida en 1985, según un informe publicado por la Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos (ICRI, por sus siglas en inglés), (Cerón, 2017).

Esta no es una especie nativa en el océano Atlántico Occidental, el mar Caribe y en el golfo de México, sin embargo, no son un problema en sus áreas de distribución natural del Océano Índico, el sur y el oeste del océano Pacífico y en el mar Rojo. El mundo entero está todavía en espera de poder saber cuan dañino será la presencia del Pez León (no-nativo) en el Mediterráneo; se sabe que el Pez León puede vivir más de 15 años (Harrell, 2013).

Como bien se menciona el Indo-Pacífico es el área de distribución natural del Pez León, sin embargo, dos especies (*Pterois Miles* y *P. Volitans*) han invadido el Atlántico Occidental y mar Caribe, (Morris y Akins, 2009). En el primer registro para aguas cubanas, se documentó la existencia de esta especie en seis locali-

dades a lo largo del Atlántico norte y dos costas de la provincia de Santiago de Cuba. (Escobar, Leiva y Sorí León, 2015). Seis informes adicionales del Pez León desde la costa atlántica y dos en la costa caribeña de las provincias de Camagüey y Granma, fueron informados en 2007 (Schofield, 2009). Existen datos que determinan que tan solo en tres décadas ha invadido la costa este de los Estados Unidos, las islas y costas del mar Caribe. En 2009, se observó por primera vez en el Golfo de México (Whitfield *et al.*, 2002, en Quijano-Puerto., 2012). González-Gándara *et al.*, (2012) reportan la llegada del Pez León en los arrecifes Tuxpan, Tanhuijo, así como en las escolleras de la Planta Termo eléctrica Adolfo López Mateos, en el norte de Veracruz.

Las especies exóticas invasoras (EEI) pueden causar la pérdida de especies de importancia económica y amenaza la supervivencia de las especies endémicas. No obstante, en la actualidad existe una variedad de acuerdos internacionales relativos a la prevención y el manejo de las EEI (Rodríguez *et al.*, 2014). Las estrategias planteadas es una reducción en las poblaciones del Pez León a través del monitoreo, la remoción de especímenes, el fomento de su aprovechamiento, la creación de mercados, y la investigación.

El objetivo del presente trabajo es la realización de una revisión de las investigaciones realizadas, así como, informaciones relevantes de interés, en el mar Caribe sobre el Pez León (*Pterois volitans/miles*), así como exponer algunos criterios relacionados a la invasión de la especie y lo que se realiza en el Caribe colombiano.

Materiales y Métodos

En este trabajo se realizó una revisión exhaustiva de la literatura concerniente a trabajos de diversa índole que versan sobre el Pez León. Artículos científicos, publicaciones fueron consultados para poder tener la información pertinente y útil para realizar la revisión del tema.

También se realizó una revisión en la base de datos del Repositorio AquaDocs, así como la plataforma digital de La Oficina Nacional de Administración Oceánica y

Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA), en el repositorio.geotech, y en el repositorio institucional del CICY.

Así como se exponen criterios y resultados preliminares de experimentos realizados en Colombia en busca del Control y Manejo del Pez León en el Caribe colombiano:

Resultados y Discusión

La presencia de especies invasoras es cada vez más frecuente en ecosistemas terrestres y marinos de todo el mundo. En algunos casos, la proliferación de animales y plantas en lugares en los que hasta ahora no estaban presentes pasa casi desapercibida, pero en otros casos provocan problemas importantes en las especies autóctonas e incluso en las actividades y la salud de las personas (La Vanguardia, 2016).

Pterois volitans (red lionfish) y *Pterois miles* (devil firefish), ambos pertenecen a la familia de los *Scorpaenidae*, estas dos especies cuentan con morfologías similares y poco distinguibles, su talla máxima suele ser de 47 cm, con un peso de 2.0 kg, pueden llegar a vivir alrededor de 10 años, de igual forma cuentan con espinas dorsales: 13; Radios dorsales: 10-11, y espinas anales: 3; radios anales: 6-7. Con 2 espinas pélvicas y variadas espinas venenosas (CNAP, 2008). Este Pez es originario de los arrecifes coralinos del Indo-Pacífico, en los países alrededor del Triángulo de coral, en el Índico hasta el mar Rojo, habitando entre los 4 y los 120 metros de profundidad (Fordivers, 2021).

El Pez León es una especie que llegó a México según los reportes de escape del acuario de USA (Castro Pérez *et al.*, 2017). Muchas teorías han surgido sobre como arribó en nuestro país, aunque la más aceptada sugiere que en 1992 al menos seis de estos peces fueron liberados en la bahía de Biscayne (EEUU) al romperse el acuario que los contenía durante el paso del huracán Andrew (Castro Pérez *et al.*, 2017).

Es muy posible que este pez haya sido incorporado accidentalmente en las aguas del mar Mediterráneo (Harrell, 2013).

Después de este suceso de liberación de este pez, en el 2009, ya había alcanzado las islas Caimán, Cuba, Jamaica, República Dominicana, Puerto Rico, México, Honduras, Costa Rica, Haití, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Belice, Panamá y Colombia (González *et al.*, 2009; Schofield, 2009; Aguilar-Perera y Tuz-Sulub, 2010). Esta dispersión del Pez León en el Atlántico y el Caribe, se debe principalmente a sus características biológicas y a las condiciones ecológicas de su nuevo ambiente (Castro Pérez *et al.*, 2017).

El primer avistamiento en Cuba data del año 2005, cuando un buceador vio a un Pez León juvenil en aguas muy poco profundas en la costa atlántica de la isla tras el paso del huracán Katrina, pero el informe nunca fue confirmado; por lo que los primeros informes oficiales de Pez León en Cuba fueron reportados en el año 2007. En el año 2009 fue el primer registro en Colombia en el PNNT (González *et al.*, 2009), mientras en 2010 fue avistado en Venezuela y el interior del golfo de México (Schofield, 2010).

En República Dominicana, el primer reporte formal de avistamiento de Pez León fue hecho para Montecristi, el 24 de mayo de 2008 (Guerrero y Franco, 2008). En un estimado de las densidades del Pez León en el Atlántico se observó una media de 21 peces por hectárea en Carolina del Norte en el 2004, la cual se incrementó a 150 peces León por hectárea, para el 2008, con algunos lugares exhibiendo casi 350 peces león por hectárea (Morris y Whitfield, 2009).

El primer reporte de Pez León en México se hizo en las costas de Cancún y Cozumel, Quintana Roo. En enero 2009 se captura el primer ejemplar en el PN Arrecifes de Cozumel, el 20 de marzo se presentó un avistamiento en el arrecife de Cuba, Cancún e Isla Mujeres, 25 de mayo se capturaron algunos ejemplares en punta Allen, dentro de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an y en julio 2009 se capturan los primeros dos ejemplares en Banco Chinchorro (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2008).

Para el año 2010 se reportó la presencia de la especie al norte de la península de Yucatán (Aguilar Perera y Tuz-Sulub, 2010), pues la invasión en Arrecife Alacranes alcanzó la categoría de intermedia-avanzada, con

más de 200 capturas en menos de un año (López-Gómez *et al.*, 2012).

Para el año 2012 hubo registros de esta especie en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Santander-Monsalvo *et al.*, 2012). A partir de esta fecha se incrementó el número de avistamientos y capturas en diferentes regiones a lo largo de la costa de Quintana Roo como: Xcalax, Mahahual, Isla Contoy, Banco Chinchorro, Puerto Morelos, Playa del Carmen e Isla Mujeres (Valdez-Moreno *et al.*, 2012; Torres-Chavez, 2014; Arredondo Chávez *et al.*, 2012). En la actualidad, se pueden observar las poblaciones de Pez León bien establecidas por todo el Caribe mexicano (Sánchez Jiménez, 2016), ver Figura 1.

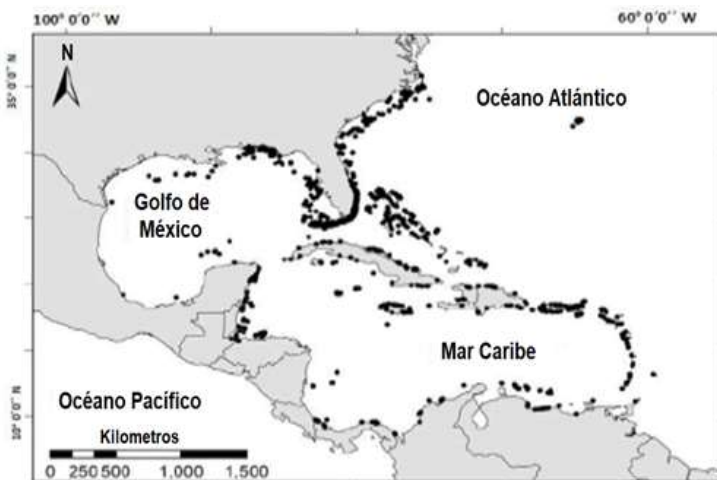


Figura 1.- Registro de la localización del Pez León en el golfo de México y mar Caribe (tomado de Reyes-Bonilla *et al.*, 2014).

Características Generales

Con el tiempo se ha logrado identificar algunas características de las especies invasoras, como su alta capacidad de adaptarse a múltiples hábitats. Para la región del Atlántico, tanto *P. volitans* como *P. miles* presentan una morfología idéntica (Hammer *et al.*, 2007), pero en su hábitat original pueden diferenciarse por caracteres merísticos, donde *P. volitans* tiene un número mayor de radios en las aletas dorsal y anal comparado con *P. miles*; tiene una alta tasa de reproducción, por lo que se vuelven muy abundantes en periodos cortos; su capacidad de dispersión es alta; cambian fácilmente de dieta, alimentándose sin pro-

blema de los recursos disponibles en el nuevo medio; tienen tolerancia a intervalos amplios de temperatura y pueden ser especies crípticas que dificultan el reconocimiento de las especies nativas (Conabio, 2016).

Los peces león son fácilmente reconocibles por su patrón de color a rayas verticales oscuras que van del marrón al negro mezcladas con otras más claras o blancas. Pero lo que llama la atención de este pez, más que su colorido, son sus aletas, tanto la anal como la caudal, pectorales y dorsales, muy largas y cargadas con espinas venenosas (Fordivers, 2021). Esta especie se ha encontrado en profundidades de agua de 1 a 300 pies en fondo duro, manglares, pastos marinos, corales y arrecifes artificiales (como naufragios), (NOAA, 2017).

En cuanto a su comportamiento, hablamos de peces de hábitos nocturnos que suelen cazar a sus presas cuando oscurece, la verdad es que estas criaturas también permanecen activas durante el día, suelen demostrar ciertos patrones de movimientos enérgicos. Durante la noche el Pez León no nada ni agita sus aletas, al contrario, permanece inmóvil cerca de las grietas que les sirven de nido, con los rayos venenosos listos para atacar (Enciclopedia de animales, 2021). En cuanto a la reproducción, los peces león son gonocóricos (mantienen su identidad sexual durante toda la vida), tienen poco dimorfismo sexual (diferencia entre machos y hembras) y esta diferencia solo es apreciable en la época reproductiva. Su reproducción es sexual y utilizan un ritual de cortejo previo a la reproducción. El macho es territorial, lo que significa que se queda cercano a un área específica donde viven y se aparean (Fishelson, 1975).

En el proceso de cortejo la hembra libera dos masas de huevos de cada ovario desova de 2,000 a 15,000 óvulos que el macho fecunda, los huevos y los embriones tardíos son envueltos en un mucus adhesivo que se desintegra en algunos días, después de los cuales, los embriones y las larvas quedan a merced de las corrientes. Para los científicos son desconocidas las estaciones del año en las que se reproduce la especie en su hábitat nativo (Acuario Nacional de Cuba, La Habana, 2016). En su ambiente nativo, el cortejo ocurre después del anochecer y puede extenderse hasta

altas horas de la noche (Fishelson, 1975). Según Morris (2009), la hembra del Pez León es madura sexualmente a los 17.8 cm, mientras que el macho alcanza la primera madurez a los 10.2 cm (D'Alessandro, 2016). Esta especie es un pez un carnívoro que depreda con mayor rapidez a los peces que algunos de los depredadores locales, consume presas más grandes en proporción a su tamaño y tiene una alta capacidad para adaptarse a consumir nuevas presas (Morris, 2013). De acuerdo a los contenidos de estómagos estudiados en esta especie (Fishelson, 1997), los estómagos del Pez León (Figura 2) pueden ampliar su volumen hasta 30 veces y consumir alrededor de 8.5 g de alimento al día.



Figura 2.- Anatomía interna del Pez León: 1) Vejiga Natatoria, 2) Músculos de la vejiga natatoria, 3) Hígado, 4) Estómago, 5) Gónada, 6) Vejiga urinaria, 7) Tejido intersticial, 8) Intestino (Green *et al.*, 2012).

Uno de los comportamientos estratégicos en su área de distribución original (Indo-Pacífico) es su estrategia de caza, la cual es casi única entre todos los peces depredadores que habitan el área de invasión del Caribe (Morris, 2012). Además, este organismo utiliza una técnica muy particular, que consiste en lanzar chorros de agua para encaminar a la presa hacia su boca, antes de lanzar un ataque letal generalmente tragando a la presa entera (Albins y Lyons, 2012). Las espinas de esta especie producen una picadura venenosa que puede durar días y causar dolor extremo, sudoración,

dificultad respiratoria e incluso parálisis. Las toxinas de este pez están situadas en las espinas de sus aletas (principalmente en la dorsal) como método de defensa ante depredadores, las glándulas venenosas del Pez León se encuentran dentro de dos surcos de la columna vertebral.

El veneno es una combinación de proteína, una toxina neuromuscular y un neurotransmisor llamado acetilcolina, Su veneno no es mortal para los seres humanos, salvo para aquellos que sean alérgicos a sus toxinas. La picadura de este pez puede ser tratada y la sintomatología suele desaparecer en 48 - 62 horas, con tratamiento médico (NOAA, 2017).

El primer reporte sobre un depredador natural del Pez León fue de canibalismo en *P volitans*. El género *Pferois sp.* es altamente venenoso lo que disminuye enormemente la posibilidad de encontrar depredadores naturales que los prefieran en su dieta, el pez corneta del Pacífico (*Fistularia commersonii*) es un depredador potencial del Pez León, aunque los grandes meros (cherna, guasa, aguají) de la familia *Serranidae* han sido indicados como potenciales depredadores, sin embargo, esta información no proporciona ninguna evaluación de la frecuencia con que ellos consumen a esta presa, además, los estudios conductuales realizados en laboratorios sugieren que los meros evitan activamente a los peces león e incluso durante períodos de hambre extrema, realmente aún se necesita más información para comprender la interacción entre los peces león y los depredadores nativos (Acuario Nacional de Cuba, 2016).

Dado que la invasión del Pez León no solamente afecta a un país, sino que ha penetrado en varios países del Gran Caribe incluyendo a los países del Sistema Arrecifal Mesoamericano (México, Belice, Guatemala, y Honduras), y con el objeto de sumar a los esfuerzos anteriores, representantes de los países que comparten la región, del Sistema Arrecifal Mesoamericano –SAM- se reunieron para iniciar el desarrollo de una estrategia para el control del Pez León, la estrategia para el SAM incluye una serie de acciones orientadas a la coordinación interinstitucional a nivel regional, nacional y local, que pretenden cohesionar aquellos programas que se orienten al control y manejo de la

especie. Las acciones propuestas están dirigidas orientadas a: investigación, manejo, control, normativa y regulaciones y políticas de carácter nacional que apoyen en las situaciones de acciones de emergencia, en relación a las EEI, no obstante, en la actualidad existe una variedad de acuerdos internacionales relativos a la prevención y el manejo estas (Rodríguez *et al.*, 2014).

Las acciones de manejo a nivel nacional

Rodríguez y colaboradores (2014), afirman que cada uno de los países en la región del Arrecife Mesoamericano ha iniciado acciones gubernamentales en asociación con otros actores y sectores para que a nivel nacional y local se implementen esfuerzos para controlar y manejar esta especie invasora. Algunas de estas acciones, que fortalecen la Estrategia Regional son las siguientes:

México: Por los primeros avistamientos del espécimen, se propició un primer taller para la elaboración del Plan de Acción de Alerta Temprana en junio de 2009 para conocer el problema, homologar mensajes, técnicas de captura y monitoreo, capacitar al público en general (en especial a pescadores) y elaborar un plan de acción. Actualmente, se está trabajando en decretar a esta especie como plaga para poder acceder a mayores recursos para su investigación, control y manejo.

Belice: El primer avistamiento fue localizado en Turneffe en el año 2008, en el año 2009 se formó un sub comité para iniciar con un plan de respuesta a la amenaza en el año 2009, para finalizarlo en el año 2012. A partir de allí, al igual que en el resto de países del Arrecife Mesoamericano, se desarrollan tareas de divulgación, difusión de información, intercambios entre pescadores, torneos para la caza del Pez León, estudios científicos y materiales informativos.

Guatemala: Los primeros reportes para Guatemala se dieron en el 2010-2011 en Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, en los arrecifes de cabo Tres Puntas y Motaguilla. Actualmente existe un trabajo coordinado entre la DIPESCA y CONAP para promover un plan de acción conjunta para control de Pez León. Se han desarrollado alianzas de trabajo con la

Fundación Mundo Azul y la Iniciativa Arrecifes Saludables – Guatemala, junto a escuelas de buceo y pescadores locales para el desarrollo de torneos de extracción.

Honduras: Los primeros registros de su presencia se dieron en punta Gorda Roatán, en el año de 2009. Se sostuvo la primera reunión en Tegucigalpa con actores de Islas de la Bahía, personal directivo, legal y técnico de DIGEPESCA para discutir el borrador de un decreto que permitió controlar las poblaciones de Pez León. Cuando el decreto fue aprobado, se brindaron licencias y capacitaciones breves de cómo capturar peces león por medio de “hawaiian slings”, las cuales se limitaron a buceadores con experiencia. Asimismo, se integró al Pez León dentro de la lista de mariscos que son una “buena opción” para consumir, en el marco del Programa de Mariscos Sostenibles y Restaurantes Responsables.

El Pez León ya ha invadido todas las zonas costeras del Gran Caribe (Figura 3), el golfo de México y el sureste de Estados Unidos, donde sólo las aguas más frías (<10 0C) parecen frenar su expansión (Gómez Lozano *et al.*, 2013).

Las Estrategias de control se pondrán en práctica con la colaboración de los gobiernos y otros sectores interesados en ejecutar varias de las acciones propuestas. Los cinco objetivos que forman la base de esta estrategia según Gómez Lozano y colaboradores (2013) son:

I) Facilitar la colaboración entre los gobiernos, las industrias que dependen de los arrecifes, la sociedad civil y el sector de la investigación científica, ofreciendo mecanismos para la coordinación de esfuerzos más allá de las fronteras políticas y geográficas.

II) Fomentar un esfuerzo coordinado de investigación y monitoreo.

III) Alentar a los gobiernos a examinar y modificar la legislación correspondiente y, si fuera necesario, elaborar nuevos reglamentos y normas para el control del Pez León.





Figura 3.- Mapa que indica la distribución original de *Pterois volitans* (en verde) y *P. miles* (en azul), adaptado de Schultz (1986) y Randall (2005). La estrella que aparece en el Mediterráneo indica la migración *Lessepsiana* de *P. miles* por el Canal de Suez (Golani y Sonin, 1992). Las zonas coloreadas en rojo indican la distribución de la invasión de *P. volitans* y *P. miles* en las Américas (tomado de Schofield *et al.*, 2012). La posible distribución futura del Pez León a lo largo de las costas de América del Sur aparece en trama roja (tomado de Morris y Whitfield, 2009).

IV) Controlar las poblaciones del Pez León invasor donde sea posible utilizando métodos eficaces y coordinados de ámbito regional.

V) Proveer mecanismos de educación, información y divulgación para fomentar el apoyo público y fomentar la corresponsabilidad en los programas de control del Pez León.

Estrategias para el aprovechamiento de esta EEI

El Pez León es aprovechado de varias formas en distintos sectores. El principal beneficio que puede aportar es como fuente de alimento, las comunidades pesqueras y los pescadores privados o de subsistencia están aprovechando así este recurso. Incluso, se comercializa en el mercado informal, de igual forma se da uso de ello en los restaurantes particulares (palada-

res en Cuba), (CNAP, 2018).

Los cubanos encontraron una salida creativa para solucionar el problema: comerse al invasor, y de acuerdo a los reportes de esta práctica se menciona la carne del Pez León es deliciosa, por esa razón se inició una campaña en Cuba para incrementar su captura, llevarlo a la mesa y hacerlo parte del menú, en las zonas costeras su número ha disminuido rápidamente (Palacios, 2016).

En Japón ya se consume la carne del Pez León hace mucho tiempo y ahora se está introduciendo en Cuba como ingrediente para preparar sushi. Pero no solo se está aprovechando su carne según mencionan algunos reportes (Palacios, 2016).

En otros países del área del Caribe como México, Cuba, islas Caimán, Panamá, República Dominicana

y Puerto Rico se está incentivando su consumo y ya en algunos restaurantes se comercializa como un plato selecto (Medio Ambiente pide a dominicanos consumir Pez León para su erradicación, 2011), e incluso se realizan festivales gastronómicos para su consumo (Figura 4).



Figura 4.- Festivales gastronómicos del Pez León, (Gómez Lozano *et al.*, 2013).

El Pez León cuenta con cualidades gastronómicas muy interesantes, ya que su carne es muy blanca y un gusto yodado, se sabe este no es un sabor muy común, por lo que le hacer ser un producto muy peculiar y único. A sabiendas de estas características, surge la iniciativa de ser un platillo en las cartas de variados restaurantes, por lo que serviría para controlar la expansión de esta especie, contribuyendo también a ser una fuente de ingreso a los pescadores locales. Existen otras iniciativas que se han ido extendiendo a varias localidades del Caribe colombiano, entre las cuales se encuentra la organización de los festivales de pesca sobre la especie invasora.

En República Dominicana se han realizado degustaciones de platos hechos a base de Pez León, se ha organizado con la finalidad de exhortar al consumo de esta especie con la que se pueden preparar sabrosas recetas. Durante el encuentro los presentes degustaron de un variado menú entre los que se destacaron: Mousse de Pez León con salsa de mandarina y Pez León pochado en consomé de Chardonnay. También, Pez León al vapor con escabeche de pulpo y ensalada de rúcula, Pez León y vinagreta de balsámico y fresa,

y con el objetivo de continuar innovando en su oferta gastronómica, el restaurante Travesías se une a los esfuerzos de Reef Check de promover el consumo del Pez León, para crear el festival “Cómete un León en Travesías”. Cómete un León, es una campaña que por varios años ha desarrollado Reef Check Dominican Republic” (Medio Ambiente pide a dominicanos consumir Pez León para su erradicación, 2011).

De igual manera, pescadores y chefs de cocina de Islas Caimán encontraron una alternativa para controlar la invasión de peces León llegados al archipiélago: capturarlos y elaborar con ellos platos exóticos. Actualmente, se vende un libro de cocina, elaborado por los 10 mejores chefs de Islas Caimán, con las recetas para prepararlo (Salud y desastres, 2011).

Por otra parte, para conmemorar los 10 años del primer registro del Pez León, las tres cooperativas pesqueras: Pescadores del Banco Chinchorro, Andrés Quintana Roo y Langosteros del Caribe celebraron el festival del Pez León. Con el apoyo del Programa de Pequeñas Donaciones del PNUD y de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro los pescadores y sus familias llevaron a cabo un concurso de pesca de seis días (Pez León, a una década de su llegada al golfo de México, 2019).

En el marco del festival, se llevó a cabo una muestra gastronómica de Pez León, cocinadas de forma sencilla y se explicó al público las recetas para fomentar el autoconsumo, con platillos como chicharrón de Pez León, empanadas, aguachile, entomatado, empapelado y minilla, mostró a las familias presentes lo rico que puede ser este platillo, y como se puede consumir de forma cotidiana, también para el aniversario 19 del Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, hubo degustaciones para el público, y la presentación de artesanías fabricadas con el Pez León (Pez León, a una década de su llegada al golfo de México, 2019).

En Cuba se presentó un proyecto titulado “Estudio preliminar de la presencia del Pez León (*Teleostei: Scorpaenidae: Pterois sp.*) en Cuba”, donde se ha demostrado que la pesca de subsistencia ha sido capaz de disminuir significativamente las densidades de esta especie. Aunque también existen otras formas de

aprovechamiento de esta especie invasora, que son empleadas fundamentalmente en otros países de la región del Caribe. Tal es el caso del empleo de las aletas, la cola y hasta el ejemplar entero disecado para elaborar productos de artesanía. Ejemplos de estos son aretes, collares y pulseras (Figura 5), así como también suvenires (CNAP, 2018).



Figura 5.- Fotos de tipos de artesanías elaboradas a partir de las aletas del Pez León (CNAP, 2018).

Estos se comercializan a altos precios, por tratarse de especies exóticas y muy llamativas, además de servir de apoyo a las campañas de protección de los ecosistemas marinos en cada país y la región.

El modelo que sigue el proyecto de artesanía con aletas de Pez León, fue recogido de experiencias que ya han sido puestas en marcha en otras zonas del Caribe como en Belice, Curaçao y Bonaire, el objetivo es que el emprendimiento de bisutería, familiarice a la población con el Pez León e impulse una extracción voluntaria mayor de esta especie para distintos fines (Carrere, 2018).

Cabe mencionar que también en Cuba se desarrollan investigaciones dirigidas particularmente al uso del veneno del Pez León con fines medicinales, específicamente en la lucha contra el cáncer, por sus posibles propiedades antitumorales (Manso *et al.*, en preparación).

Estas investigaciones las lleva a cabo el Centro de Estudios de Proteínas de la facultad de Biología de la Universidad de La Habana. Con el tiempo se han ido realizando propuesta para dar usos alternativos a esta especie, como por ejemplo, el uso ornamental y de exhibición en acuarios, incluso para informar a las personas sobre sus propiedades, respecto a la calidad

de su carne, el uso de sus espinas en la fabricación de artesanías y beneficios en relación al uso del veneno en tratamientos de enfermedades. Estas son otras formas que se pueden desarrollar con éxito en el país (CNAP, 2018).

Otros estudios, referentes a propiedades farmacológicas encontradas en la toxina del Pez León plantean que estas especies podrían proporcionar un medicamento alternativo o el uso de su veneno para controlar la resistencia a la metilina *Staphylococcus aureus* (MRSA); un microbio resistente que puede soportar los antibióticos de primera línea. Las infecciones por MRSA están representadas muchas veces por sepsis por estafilococo que pudieran ser fatales en los casos que no se traten rápidamente.

Este tipo de infecciones son resistentes a la mayoría de los antibióticos a pesar de que se puede tratar con los antibióticos potentes, como la vancomicina y teicoplanina. Las propiedades del veneno del Pez León pueden llegar a ser una alternativa para controlar el crecimiento de MRSA afirmaron Bernabe y Reeves (2013).

La inmunidad del Pez León a los parásitos y las enfermedades es aún desconocida. Se piensa que el origen de esta inmunidad podría ser debido al veneno como tal del pez o la composición bioquímica de los tejidos de su cuerpo (Bernabe y Reeves, 2013). En el mar Rojo y en Japón se han encontrado platelmintos ectoparásitos que los utilizan como hospedero final en su ciclo de vida. Además, en Japón se ha reportado la presencia de copépodos y sanguijuelas los cuales son también ectoparásitos de dicha especie.

En investigaciones llevadas a cabo en Cuba por especialistas del Acuario Nacional se ha llegado al resultado de que los peces león presentan una baja intensidad de parasitación. Esto se traduce en que casi no contienen parásitos que los afecten y en caso de presentarlos, son pocos por individuo. En estos estudios se han encontrado endoparásitos tales como, nemátodos y tremátodos (Acuario Nacional de Cuba, 2016).

Asimismo, Investigadoras del programa de Cátedras Conacyt, adscritos al departamento de Recursos del

Mar del CINVESTAV Unidad Mérida, quienes trabajan en el laboratorio de Biotecnología y Toxicología Molecular, reconocen que, si bien esta especie invasora representa un peligro para los peces endémicos de la zona, el Pez León es un organismo muy peculiar e interesante para su estudio, debido a que presenta características biológicas que le han ayudado a su sobrevivencia y reproducción en diferentes ambientes (CINVESTAV, 2020).

Entre esas características destacan algunas toxinas que presenta el veneno de las espinas del Pez León, las cuales son una fuente importante de moléculas que pueden ser utilizadas como herramientas moleculares para entender diversas patologías.

Los investigadores del CINVESTAV han relacionado las toxinas de este veneno con el estudio de la enfermedad de Alzheimer.

Se sabe que la acetilcolina es uno de los principales neurotransmisores (biomolécula que permite la transmisión de información desde una neurona a otra) del sistema nervioso, al estar involucrado en diferentes funciones del organismo, como el movimiento voluntario de los músculos, actividades del sistema nervioso autónomo e incluso en procesos de atención y aprendizaje, por lo que los bajos niveles de este neurotransmisor se han asociado con los síntomas del Alzheimer (CINVESTAV, 2020).

En cuanto a Colombia la actividad de Pez León en el Caribe colombiano está documentada por numerosas publicaciones (González *et al.*, 2009; Moreno-Munar, 2021, 2018 y 2017; INVEMAR/UAESPNN/CORALINA/MAYDS, 2013).

El Pez León (*P. volitans*) se presenta en el Caribe colombiano desde la zona insular que rodea al Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, incluida toda la zona marino-costera del país que bordea el Mar Caribe, desde el Departamento de La Guajira hasta el Departamento de Chocó en Capurgana en la frontera con Panamá (Figura 6).

El Pez León (*P. volitans*) originario del Indo-Pacífico, y ahora presente en el Caribe colombiano (Figura 7)



Figura 6.- Presencia del Pez León (*Pterois volitans*) en el Gran Caribe y el Caribe colombiano. Tomado y modificado de: [Nonindigenous Aquatic Species \(usgs.gov\)](https://www.usgs.gov/nonindigenous-aquatic-species)

desde el año 2009 (González *et al.*, 2009) es considerada como una especie exótica-invasora (Gracia *et al.*, 2011). Para su estudio en el Caribe colombiano se han denominado como un complejo de especies (*Pterois volitans* y *Pterois miles*) para así obtener un mayor entendimiento a nivel de análisis con la información registrada en los estudios que se adelanten a nivel nacional sobre el invasor (INVEMAR/UAESPNN/CORALINA/MAYDS, 2013).



Figura 7.- Ejemplar de Pez León (*P. volitans*) capturado en las islas del Rosario, Caribe colombiano.

Debido a la ausencia de caracterizaciones ictiológicas, biológicas, y de extracción del Pez León (*Pterois volitans*) en el departamento de Bolívar y su relación con las comunidades tanto de pescadores artesanales como de los ecosistemas prioritarios que invade, para el desarrollo de un manejo sostenible del recurso pesquero, en la región insular y en los municipios pesqueros cercanos a Cartagena de Indias, se propone el “Uso de Nasas biodegradables para el Control y Manejo del Pez León (*Pterois volitans*)” (Moreno-Munar, 2021, 2018 y 2017), teniendo como base metodológica los documentos elaborados por el Ministerio del Medio

Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE, 2014; Navarrete-Ramírez, 2014; MADS, 2010 y Gracia *et al.*, 2011).

Dentro de las principales investigaciones realizadas en el Caribe colombiano sobre el Pez León, se tienen los trabajos realizados por González-Corredor *et al.*, (2016), quienes registran al invasor en localidades oceánicas y continentales de Colombia desde el año 2008 y 2009 respectivamente y realizan un aporte al conocimiento sobre la “Densidad y Estructura de Tallas del Pez León *Pterois volitans* (SCORPAENIDAE).

De igual forma y para la región cercana a la ciudad de Santa Marta (Hernandez-Abello *et al.*, 2014), determinan la estructura de tallas y preferencia del sustrato para el invasor durante los años 2011 y 2012.

Continuando, para la especie *Pterois volitans* de los nuevos aportes está el trabajo de Bayraktarov *et al.*, (2014) quienes caracterizan su presencia dentro del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) “Hotspot de la biodiversidad en el Caribe colombiano y que está fuertemente influenciado por condiciones ambientales, debido a una estación lluviosa y seca” determinando las diferentes longitudes corporales y la abundancia en cuatro bahías de esta importante Área Marina Protegida del Caribe colombiano.

Ante la presencia de una especie no nativa que puede establecerse en un entorno ajeno a él, y la cual prevalece ante las demás especies ya establecidas en el ecosistema, suele haber un gran desequilibrio, sin embargo, existe el área científica que siempre busca las soluciones hacia este tipo de situaciones, todo con el fin de para reducir el impacto ecológico que ocasionan este tipo de invasiones.

Motivo por el cual, en Colombia viene adelantándose desde el año 2018; el proyecto sobre “Control y Manejo del Pez León (*Pterois volitans*) mediante el uso de Nasas Biodegradables en el Caribe colombiano” (GCFI, 2018), liderado por la Asociación de Pescadores del Caribe Pez León - ASOPCAPEL -; investigando las posibles soluciones a la presencia de esta especie invasora en los diferentes ambientes

marino-costeros donde actualmente hace presencia, principalmente en la región costera sur y norte cercana a la ciudad de Cartagena de Indias generando herramientas para el control y manejo adecuado en los países que ya han registrado su presencia en aguas del mar Caribe (Figura 8).

Los principales objetivos del proyecto para el Control y Manejo del Pez León en el Caribe colombiano:

- A. Identificar las áreas potenciales de pesca del Pez León en el departamento de Bolívar.
- B. Construcción de artes y métodos de pesca dirigidos a la captura del Pez León.
- C. Establecer los artes y métodos de captura de Pez León más eficientes en cada comunidad de pescadores artesanales del departamento de Bolívar.
- D. Evaluar el Índice de Captura con nasas biodegradables en las pesquerías del Pez León en el departamento de Bolívar.



Figura 8.- A. Diseño del prototipo de nasas biodegradables. B. Nasas portátiles para la captura del Pez León. C. Transporte de nasas en las embarcaciones de pescadores artesanales. D. Tipos de carnadas.

Consideraciones generales

En cuanto al espécimen Pez León (*Pterois volitans*), hay evaluaciones realizadas donde se concluye que es prácticamente imposible erradicarlo, debido a sus características biológicas, por lo que es necesario buscar el control de su población, entre las numerosas investigaciones realizadas se destacan grandes descubrimientos sobre esta especie, que al final modifique la perspectiva de ser una EEI demasiado perjudicial.

No obstante, organizaciones especializadas se han unido para plantear estrategias para su control, entre algunas de las alternativas se encuentra el consumo directo de su carne, también la utilización de ciertas partes de este espécimen en la elaboración de artesanías o el posible uso de sus toxinas con fines medicinales. Actualmente con las herramientas adecuadas se han ido descubriendo, que se pueden indagar lo necesario en aquellos problemas ambientales, para así obtener nuevos conocimientos que puedan ser empleados en beneficio de la población, la economía y el ecosistema.

Referencias

- Aguilar-Perera, A., Tuz-Sulub A. 2010. Non-native, invasive red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758]: *Scorpaenidae*), is first recorded in the southern Gulf of Mexico, off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Aquatic Invasions*, 5 (Suppl. 1): S9–S12.
- Albins, M. A. y P. J. Lyons. 2012. Invasive red lionfish *Pterois volitans* blow directed jets of water at prey fish. *Marine Ecology Progress Series*, 448:1-5.
- Acuario Nacional de Cuba, La Habana. 2016. Repositorio Digital de Información: Pez León. Repositorio Digital Geotech. Recuperado 21–11-11, de <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/832>
- Arredondo-Chávez. A. T. 2012. Hábitos alimentarios de la especie introducida *Pterois volitans* (*Scorpaeniformes*) en la región de Xpu-ha, Caribe Mexicano. Tesis de CAPÍTULO IV. Discusión General. 133 Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 80 pp.
- Bayraktarov, E., Alarcón-Moscoso, J. Polanco, A. y W. Christian. 2014. Spatial and temporal distribution of the invasive lionfish *Pterois volitans* in coral reefs of Tayrona National Natural Park, Colombian Caribbean. *PeerJ* 2: e397; <https://doi.org/10.7717/peerj.397>
- Bernabe, P.J., Reeves, C. 2021. Isolating Microbial Compounds from the Invasive Lion Fish (*Pterois volitans*). A Potential New Method for the Control of MRSA Strains. *Med chem* [Internet]. 2013 [citado: abril 2021]; 3(2):224-227.
- Carrere, M. 2018. Control de plaga Pez León en Caribe colombiano. *Noticias ambientales*. <https://es.mongabay.com/2018/08/oceanos-plaga-pez-leon-en-caribe/>
- Castro Pérez, J., Mateo, M., Sabido-Itzá, M. M., Quej, A., Bastos, A. 2017. El Pez León; una especie que llegó para quedarse. 3. 20-26.
- Cerón, A. 2017. Pez León, el depredador del Caribe. *México Ciencia y Tecnología*. <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/mundo-vivo/15882-pez-leon-depredador-caribe>
- CINVESTAV. 2020. Toxinas del Pez León, un potencial para ayudar a entender el proceso del Alzheimer. Conexión CINVESTAV. <https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/toxinas-del-pez-le243n-un-potencial-para-ayudar-a-entender-el-proceso-del-alzheimer>
- CNAP. 2018. Repositorio Digital de Información: Posibles daños y beneficios asociados a la presencia del Pez León (*Teleostei: Scorpaenidae: Pterois sp.*) en las costas de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. Repositorio Dspace. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/1950>
- CNAP. 2008. Programa de alerta temprana y control del “Pez León” (*Pterois sp.*) SEMARNAT. http://intranet.sisal.unam.mx/avisos_actuales_files/Programa%20de%20alerta%20temprana%20y%20control%20del%20%E2%80%9CPez%20Leo%CC%81n%E2%80%9D%20%28Pterois%20sp%29.pdf
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad, Comisión Nacional de

- Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- CONABIO. 2016. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>
- D'Alessandro, M. 2016. El Pez León. Animales. <https://www.animales.website/el-pez-leon/>
- Enciclopedia de animales. 2021. Pez León, la subfamilia *Pteroinae* Recuperado 12 de abril de 2021, de <https://enciclopediaanimales.com/pez-leon/>
- Escobar Román, R., Leiva Acebey, L. y Sorí León, Y. 2015. Pez León (*Pterois volitans*) y su impacto en la salud humana. Gaceta Médica Espirituana, 17(1), 82-92.
- Fishelson, L. 1975. Ethology and reproduction of pteroid fishes found in the Gulf of Aqaba (Red Sea), especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier), (*Pteroidae*, *Teleostei*). Pubblicazioni della Stazione zoologica di Napoli. 39: 635-656.
- Fishelson, L. 1997. Experiments and observations on food consumption, growth and starvation in *Dendrochirus brachypterus* and *Pterois volitans* (Pteroinae, Scorpaenidae). Environmental Biology of Fishes, 50: 391-403
- Fordivers. 2021. Pez León, el temible invasor. Recuperado 13 abril 2021, de: [https://www.fordivers.com/es/fauna/especie/pez-leon/#:~:text=Los%20peces%20le%C3%B3n%20son%20animales,venenosas\)%20para%20tratar%20de%20disuadirle](https://www.fordivers.com/es/fauna/especie/pez-leon/#:~:text=Los%20peces%20le%C3%B3n%20son%20animales,venenosas)%20para%20tratar%20de%20disuadirle)
- Gómez, L., R. 2013. Estrategia regional para el control del Pez León, invasor en el Gran Caribe. Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos.
- Gómez Lozano, R., L. Anderson, J.L. Akins, D.S.A. Buddo, G. García-Moliner, F. Gourdin, M. Laurent, C. Lilyestrom, J.A. Morris, Jr., N. Ramnannan y R. Torres. 2013. Estrategia regional para el control del Pez León invasor en el Gran Caribe. Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos. 32 pp.
- Gómez-del Río, E., Mendoza-Cuenca, L., y Caballero Vázquez, J. A. 2018. Pez León: invasor al descubierto – Ciencia UANL. CIENCIAUANL. <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=7508>
- González, J., Grijalba-Bendeck, M., Acero, P. A., Betancur-R, R. 2009. The invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758), in the southwestern Caribbean Sea. Aquatic Invasions, 4: 507-510.
- Guerrero, K. A. y A. L. Franco. 2008. First record of the Indo-Pacific red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) for the Dominican Republic. Aq. Inv., 3: 255-256
- González Corredor, J. D. Acero, A. y R. García-Urueña. 2016. Densidad y Estructura de Tallas del Pez León *Pterois volitans* (SCORPAENIDAE) en el Caribe occidental insular colombiano. Bol. Inv. Mar. Cost. 45 (2).
- Gracia, A., Medellín-Mora, J., Gil Agudelo, D. L. y V. Puentes. 2011. Guía de las Especies Introducidas Marinas y Costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 23.
- Guerrero, K. A. y A. L. Franco. 2008. First record of the Indo-Pacific red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) for the Dominican Republic. Aq. Inv., 3: 255-256.
- Green, S. J., Akins, J. L. y Morris, J. A. Jr. 2012. Lionfish Dissection: Techniques and Applications. NOAA Technical Memorandum. 24 pp.
- Hamner, R. M., D. W. Freshwater and P. E. Whitfield. 2007. Mitochondrial cytochrome b analysis reveals two invasive species with strong founder effects in the western Atlantic. Journal of Fish Biology 71 (Sup B): 214-222.
- Harrell, S. 2013. ¿Por qué los peces león son considerados un problema? Lionfish Hunting Lodge. <https://lionfish.co/porque-Los-peces-leon-son-considerados-un-problema/>
- Hernández-Abello, J.M., García-Urueña, R.P., Acero, P. A. 2015. Estructura de tallas y preferencia al sustrato del Pez León (*Pterois volitans*) (*Scorpaeniformes: Scorpaenidae*) en Santa Marta (Colombia). Acta biol. Colomb. 2015; 20(2):175-182. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n2.41611>
- INVEMAR/UAESPNN/CORALINA/MAYDS. 2013. Protocolo para la captura, extracción y disposición final del Pez León (*Pterois volitans*) en Colombia. 38 p. + anexos. Convenio No. 023-2012 suscrito entre Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MAYDS y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – CORALINA.
- La Vanguardia. 2016. El agresivo y venenoso Pez León acelera la invasión del Medi-

- terráneo. <https://www.lavanguardia.com/natural/20160627/402800671611/veneno-so-pez-leon-invasion-mediterraneo.html>
- López-Gómez, M. J., Tuz-Sulub, A., Perera-Chan, L. y Aguilar-Perera, A. 2012. Diver-Fishermen Volunteering Provided Reliable Data on the Lionfish Invasion in the Alacranes Reef National Park, Mexico. *Proceedings Gulf Caribbean Fisheries Institute* 64: 77- 81.
- MADS. 2010. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución (0132). 04 de agosto 2010. MINAMBIENTE-UAESPNN.
- MINAMBIENTE. 2014. Plan para el Manejo y Control del Pez León *Pterois volitans* en el Caribe colombiano.
- Medio Ambiente pide a dominicanos consumir Pez León para su erradicación. 2011. El Día. Recuperado en: <https://eldia.com.do/medio-ambiente-pide-a-dominicanos-consumir-pez-leon-para-sumerradicacion/#:%7E:text=La%20preparaci%C3%B3n%20para%20el%20consumo,salteado%2C%20dependiendo%20de%20su%20gusto>
- Moreno-Munar, A. A. 2017. Captura del Pez León, (*Pterois volitans*). Control y Manejo en el Caribe colombiano. *Revista LOGINN*, Volumen 1, número 1. ISSN 2590-7441. 22-08-2017. <https://doi.org/10.23850/25907441.1020>
- Moreno-Munar, A. A. 2018. GCFI. Control and management of the lionfish (*Pterois volitans*) through the use of nasas as a tool for its capture in the Department of Bolívar, Colombian Caribbean. 71st Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute Conference. 5 – 9 of november. Poster presentation. San Andrés Island, Colombia.
- Moreno-Munar, A. A. 2021. Control y Manejo del Pez León (*Pterois volitans*) en el Departamento de Bolívar, Mediante Nasas Biodegradables en el Caribe colombiano. 1 er Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ciencias del Mar” Espacio Regional y Nacional”. Universidad del Sinú. 13 y 14 de mayo de 2021. Cartagena de Indias, Colombia.
- Moreno-Munar, A. A. 2021. Control y Manejo del Pez León (*Pterois volitans*) en el Departamento de Bolívar, Mediante Nasas Biodegradables en el Caribe colombiano. V Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías, SIBECORP. 11-15 de octubre de 2021. Santa Marta, Colombia.
- Morris, J. A. Jr. y J. L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes*. 86: 389-398
- Morris, J. A., Jr. 2012. Invasive Lionfish: A Guide to Control and Management. Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 1, Marathon, Florida, EE.UU, 113 pp.
- Morris, J.A., y Whitfield, Jr., P.E. 2009. Biology, Ecology, Control and Management of the Invasive Indo-Pacific Lionfish: An Updated Integrated Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 99. 57 pp.
- Navarrete-Ramírez. S. M. 2014. Protocolo Indicador-Densidad Poblacional. Indicadores de Monitoreo Biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). INVEMAR, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del INVEMAR. No. 70, Santa Marta. 24 p.
- NOAA. 2017. ¿Qué es un Pez León? Recuperado de: <https://oceanservice.noaa.gov/lionfish-facts.html>.
- Narváez, M. y Escorcía, Y. 2017. Pez León, el depredador del Caribe. *Mexicampo Internacional*. <https://www.mexicampo.com.mx/pez-leon-el-depredador-del-caribe/>
- Palacios, C. 2016. En Cuba deciden comerse al Pez León. *Funiber Blogs - FUNIBER*. (2016, 24 septiembre). <https://blogs.funiber.org/medio-ambiente/2016/09/20/funibre-cuba-pez-leon>
- Pez León, a una década de su llegada al golfo de México. 2019. *La Jornada Maya*. Recuperado en: <https://www.lajornadamaya.mx/yucatan/120641/Pez-leon--a-una-decada-de-su-llegada-al-Golfo-de-Mexico>
- Quijano-Puerto. 2012. Dieta del Pez León Rojo, *Pterois volitans*, en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Sureste del golfo de México. 65th Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 333-334.
- Reyes-Bonilla, B., Petatán, D., Melo, S.M., Pérez, H. 2014. Análisis del nicho ecológico y la distribución geográfica del Pez León *Pterois volitans/miles*, en el Atlántico occidental. En: Low A, Quijón P, Peters E (eds.) *Especies invasoras acuáticas:*

- casos de estudio en ecosistemas de México, Formato electrónico, México, pp. 253-271.
- Rodríguez, C., González, M., González, C., Rivas, A., Gourdin, F., Gómez, R., Torres, R., Ordóñez, J., Dávila, V. 2014. Estrategia Regional para el control del Pez León en el Arrecife Mesoamericano. 53 pp.
- Salud y desastres » Comen Pez León en Islas Caimán para frenar invasión. (2011, 1 septiembre). Informed. <http://articulos.sld.cu/desastres/2011/09/01/comen-peze-leon-en-islas-caiman-para-frenar-invasion/>
- Sánchez Jiménez, J.A. 2016. Caracterización biológica, ecológica y molecular del Pez León *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), en el Caribe mexicano. (Maestría). CICY, Cancún, Quintana Roo. Recuperado de: <http://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/366>
- Schofield, P. 2009. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, 4: 473-479.
- Schofield, P. J. 2010. Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions* 5: n7-122, doi:10.3391/ai.2010.5.S1.024
- Schofield, P.J, Morris, J.A., Langston, Jr.J.N. y Fuller, P.L. 2012. *Pterois volitans/miles* Factsheet. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, Florida USA. Available: <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=963>
- Torres-Chávez, P. 2014. Hábitos alimentarios de la especie Introducida *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) en las regiones de Banco Chinchorro y X'calak, Áreas Naturales Protegidas del Caribe Mexicano. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 67 pp.
- Valdez-Moreno, M., C. Quintal-Lizama., R. Gómez-Lozano y M. C. García-Rivas. 2012. Monitoring an alien invasion: DNA barcoding and the identification of lionfish and their prey on coral reefs of the Mexican Caribbean. *PLoS ONE*, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0036636>
- Whitfield P., Gardner T, Vives S.P, Gilligan M.R., Courtenay W. R., Carleton R., y Hare J.A. 2002. Biological invasions of the IndoPacific lionfish (*Pterois volitans*) along the Atlantic coast North America. *Marine Ecology Progress Series* 235:289- 297.



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...

CALENDARIO DE EVENTOS 2022

Red Iberoamericana de Medio Ambiente

-6 al 10 de junio de 2022
**VIII Convención Iberoamericana sobre
Ambiente y Sustentabilidad**
Universidad Nacional (Costa Rica)






-26 al 30 de septiembre de 2022
**VII Congreso Iberoamericano sobre
Turismo Sustentable**
Universidad Estatal del Sur de Manabí (Ecuador)








-14 al 18 de noviembre de 2022
**VIII Seminario Científico Internacional
sobre Cooperación Universitaria para
el Desarrollo Sustentable**
**XII Taller Estudiantil Internacional sobre
Medio Ambiente (TEIMA '2022)**
Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores
(México)



Para más información:

 <https://reima-ec.org/proximos-eventos>  contacto@reima-ec.org  (+593) 9879-43762

 REIMA, A.C.  REIMA, A.C.  REIMA, A.C.  @reima.ac  @reima_ac



Director Editorial: Consejo Científico:

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Arturo Tripp Quesada (Mex)

Oscar Horacio Padín (Arg)

José Luis Esteves (Arg)

Comité Editorial:

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Guillermo Caille (Arg)

Abel de Jesús Betanzos Vega (Cub)

Jorge A. Tello-Cetina (Mex)

Jorge Eliecer Prada Ríos (Col)

Oscar Horacio Padín (Arg)

Edna Ovalle Rodríguez (Mex)

Guaxara Alfonso González (Esp)

Carlos Alvarado Ruiz (Costa R.)

Celene Milanés Batista (Col)

Rafael A. Tizol Correa (Cub)

María Cajal Udaeta (Esp)

Gerardo Navarro García (Mex)

Ulsía Urrea Mariño (Mex)

Omar Alfonso Sierra Rozo (Col)

Gerardo Gold-Bouchot (USA)

Mark Friedman (USA)

José Luis Esteves (Arg)

Yoandry Martínez Arencibia (Cub)

Armando Vega Velázquez (Mex)

Ruby Thomas Sánchez (Cub)

Celene Milanés Batista (Col)

Jorge A. Tello-Cetina (Mex)

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Guillermo 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 Musmeci (Arg)

Roberto Ramos Targarona (Cub)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Diseño Editorial:

Alexander López Batista (Cub)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Diseño Gráfico y Maquetación:

Alexander López Batista (Cub) **DIMAGEN**

Edición y Corrección:

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Edna Ovalle Rodríguez (Mex)

Guillermo Caille (Arg)

Colaboradores:

Lázaro Camilo Ruiz Torres (Mex)

Estefanía Guadalupe Chan Chimal (Mex)

Juan Silvio Cabrera Albert (Cub)

Alvaro Andrés Moreno Munar (Col)

Contacto: boletinelbohio@gmail.com | www.boletinelbohio.com

El conocimiento de los detalles es indispensable para la grandeza: el impulso necesita ser sostenido por el conocimiento.

José Martí (T.13-86)

