

“...por un medio ambiente en equilibrio”



Vol. 13, No. 4, abril de 2023

www.boletinelbohio.com

ISSN 2223-8409



Edificio Mural en Progreso, Yucatán, México, 2022.
Autora: Sonia McLaughlin.

6

Fotosíntesis artificial para plástico biodegradable.

9

SABIA-MAR: un nuevo satélite para estudiar el mar argentino.

39

El uso de plantas nativas en el control de la glucosa y el manejo de la obesidad. Artículo de revisión.

XXV

Foro dos Recursos
Mariños e da Acuicultura
das Rías Galegas

ForoAcui

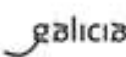
www.foroacui.com
presencial - online

5 e 6 de outubro do 2023
Auditorio do Grove
O Grove, Pontevedra



25
anos

Colaboran:



Contenido

Pág.



Artistas costarricenses llevaron sus murales a Festival Vo-hDale! en Chile.

4



Fotosíntesis artificial para plástico biodegradable.

6



Sensibilidad al cambio climático de las pesquerías del atlántico sudoccidental.

8



SABIA-MAR: un nuevo satélite para estudiar el mar argentino.

9



El aumento 'sin precedentes' de los desechos plásticos en los océanos podría acelerarse en el futuro.

10



Misión de experto sobre aplicaciones en Hidrología Isotópica fortalece capacidades analíticas del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.

13



Convocatorias y temas de interés.

15



La Acuicultura. Antecedentes, oportunidades y desafíos en Cuba.

19



Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular, Cuba. Agua del pozo. Artículo original.

29



El uso de plantas nativas en el control de la glucosa y el manejo de la obesidad. Artículo de revisión.

39

Valoración económica como herramienta para la gestión ambiental del manglar del Estero Guardalavaca, Holguín. Artículo original.

48



Artistas costarricenses llevaron sus murales a Festival VohDale! en Chile

El Festival VohDale! en Chile:

“No sólo abarca a emprendedores que venden productos, sino que también abarca a emprendedores de las artes, músicos, productores, pintores, ilustradores, diseñadores gráficos y todos quienes de alguna manera están independizándose e intentan vivir del arte, es importante, porque no sólo trabajamos con artistas que tengan largas carreras, sino también con los artistas emergentes y que necesitan una vitrina, el Festival Voh Dale va dirigido en gran parte a la juventud y rescata el patrimonio y el ecosistema artístico local”, señaló Cristian Corvalán, productor general del evento.

Por **Andrea Mora, Periodista.**

El festival contó por primera vez con participación de artistas internacionales, entre las que destacan las costarricenses Mariela Sandía, Elizabeth Argüello y Laura Chevez.

Las artistas costarricenses Mariela Sandía, Elizabeth Argüello y Laura Chevez representaron a Costa Rica en la segunda edición del Festival VohDale, el cual se realizó el pasado 4 y 5 de febrero en Antofagasta, Chile.

El festival contó por primera vez con la participación de artistas internacionales, entre las que destacan las costarricenses y las brasileñas Aliñe Ribeiro Tuka, Mari Monterio y Kamaleona.

Como objetivo principal, las artistas tuvieron que realizar un mural que relatara qué es el mar desde su perspectiva.

Para Mariela Sandía, su obra se basó en la impresión que le generó observar dunas y el terreno ácido en la orilla del mar chileno.

“

Al venir a Costa Rica nunca había tenido la oportunidad de estar en un entorno así, sumado a su exótica fauna, dentro de la cual los que más llamaron mi atención fueron los leones marinos”, comentó.



Mural: *Mar del Desierto*, de la artista Mariela Sandía.

Por su parte, el mural de Elizabeth Argüello está diseñado bajo el recurso de la monocromía, la economía del color u la línea y el gesto de la línea que representa un universo paralelo.

“

Un universo paralelo e introspectivo, un ambiente surreal en el que conviven ciertos elementos propios de la comunidad de Mejillones de Antofagasta”, explicó.



Mural: *Sueño de Alterego*, de la artista nacional Elizabeth Argüello.

Finalmente, Laura Chevez basó su pintura en la situación de Mejillones, que basa su economía y estilo de vida en la industria pesquera y la vida marítima que se ha visto afectada por el lavado de minerales.

“

De la fuerza que es apoyar a regiones y emprendedores para así, apoyar con una economía creativa. En el mural podemos ver balance de la vida, en torno a estas fuerzas”, citó Chevez.

El grupo de artistas se mostró agradecido con las personas que mostraron su apoyo a ellas y a su arte.



Mural de la artista Laura Chevez.

Fuente: <https://delfino.cr/2023/02/artistas-costarricenses-llevaron-sus-murales-a-festival-vohdale-en-chile>
 Leer más sobre esta segunda edición del festival en: <http://www.antofacity.com/se-abre-convocatoria-a-emprendedores-para-ser-parte-del-festival-voh-dale-2023-en-mejillones/>

ORP XXIII Congreso Internacional 2023 **26 AL 28 DE ABRIL**

Bilbao-Euskadi

Ver vídeo

AT WORK: ONE LIFE, ONE PLANET

ORP FUNDACIÓN INTERNACIONAL

OSALAN
 Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
 Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

Fotosíntesis artificial para plástico biodegradable



Los investigadores han desarrollado una nueva vía para la fabricación de un producto tradicionalmente a base de petróleo utilizando energía solar; a estas alturas, casi todo el mundo está familiarizado con los problemas relacionados con el plástico, uno de los cuales es que se deriva de los combustibles fósiles. Por ello, incluso los plásticos biodegradables contribuyen a las emisiones de CO_2 durante su fabricación. Pero, ¿y si los plásticos pudieran sintetizarse a partir de CO_2 reciclado en primer lugar, utilizando energía renovable? Esto es lo que se propuso demostrar un grupo de investigadores de la Universidad Metropolitana de Osaka.

El equipo de investigación, dirigido por el profesor Yutaka Amao del Centro de Investigación de Fotosíntesis Artificial, ha desarrollado una forma de fabricar materias primas utilizando CO_2 y luz solar.

En la fotosíntesis natural, el CO_2 se une a compuestos orgánicos que luego son convertidos por el organismo en glucosa o almidón. En la fotosíntesis artificial, la luz solar proporciona la energía para combinar CO_2 con otros compuestos orgánicos y crear nuevas materias primas.

Una de estas materias primas es el ácido fumárico,

que se utiliza para fabricar plásticos biodegradables y normalmente se deriva del petróleo. Con el nuevo método, los investigadores lograron desarrollar una vía más sostenible para sintetizar ácido fumárico.

El profesor Amao explica: “Hacia la aplicación práctica de la fotosíntesis artificial, esta investigación ha logrado utilizar la luz visible (energía renovable) como fuente de energía. En el futuro, nuestro objetivo es recolectar CO_2 gaseoso y usarlo para sintetizar ácido fumárico directamente a través de la fotosíntesis artificial”.

El plástico es una sustancia ubicua y útil, pero también es altamente insostenible. Springwise ha detectado una gran cantidad de innovaciones destinadas a combatir el flagelo del plástico. Estos incluyen todo, desde encontrar una manera de eliminar los plásticos en los productos cotidianos, hasta desarrollar alternativas libres de combustibles fósiles.

Escrito por: Lisa Magloff 15 de febrero de 2023.
amao@omu.ac.jp Sitio web: omu.ac.jp

Fuente: <https://www.springwise.com/innovation/sustainability/artificial-photosynthesis-for-biodegradable-plastic/>

ARTE PARA EL SUSTENTO

VIVIR LA ECOLOGÍA, LA COLABORACIÓN Y LA POLÍTICA EN EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

 Universidad de Hanyang, Seúl, Corea del Sur
24-26 de mayo de 2024

XIX Congreso Internacional del
Arte en la Sociedad



Estimado/a miembro de la Red de Investigación,

Nos complace anunciarle que el **XIX Congreso Internacional del Arte en la Sociedad** tendrá lugar en la Universidad de Hanyang , Seúl, Corea del Sur, 24-26 de mayo de 2024.

Fundada en el año 2000, la Red de Investigación de Arte en la Sociedad es un foro interdisciplinar para el debate sobre el papel de las artes en la sociedad. Es un entorno de análisis crítico, examen y experimentación, que busca desarrollar ideas para relacionar las artes con sus diversos contextos en el mundo: la escena, los estudios y teatros, las aulas, los museos y galerías, las calles y comunidades.

El **XIX Congreso Internacional del Arte en la Sociedad**, convoca a presentar investigaciones que aborden los siguientes temas anuales y el tema destacado de 2024:

Arte para el sustento: **Vivir la ecología, la colaboración y la política en el mundo contemporáneo**

Esperamos verle en Seúl para el **XIX Congreso Internacional del Arte en la Sociedad**.
Un saludo cordial.

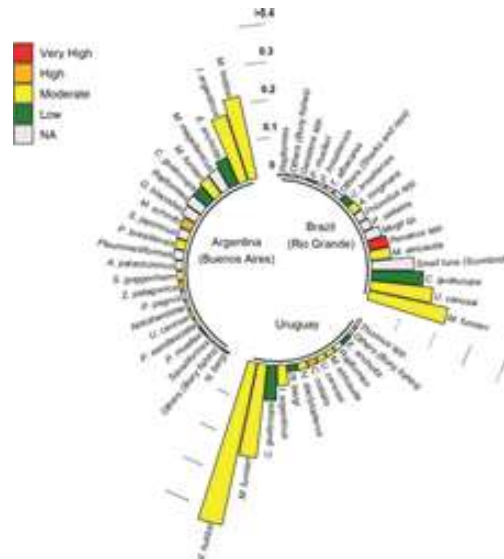
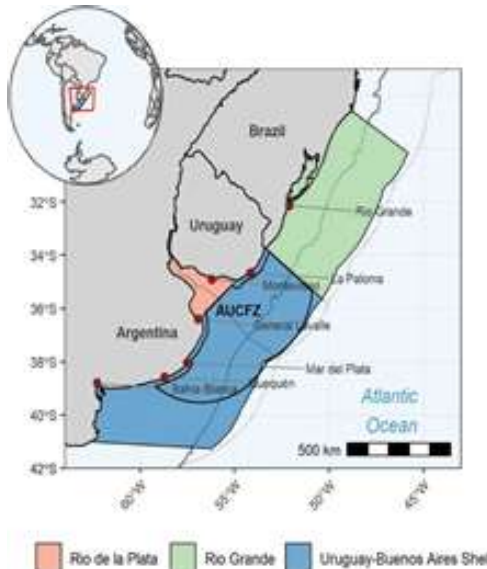
Dra. Pilar Irala-Hortal

Presidenta de la Red de Investigación
Universidad San Jorge, Zaragoza, España

Dr. José Luis Ortega Martín

Director Científico en Lengua Española
Universidad de Granada, España

Sensibilidad al cambio climático de las pesquerías del atlántico sudoccidental



Los impactos del cambio climático (CC) sobre los recursos pesqueros han sido ampliamente documentados para numerosos caladeros. Sin embargo, existe una brecha de conocimiento para la región templado-cálida del Atlántico sudoccidental, donde se anticipan incrementos relevantes de calentamiento del mar y que sostiene importantes pesquerías industriales y de pequeña escala.

Un estudio publicado recientemente* enfoca estos aspectos. Al combinar rasgos biológicos y registros de desembarcos, los autores evaluaron la sensibilidad de las especies al CC y los posibles cambios en la distribución de 28 recursos pesqueros (peces óseos, condriictios, crustáceos y moluscos) en el sur de Brasil, Uruguay y la plataforma norte de Argentina.

La mayoría de las especies resultaron de sensibilidad moderada/alta, siendo los moluscos (bivalvos bentónicos y caracoles) los con mayor sensibilidad, seguidos por los condriictios. Los peces óseos resultaron con sensibilidad moderada/baja, mientras que las sensibilidades de los crustáceos fueron diferentes según la especie. Entre 1989 y 2019, las especies con sensibilidad baja/moderada dominaron los desembarques regionales; y una fracción considerable de estos desembarques fue de especies con puntajes altos de

un indicador de potencial para cambiar su distribución actual.

Según los autores, los resultados del estudio indican que, aunque la mayor parte de los desembarques proceden de especies relativamente resistentes al CC, las capturas futuras, e incluso las pesquerías bentónicas enteras, pueden verse comprometidas, ya que: 1) Muchas de las especies mostraron sensibilidad moderada/alta; y 2) Hay un aumento en los desembarques de especies que pueden cambiar su distribución actual (o al menos tienen esta potencialidad). Finalmente señalar que el estudio proporciona conocimientos relevantes para la gestión pesquera de una región donde se han pasado por alto los efectos del CC, y que carece de un sistema de gobernanza coordinado e interjurisdiccional para el logro de pesquerías resilientes al clima y sus variaciones.

Traducción y síntesis elaborada por Guillermo Martín Caille, Fundación Patagonia Natural.

Artículo original: Gianelli, I; Orlando, L; Cardoso, LG; Carranza, A; y col. 2023. Sensitivity of fishery resources to climate change in the warm-temperate Southwest Atlantic Ocean. *Regional Environmental Change* (2023) 23:49.

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02049-8>

SABIA-MAR: un nuevo satélite para estudiar el mar argentino



Hacia fines de 2024, Argentina prevé lanzar un nuevo satélite denominado SABIA-Mar, orientado al estudio del mar y las costas de Argentina y América del Sur. Desarrollado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) junto a otras instituciones y empresas del Sistema Científico y Tecnológico Nacional, brindará información valiosa para el ámbito científico y productivo. SABIA-Mar se enfocará en el estudio de los mares hasta los 650 kilómetros mar adentro. Su principal objetivo será proveer información para el estudio de la productividad primaria del mar, los ecosistemas marinos, el ciclo de carbono, el manejo de recursos pesqueros, la dinámica y la calidad del agua en costas y estuarios.

La misión formará parte de “Pampa Azul”, una iniciativa del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIT) para promover el conocimiento científico, el desarrollo tecnológico y la innovación productiva en el Atlántico Sur; y será la sexta misión, en el marco del Plan Nacional Espacial, luego de la serie de cuatro satélites de aplicaciones científicas SAC (SAC-A, SAC-B, SAC-C y SAC-D/Aquarius) y la

misión SAOCOM 1, completada en 2020, compuesta por dos satélites equipados con tecnología radar que continúan operativos.

A diferencia de otros satélites pertenecientes a otras agencias espaciales internacionales, SABIA-Mar se focalizará en Argentina y Sudamérica; y sus instrumentos permitirán monitorear las costas con una resolución espacial de 200 metros, generando información única, que hoy no existe para el Mar Argentino, ya que permitirá evaluar las cadenas tróficas y medir aspectos vinculados con su productividad.

Se espera que la misión SABIA-Mar genere nuevos conocimientos sobre este gran ecosistema marino que contribuyan a un uso más sustentable de los recursos y a ejercer soberanía sobre la riqueza de nuestro territorio.

*Síntesis y traducción elaborada por **Guillermo Martín Caille**, Fundación Patagonia Natural.*

** Fuente: Artículo de Juan Manuel Repetto, publicado en Página 12 (Argentina) en marzo de 2023*

El aumento 'sin precedentes' de los desechos plásticos en los océanos podría acelerarse en el futuro



Por *Jenny Vaughan, AFP.*
Medio Ambiente 10 de marzo de 2023

La contaminación plástica en los océanos del mundo ha alcanzado “niveles sin precedentes” en los últimos 15 años, según un nuevo estudio, que pide un tratado internacional legalmente vinculante para detener los desechos dañinos.

La contaminación plástica del océano es un problema persistente en todo el mundo: los animales pueden enredarse en piezas de plástico más grandes, como redes de pesca, o ingerir microplásticos que eventualmente ingresan a la cadena alimentaria para ser consumidos por los humanos.

La investigación publicada el 3.9.2023 encontró que hay aproximadamente 170 billones de piezas de plástico, principalmente microplásticos, en la superficie de los océanos del mundo hoy en día, muchos de ellos descartados desde 2005.

“La contaminación plástica en los océanos del mundo durante los últimos 15 años ha alcanzado niveles sin precedentes”, dijo el estudio, publicado en la revista de acceso abierto PLOS One.

Las cantidades fueron más altas que las estimaciones anteriores, y el estudio encontró que la tasa de plástico que ingresa a los océanos podría acelerarse varias veces en las próximas décadas si no se controla. Los investigadores tomaron muestras de plástico de más de 11 000 estaciones en todo el mundo, centrándose en un período de 40 años entre 1979 y 2019.

No encontraron tendencias hasta 1990, luego hubo una fluctuación en las tendencias entre 1990 y 2005. Después de eso, las muestras se dispararon. “Vemos un aumento realmente rápido desde 2005 porque hay un aumento rápido en la producción y también un número limitado de políticas que controlan la liberación de plástico en el océano”, dijo a la AFP la autora colaboradora Lisa Erdle.

Las fuentes de contaminación plástica en el océano son numerosas.

Los aparejos de pesca, como redes y boyas, a menudo terminan en medio del océano, arrojados o tirados por accidente, mientras que cosas como ropa, llantas de automóviles y plásticos de un solo uso a menudo contaminan más cerca de la costa.

Eventualmente se descomponen en microplásticos,

que Erdle dijo que pueden verse como “confeti en la superficie del océano”.

Inundación de productos tóxicos

Según las tendencias actuales, el uso de plástico casi se duplicará desde 2019 en los países del G20 para 2050, alcanzando los 451 millones de toneladas cada año, según el informe, producido conjuntamente por Economist Impact y The Nippon Foundation.

En 1950, solo se producían 2 millones de toneladas de plástico en todo el mundo.

El reciclaje, incluso en países con sistemas avanzados de gestión de residuos, ha hecho poco para ayudar al problema de la contaminación, ya que solo un pequeño porcentaje de los plásticos se recicla correctamente y, con mucha frecuencia, termina en los vertederos.

Si los vertederos no se gestionan adecuadamente, los desechos plásticos pueden filtrarse en el medio ambiente y eventualmente llegar a los océanos. “Realmente vemos una falta de reciclaje, una avalancha de productos y envases tóxicos”, dijo Erdle.

Se observó que las tasas de desechos plásticos retrocedieron en algunos puntos entre 1990 y 2005, en parte porque se implementaron algunas políticas efectivas para controlar la contaminación.

Eso incluye el tratado MARPOL de 1988, un acuerdo legalmente vinculante entre 154 países para poner fin a la descarga de plásticos de las flotas navales, pesqueras y navieras.

Pero dado que hoy se produce mucho más plástico, los autores del estudio dijeron que se necesita un nuevo tratado de amplio alcance no solo para reducir la producción y el uso de plástico, sino también para gestionar mejor su eliminación.

“La recuperación ambiental del plástico tiene un mérito limitado, por lo que las estrategias de solución deben abordar en primer lugar aquellos sistemas que restringen las emisiones de contaminación plástica”, dijo el estudio.

El año pasado, 175 países acordaron poner fin a la contaminación plástica en virtud de un acuerdo legalmente vinculante de las Naciones Unidas que podría finalizar el próximo año.

Entre las acciones clave que se están negociando se encuentran una prohibición global de los plásticos de un solo uso, un esquema de “quien contamina paga” y un impuesto sobre la producción de nuevos plásticos.

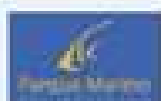
El peso total de la contaminación plástica detectada hoy en el océano se estima en 2,3 millones de toneladas, según el estudio PLOS.

Examinó muestras en los océanos Atlántico Norte, Atlántico Sur, Pacífico Norte, Pacífico Sur, Índico y Mediterráneo.

https://www.sciencealert.com/unprecedented-surge-in-ocean-plastic-waste-could-accelerate-in-future?utm_source=ScienceAlert+-+Daily+Email+Updates&utm_campaign=6206ef802a-RSS_EMAIL_CAMPAIGN&utm_medium=email&utm_term=0_fe5632fb09-6206ef802a-366067814

Natalia Corrales Gómez

Directora Ejecutiva



direccion@parquemarino.org



+506 2661-5272



www.parquemarino.org



Principales resultados:

- Base de datos que sistematiza la información acumulada en el Centro referida a la caracterización química y farmacológica de 58 especies de inventados (algas, funghi, bacterias, etc.) y de los microorganismos asociados a 27 de estas especies.
- Nuevas moléculas moleculares de naturaleza peptídica aisladas a partir de animales marinos con efecto sobre el sistema nervioso, labiales de funcionamiento del sistema nervioso.
- Nuevos compuestos de bajo peso molecular aislados a partir de esponjas marinas con efecto antitumoral, antiparasitario y herbicida.
- Extrados y fracciones semipurificadas de interés biológico por efectos antioxidantes, analgésicos, antiinflamatorios, hipotensivos, hepatoprotectores, antitumorales y propiedades neuroactivas.
- Colección de extractos de plantas medicinales, aceites esenciales y derivados con amplia potencialidad biológica por los efectos antitumorales, antiinflamatorios, hipotensivos, analgésicos, antieméticos, antidiabéticos, antiparasitarios y neuroactivos.

Grupos de trabajo colaboradores:

Centro de Estudios Científicos, Montevideo, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Punta del Este, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Maldonado, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Punta del Este, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Maldonado, Uruguay

Cebimar
 Centro de Biotecnología Marina

"Un centro competitivo en el campo de los bioproductos marinos"

Centro de Estudios Científicos, Maldonado, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Punta del Este, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Maldonado, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Punta del Este, Uruguay

SV
 Sanidad Vegetal

...siempre trabajando por un cultivo sano.

Manual de Identidad Visual

CRV
 Cooperativa Reconstructora de Vehículos

CHAPISTERÍA
PINTURA

nos orientamos al cliente, la calidad nos une.

Centro de Estudios Científicos, Maldonado, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Punta del Este, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Maldonado, Uruguay
 Centro de Estudios Científicos, Punta del Este, Uruguay



Ofrecemos servicios de **diseños gráficos** en todo sus formatos, **logotipos** (Identificador) con su **manual de Identidad visual** en conjunto con **sus aplicaciones**, proyectos de **multimedias**, **audiovisual**, **maquetas virtuales**, diseño **industrial** con su **modelación en 3d** de piezas o elementos, diseño de **exteriores** e **interiores** y **animaciones** en **3ra** y **2da dimensiones**, diseños y desarrollo de **web** y **aplicaciones** para sistema operativo android (para móviles).

Poseemos la **capacidad técnica** y **creativa**, **satisfaciendo** con **calidad** las necesidades de los clientes con gran experiencia en el diseño tradicional, digital e informático.



Contactenos por:
 WhatsApp: (+53) 53-348472 | Email: aleckdimagen@gmail.com | Facebook: Dimagen Aleck

25 años convirtiendo sus sueños en realidad

Misión de experto sobre aplicaciones en Hidrología Isotópica fortalece capacidades analíticas del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos



Por **Maikel Hernández Núñez**
maikel@ceac.cu

Una Misión de Experto —virtual— sobre el uso general de la técnica “Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas (IRMS), y sus aplicaciones específicas en Hidrología Isotópica”, se llevó a cabo del 13 de enero al 14 de febrero, desde el Centro de Investigación en Dinámica del Sistema Terrestre (GEOTOP) en Quebec, Canadá, a investigadores del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), vía internet.

La Misión de experto —que tuvo una duración aproximada de un mes— fue realizada por el Dr.C. Jean-François Hélie, Profesor Adjunto de la Universidad de Quebec, Jefe del Laboratorio de Isótopos Estables del GEOTOP y experto internacional del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

De acuerdo a las declaraciones del M.Sc. Alejandro García Moya, Jefe del Departamento de Estudios de

la Contaminación Ambiental del CEAC, la actividad científica tuvo como propósito “evaluar las capacidades actuales del Laboratorio de Isotopía Ambiental (LIA), en CEAC, para la implementación de ensayos analíticos de hidrología isotópica, específicamente, para las determinaciones de isótopos estables en agua y en nitratos disueltos.

Durante varias sesiones de trabajo —en línea— se realizó una actualización de las capacidades analíticas, las condiciones del equipamiento tecnológico y el personal del Laboratorio. Se reparó parcialmente el MultiFlow ó periférico de entrada que se utiliza como sistema de equilibrio para la determinación de isótopos estables en agua, además de la verificación del ensayo de determinación de isótopos estables del agua por el método de equilibrio gas-agua, con resultados satisfactorios, así como otras acciones técnicas que formaron parte del programa.

Los resultados de esta misión “incrementan y fortalecen las capacidades del LEA en relación a las Técnicas

Isotópicas Nucleares (TIN) aplicadas a la Hidrología Isotópica. En el caso de la determinación de isótopos estables del agua se logró recuperar la capacidad para la determinación de oxígeno-18 y se identificaron los problemas relacionados con la determinación de Deuterio (^2H), así como una posible solución de acuerdo con la tecnología que disponemos, para implementar el método de reducción con Cromato”, expresó García Moya.

“En el caso de la determinación de los isótopos de nitrato —precisó— se logró evaluar y avalar las capacidades actuales del CEAC para la implementación de esta nueva técnica analítica y los insumos necesarios para implementar este ensayo, a partir del método químico de reducción de nitratos con cloruro de Titanio (III), que es un método robusto y preciso, y menos tóxico que el método de reducción con Cadmio (Cd) activado y azida sódica”.

Dijo además que “con estas capacidades se abren las puertas a la generación de nuevos proyectos e investigaciones de Hidrología Isotópica en Cuba, que contribuyan a la solución de las problemáticas que se demandan en el país, así como la posibilidad de nue-

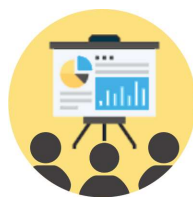
vos Servicios Científico-Técnicos con alto valor agregado, y a la exportación de servicios analíticos en la región del Caribe y Latinoamérica”.

Ambas técnicas se aplican al estudio del agua en sistemas hídricos (aguas superficiales y subterráneas) que permite su utilización para evaluar la calidad y disponibilidad de agua potable en este tipo de sistemas; identificar procesos de salinización o intrusión marina en aguas subterráneas; así como estudiar procesos de eutrofización y contaminación por nitratos para identificar el origen y cuantificar la contribución de sus fuentes, entre otros.

La jornada, que incluyó una conferencia especializada impartida por el Dr. C. Hélie a especialistas e investigadores de la institución científica en coordinación con la dirección del Centro Autorizado para la Docencia del CEAC, se desarrolló en el marco del proyecto “Mejora de la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos en Cuba con el fortalecimiento de la Capacidad Nacional de Hidrología Isotópica— ISOAGUA”, financiado por la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías Avanzadas (AENTA).



Convocatorias y temas de interés



ESTIMADO SEÑOR / ESTIMADA SEÑORA:

El Hub de Biomateriales de CINDE y el Instituto Interamericano de Desarrollo (IICA), en conjunto con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Telecomunicaciones (MICITT), Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y la Universidad Nacional, desean cordialmente extenderle la invitación para la nueva fecha del Taller de Sensibilización en Bioeconomía: Sesión Puntarenas que se llevará a cabo el: Día: miércoles 19 de abril. Hora: 9:00 a.m. a 12:30 m.d. Lugar: Centro de Formación y Capacitación Municipal (CEFOCA), Orotina.

En este primer taller se busca sensibilizar a empresas, emprendedores e instituciones de apoyo, de los sectores agropecuarios y forestales de la región sobre las oportunidades de aprovechamiento de la biomasa pri-

maria y residual para el desarrollo de nuevos productos. Tratando temas como la Estrategia Nacional de Bioeconomía, concepto y principios de la bioeconomía y los biomateriales, senderos de aprovechamiento de la bioeconomía y los biomateriales, el potencial de la bioeconomía para promover el desarrollo en los territorios y se revisarán casos y experiencias de bio-negocios.

Las empresas e instituciones interesadas en participar pueden inscribirse en el siguiente enlace antes del 14 de abril: <https://es.surveymonkey.com/r/K7RHYWZ> / Información: biomaterialshub@cinde.org

V CONGRESO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Estimada Comunidad,

Junto con saludar, uno de nuestros miembros de la comunidad nos extiende la siguiente invitación al **V Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias a celebrarse en el Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba, del 5 al al 9 de junio del 2023.**

El objetivo de generar conocimientos e intercambiar experiencias de éxitos que promuevan y favorezcan la integración entre las más diversas áreas del conocimiento relacionadas con las ciencias de la educación, las ciencias económicas y empresariales, las ciencias sociales y la cultura física que refuercen el mandato social de la educación superior y destaquen el aporte de las universidades en materia de innovación con la mirada puesta en la defensa y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. En correspondencia con ello, el Programa Cien-

tífico del evento incluirá Conferencias Magistrales de notables expertos nacionales e internacionales, así como, Plenarias, Talleres, Presentación es y posters virtuales y Exposición Científico-Comercial, las cuales privilegiarán el enfoque multidisciplinar, que permitirá congregarse a especialistas de todo el mundo, en torno al empeño de alcanzar un desarrollo sostenible.

El Comité organizador, para el intercambio académico, científico y técnico, aceptará contribuciones relacionadas con los **EVENTOS SIMULTÁNEOS Y LOS EJES TEMÁTICOS** correspondientes.

Para participar, más información en el documento adjunto, donde aparecen los contactos para cada evento y actividad.

Un gran abrazo y buen fin de semana,

Carolina Maturana

Consultora Regional para América Latina y El Caribe
Plataforma de Conocimientos sobre Agricultura Familiar. +569 79776935.

WORLD AQUACULTURE 2023 DARWIN AND MORE AQUACULTURE EVENTS ORGANIZED by the World Aquaculture Society & the European Aquaculture Society.

WORLD AQUACULTURE 2023 Darwin, Northern Territories, Australia May 29 – June 1, 2023 Darwin is proud to be hosting World Aquaculture for Australia for the first time since 2014.

This annual event will incorporate the Australasian Aquaculture industry and will see several thousand attendees from around the world converge on the city of Darwin. World Aquaculture 2023 (WA2023) will be an opportunity for the international aquaculture community - academics, industry researchers, market and industry analysts, government officials, policy makers and industry representatives to present their work and exchange ideas and develop a vision for the future of the aquaculture industry as we focus on the theme of “Supporting Strength in Aquaculture”. Submit your abstract soon.

An event not to be missed - WA2023 will offer a chance to gauge the sector’s progress, whilst we discuss and debate the issues, ideas, mechanisms and hands-on practical

approaches towards building a better industry. In addition, there will be ample opportunity to network at the exhibition, many workshops, seminars and other business meetings. We can provide options for your meeting.

Visit World Aquaculture 2023 | World Aquaculture Society Meetings (was.org) or contact Nate at apc@was.org for general info or Mario at mario@marevent.com for more info on exhibition and sponsorship.

Thanks to the Northern Territory government for their support.

Thanks to all the WAS Premier Sponsors Blue Aqua, Zeigler, Kemin, Grand Aqua, MSD and US Soy.

AQUACULTURE EUROPE 2023 – AE23 – Vienna, Austria – September 18-21, 2023. Annual meeting organized by the European Aquaculture Society.

Vienna, arguably Europe’s cultural capital, is a city with unique charm, vibrancy and flair. From medieval alleyways to imperial squares, view the Schönbrunn Palace or the Imperial Palace (Hofburg) in the footsteps of Sissi and Emperor Franz Josef, and the majestic architecture along the Ring Boulevard. Vienna is not an aquaculture capital, but we all know “The Blue Danube” by Johan Strauss I. AE2023 will take place at the Messe Wien Exhibition and Congress Center – a modern, high capacity venue in the city and easily accessible by the Vienna Metro (U-Bahn) system.

As part of AE2023, EAS will organize the second RAS@EAS event, a one-day workshop.

The AE event is a focal point for meetings of European associations, satellite workshops of EU projects and other events. We can provide options for your meeting.

More info www.aquaeas.org or contact ae2023@aquaeas.eu; Exhibit invitation and sponsorship contact mario@marevent.com.

Thanks to Biomar for their support as Gold sponsor

AFRICAN AQUACULTURE 2023 – AFRAQ23 – Lusaka, Zambia – November 13 – 16, 2023. The 2nd Annual International Conference & Exposition of the African Chapter of the World Aquaculture Society (AFRAQ2023). Zambia, being one of the fastest growing aquaculture producer countries in Africa will host the largest aquaculture conference and trade show in Africa. Thousands of delegates from around the world are expected to converge in

the bustling and glittering capital city, Lusaka to celebrate achievements on all aspects of aquaculture development in Africa, but also to find solutions to some of the challenges hampering the growth of the sector, and to explore new opportunities. AFRA2023 will undoubtedly provide numerous networking and collaboration opportunities. More details in the brochure. Exhibit invitation.

Thanks to Aller Aqua for their support as Gold sponsor. Thanks to all the WAS Premier Sponsors Blue Aqua, Zeigler, Kemin, Grand Aqua, MSD and US Soy.

XIV CONVOCATORIA SANTANDER-UA de becas para cursar másteres oficiales en la UA, dirigida a personas de Iberoamérica. Curso 2023/2024.

Enlace general de la convocatoria:

<https://sri.ua.es/es/cooperacion/ayudasbs/becas-banco-santander-ua.html>

Si tiene cualquier duda puede dirigirse a la Subdirección de Proyectos de Cooperación Universitaria al Desarrollo y Becas, a través del siguiente correo electrónico: p.becas@ua.es.

CONSERVACIÓN ESTRATÉGICA ANUNCIA EL CURSO: “ECONOMÍA Y FINANZAS PARA EL LIDERAZGO AMBIENTAL”

Considerado uno de los principales programas, a nivel mundial, en la formación en economía y finanzas aplicadas para profesionales del medio ambiente, el Curso Internacional que CSF dicta en Estados Unidos, por primera vez se realizará en español y en línea. Se abordarán diversos temas de la economía ambiental, como: fundamentos económicos básicos y factores que impulsan la degradación de los recursos naturales, incentivos económicos, valoración de los servicios ecosistémicos, financiamiento de programas de conservación, análisis costo-beneficio de programas de desarrollo, formulación y evaluación de políticas ambientales, y economía del comportamiento que afecta nuestras decisiones cotidianas relacionadas con la conservación de la naturaleza. Conoce todos los detalles y regístrate aquí.

Fuente: Boletín REDESMA. boletinredesma@cebem.org

ESTIMADA COMUNIDAD...

Junto con saludar, uno de los colaboradores nos ha compartido la siguiente convocatoria para promover el voluntariado en cooperación.

Les pido difundir entre sus redes Gracias!!!

Te gustaría viajar con CESAL a la frontera de República Dominicana y Haití?

¡Participa en RecAcciona!

La República Dominicana y Haití comparten la isla conocida como La Española. En la frontera entre ambos países se ubica, precisamente, la reserva de la biosfera transfronteriza de La Selle-Jaragua-Bahoruco-Enriquillo. ¿Cómo podemos protegerla?

¡Grábate un selfie contándonos tus ideas para resolver esta problemática. Cuéntanos por qué tendrías que venir tú como persona voluntaria a terreno.

Bases e Inscripción en el link <https://www.cesalreacciona.com/>

Carolina Maturana

Consultor Regional para América Latina y El Caribe
Plataforma de Conocimientos sobre Agricultura Familiar

ESTIMADO COLEGA:

Quedan solamente 80 días para celebrar el XIII Congreso Internacional de Áreas Protegidas.

Si tiene interés en participar, necesitamos envíe su resumen de ponencia hasta antes del 15 de abril, de lo contrario no podrá aparecer en el CD de la convención que constituye una publicación con ISBN. Tampoco podrá aparecer en el programa científico del congreso.

Para mayor información, consultar la circular de la Convención que aparece en la página web de nuestro centro <http://www.snap.cu>

Circular del XIII Congreso Internacional de Áreas Protegidas, Cuba. <http://www.snap.cu/download/circular-congreso/?wpdmdl=2335&refresh=63e3c2f2b937f1675870962>

Saludos cordiales,
Comité Organizador.



Latin America and Caribbean Fisheries Congress
Congreso Latinoamericano y del Caribe de Pesquerías

Mayo/May 15-18, 2023

Cancun Convention Center, Cancun, Mexico



III Congreso Iberoamericano de
Gestión Integrada de Áreas Litorales
MAR DEL PLATA • BUENOS AIRES • ARGENTINA

III Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales

Hacia la sostenibilidad de los socio-ecosistemas costero-marinos de Iberoamérica

Mar del Plata (Argentina), 24 al 27 de abril de 2023

3° circular

Los invitamos a participar del **III Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales: Hacia la sostenibilidad de los socio-ecosistemas costero-marinos de Iberoamérica (GIAL III)**, organizado por la Universidad Nacional de Mar del Plata y la Red IBERMAR y co-organizado por la Iniciativa Pampa Azul a desarrollarse entre los días 24 y 27 de abril del 2023 en la ciudad de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

EJES TEMÁTICOS, SIMPOSIOS Y MESAS REDONDAS EJES TEMÁTICOS (para postulación libre de resúmenes extendidos)

Eje 1: Experiencias en Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL).

Eje 2: Ciudades costeras y adaptación a los impactos del cambio climático.

Eje 3: Aportes teóricos y metodológicos a la GIAL.

Eje 4: Educación Ambiental y participación ciudadana en problemáticas litorales.

Eje 5: Áreas Naturales Protegidas, problemas, conflictos y prácticas de GIAL.

Eje 6: Experiencias en gestión del patrimonio natural, histórico y/o cultural en áreas litorales.

Eje 7: Enfoque ecosistémico de recursos costero-marinos en el marco de la GIAL.

Eje 8: Turismo, conflictos y gestión sustentable en áreas litorales.

Eje 9: Aspectos legales e instrumentos para la gestión costero-marina.

Eje 10: Experiencias formativas de gestores costeros en la educación primaria y secundaria.

SIMPOSIOS (para postulación libre de resúmenes extendidos)

1. Redes de cooperación académica para la investigación y transferencia en Iberoamérica: avances, resultados y perspectivas.

2. Planificación Espacial Marina e interacciones mar-tierra 3. Experiencias de gestión municipal en áreas litorales.

MESAS REDONDAS DE DEBATE

1. Red Latinoamericana de Erosión Costera (RELAEC). Erosión costera y estrategias de gestión en Latinoamérica.

2. Iniciativa Pampa Azul. 3. Experiencias de articulación entre la academia y los decisores de políticas públicas costeras en Argentina.

4. Manejo Costero Integrado como campo inter y transdisciplinario en el marco de los ODS.

5. Turismo azul y sostenibilidad.

6. Red Iberoamericana de investigación y formación de posgrado en manejo costero marino integrado.

Estas actividades del Congreso se verán complementadas por conferencias magistrales y/o minicursos por partes de expertos invitados.

¡Podes encontrar más información sobre los ejes temáticos, simposios y mesas redondas en nuestra página web (<http://ibermar.org/gial2023/>) o en nuestras redes sociales!

Artículo de opinión

La Acuicultura. Antecedentes, oportunidades y desafíos en Cuba



Por Abel Betanzos Vega.

En “El Bohío” de enero de 2023, en el artículo de opinión de la página 21 “Cuba ¿una Isla sin peces?”, además de comentar sobre la situación de las pesquerías marinas en Cuba, y de analizar someramente algunos de los factores ecológicos, económicos y sociales en la disponibilidad de pescado, y que unido a una máxima explotación pesquera inciden en el estado actual de los stocks pesqueros, mencionamos también algunas alternativas pesqueras que, sumado a las necesarias inversiones, pueden constituir una solución ante la disminución actual en la producción de peces y mariscos.

Se reconocen como ALTERNATIVAS PESQUERAS aquellas actividades que pueden constituir una opción de producción adicional, ya sea por introducción de nuevas pesquerías, **desarrollo de sistemas de cultivo**, o por valor agregado a las producciones tradicionales. En este artículo nos referiremos a los antecedentes y situación actual de la acuicultura, de manera resumida pero con ojo crítico, poniendo de relieve las oportunidades pero también los desafíos a que se enfrenta el desarrollo de la maricultura en Cuba.

Ante las nuevas amenazas que impone el Cambio Cli-

mático, los esfuerzos de transformación en el sector de la pesca y la acuicultura deben ser orientados a incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades más vulnerables fortaleciendo la gobernanza, el desarrollo del conocimiento y reduciendo los niveles de inseguridad alimentaria. Tanto en la pesca como en la acuicultura existen opciones para la adaptación.

Las principales opciones de adaptación al Cambio Climático en el sector pesquero cubano son:

- 1.- Planes de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico, y monitoreo de los recursos pesqueros y la biodiversidad marina.
- 2.- Artes, aparejos y métodos de pesca más selectivos y amigables con el medioambiente y los ecosistemas.
- 3.- Protección de hábitats críticos –áreas de desove esenciales como los manglares, los pastos marinos y arrecifes de coral.
- 4.- Reducción del descarte y la pesca incidental.
- 5.- Cambio de mentalidad de recolectores a cultivadores.
- 6.- Cultivo de especies con mayor tolerancia térmica, salina y a la hipoxia;
- 7.- Formulación de nuevos alimentos, revisión de la cadena de valor.

8.- Fomento del consumo de especies de peces de bajo valor comercial.

9.- Mejorar los sistemas de regulación, control y gobernanza (co-manejo).

10.- Diversificar los medios de vida de las comunidades costeras que dependen en gran medida de la pesca extractiva.

Para Cuba, un incremento significativo en los suministros de pescados y mariscos, necesariamente tienen que provenir de la ACUICULTURA.

Una breve mirada a la acuicultura estatal en agua dulce

Durante 1959 - 1980 se realizó un proceso de formación, preparación y especialización en la acuicultura estatal de agua dulce en Cuba, y se crea la Empresa Nacional de Acuicultura -hoy representada por la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA)- que en colaboración con otros centros de investigación y organizaciones internacionales como la FAO y PNUD, se encargó de elaborar planes de producción y desarrollo a partir del inventario y análisis de los espejos de agua (presas, micropresas y otros embalses) según diferentes niveles tróficos. Se realizó una caracterización y evaluación del ambiente y calidad de las aguas, selección de especies para cultivo según diferentes sistemas, diseño, ubicación y construcción de centros productores de larvas o alevines, el estudio y comprensión del ciclo biológico de las especies y de los propios sistemas de cultivo, opciones de piensos nacionales para alimentación según diferentes niveles de nutrición, y la sanidad acuícola e inocuidad para el consumo de recursos dulceacuícolas.

Durante los años 1981 - 1991 el desarrollo acuícola fue sistemático y no solo en el cultivo de peces, sino también de crustáceos (langosta y langostino de agua dulce), y otros como la rana toro americana. Aunque se han introducido varias especies dulceacuícolas los resultados han variado en el tiempo en cantidad y diversidad de especies cultivadas, centrándose en los últimos tiempos en el cultivo de peces como algunas carpas, la tenca, las tilapias, y el claria, alcanzando producciones de alrededor de 20 000 ton aplicando los sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos,

aunque con manifiesta reducción posterior a 2019 y necesidad actual de regresión temporal a sistemas mayormente extensivos por dificultades en la adquisición de piensos y otros recursos de importación.

De la situación económica actual no escapa el sector pesquero y acuícola, con dificultades de recursos necesarios para garantizar el óptimo funcionamiento de su cadena de producción y suministros, sin descartar además problemas de manejo.

Oportunidades y desafíos de la acuicultura en agua dulce en Cuba

En Cuba existe oportunidad de adquisición de alevines de peces dulceacuícolas que pueden incentivar la acuicultura comercial privada y familiar, sobre todo de las especies tilapia y claria, que en sistemas extensivos o semi-intensivos -de bajas densidades de siembra- pueden garantizar alimento para la familia, y algún excedente para comercialización; siempre revisando los procedimientos de cultivo según especies, y la calidad de las aguas de cultivo.

Desde 1991 se creó un subprograma de acuicultura con énfasis en los planes de desarrollo de la acuicultura familiar y comunitaria, que al parecer solo crece en esfuerzo y desarrollo cada vez que la economía nacional se reciente, y que a la fecha puede recibir una mayor inyección a partir del nuevo marco jurídico, con oportunidad de inversiones para nuevas formas de gestión empresarial -micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), proyectos de desarrollo local (PDL) y trabajadores por cuenta propia (TCP) . Sin embargo no se ven acciones concretas en la formación de cooperativas de acuicultura las cuales serían una opción de carácter más social y competitivo, al constituir esta una asociación de personas donde cada uno tiene una responsabilidad de inversión y laboral, con voz y voto, y distribución equitativa de dividendos y recursos, que en países de América Latina y Europa, muestran una gran fuerza y cohesión económica.

No se puede descartar la contribución -en la acuicultura de agua dulce-, de alguna que otra actividad de acuicultura familiar, urbana y rural, y las nuevas oportunidades para el sector comercial privado que ya al-

canza resultados incipientes pero interesantes en este sentido. Tal es el caso de un proyecto de desarrollo local (PDL) “VidaBum” que desde 2020 utilizó las instalaciones abandonadas de una antigua cervecería en el municipio Cotorro, y combinaron el cultivo de claria y tilapia con el de vegetales utilizando el agua de cultivo (acuaponía), con datos de comercialización local superiores a la 5 toneladas en el primer año de cultivo; y por suerte no son ellos los únicos en este tipo de emprendimiento, que resulta en una verdadera alternativa de producción pesquera y de desarrollo local. Contrario a lo que ocurre con otros “emprendimientos” que funcionan como intermediarios entre el pescador y el consumidor, y que amparados en sus mejores condiciones de pago, compiten con el sector pesquero estatal y con otras formas productivas, e imponen los precios de venta en el mercado de oferta y demanda, algunas veces especulativos.

El desarrollo de la acuicultura de agua dulce, en sistemas extensivos y semi-intensivos, son una solución alimentaria de suministro importante de proteínas y de relativo fácil acceso para nuevos emprendimientos, y la antesala de pretensiones mayores en cultivos intensivos. Las indicaciones necesarias están disponibles en literatura impresa e internet, y la información detallada está asequible en Centros de investigaciones y en universidades Cubanas, y el suministro de alevines es conseguible en Centros de Alevinaje de diferentes provincias del país.

Adicional al alimento que los peces pueden obtener del medio natural, en estanques con sistemas extensivos, es factible su mejora a partir de emplear fertilizantes orgánicos e inorgánicos que permiten un incremento de la productividad primaria, -cuidando de no llegar a niveles de eutrofización-, lo que agrega un beneficio en mayor densidad de peces (semi-intensivo), sobre todo con las especies herbívoras y omnívoras que hoy se utilizan en acuicultura. La cosa se complica con los sistemas de cultivo intensivo, en que las densidades de siembra son altas y los requerimientos -alimento, oxígeno y otros parámetros de calidad del agua- implican mayor atención y costos; aunque hoy día se combinan la acuicultura intensiva y extensiva en un mismo módulo, a partir del uso de especies de diferentes hábitos alimentarios o nichos en la cadena

trófica, - policultivos y cultivos multitróficos.

A pesar de los problemas de alimento e infraestructuras para garantizar y generalizar cultivos intensivos, la acuicultura sigue siendo la mejor oportunidad para incrementar la producción de pescado en Cuba. El sector de la acuicultura -de agua dulce- muestra también **desafíos** ambientales, como lluvias intensas o sequías extremas, con una extensión del periodo seco sobre todo en regiones específicas del país donde las precipitaciones son comúnmente escasas, esto reduce los niveles y suministro de agua en presas y otros embalses donde se desarrolla la acuicultura estatal a gran escala. La escasez de agua es un problema que se magnifica con el Cambio Climático, adicional a otros factores de distribución; sin embargo, existen sistemas de recirculación de agua (RAS) en la que la misma agua de cultivo puede ser reutilizada constantemente por largos periodos, y es una oportunidad para la acuicultura familiar, a partir de una inversión inicial que se puede recuperar a corto plazo.

Una opción de cultivo más asequible para la familia es la acuaponía, que a diferencia de la hidroponía combina el cultivo de peces con el de vegetales, por lo que se necesita un mayor conocimiento y responsabilidad en el cultivo de peces. Al ser un proceso orgánico, que implica una inversión adicional para el alimento de los peces, las plantas adquieren mejor sabor que con la hidroponía y se obtiene además proteína animal de los peces en cultivo. En la acuaponía los peces controlan la aparición de algas que pueden ser común en la hidroponía, y este sistema es factible para una acuicultura familiar incluso para el interior del hogar, y solo el sistema de bombeo de agua -preferiblemente sumergible- puede implicar una mayor inversión, adicional a la del alimento para los peces.

El cultivo de organismos marinos en Cuba, antecedentes y situación actual

El cultivo de peces y otros organismos en ambiente marino ha quedado en manos de instituciones científicas como el Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP) de Cuba, que en colaboración con el Instituto de Oceanología (hoy ICIMAR), el Centro de Investigaciones Marinas (CIM) de la Universidad de la Haba-

na y otras instituciones nacionales e internacionales, y con las propias entidades pesqueras, han realizado cultivos marinos experimentales y comerciales para dotar al sector pesquero de alternativas, no solo con objetivo de incrementar las producciones sino además para disminuir la presión pesquera sobre las especies naturales, que hoy muchas de sus poblaciones están agotadas o sobreexplotadas.

En Cuba hay potencialidades para el cultivo marino de peces, y otros recursos pesqueros, a partir del:

- Cultivo extensivo de peces detritívoros y omnívoros -con tolerancia a altas salinidades- en lagunas costeras.
- Cultivo semi-intensivo e intensivo de peces omnívoros y carnívoros en aguas marinas costeras y aguas abiertas (corrales, y jaulas flotantes o sumergibles).
- Policultivo o multitrófico a partir de módulos que combinan especies de diferentes hábitos alimentarios -peces, camarones, pepino de mar, ostiones- en aguas de la plataforma.

Siempre hay que tener en cuenta que el nivel trófico de un pez -herbívoro, omnívoro, carnívoro- en la acuicultura, no solo se determina por sus hábitos alimentarios en vida silvestre, sino por los ingredientes con los que se elabora su alimento en el cultivo.

En los sistemas semi-intensivo e intensivo en aguas marinas además del costo inicial en infraestructura, la mayor inversión ocurre con el alimento (50 % al 80 % de los costos en cada ciclo de cultivo), pero los costos totales se reducen en temas tales, como la recirculación o intercambio de agua y suministro de oxígeno debido al beneficio de las corrientes marinas y los flujos de oxígeno disuelto en el agua de mar, según selección idónea de los sitios de cultivo.

¿Cómo empezó el maricultivo en Cuba y por dónde estamos?

Aunque con estudios antecedentes, el CIP y el CIM colaboraron en el cultivo de peces marinos en Cuba, que se inició a finales de la década de los 70 con re-

sultados secuenciales a escala experimental, donde se pudo estudiar la biología y el comportamiento en cautiverio de especies con mayores potencialidades, tales como:

- Lisas (*Mugil liza*, *Mugil curema*, *Mugil cephalus*),
- Patao rayado (*Eugerres brasilianus*),
- Mojarra (*Gerres cinereus*),
- Robalo de ley (*Centropomus undecimalis*),
- Palometa (*Trachinotus falcatius*),
- Tilapia (*Oreochromis spp.*) en ambiente salobre.



Se realizó cultivo experimental con lisas (*Mugil liza*) en estanques con potencial de 230 g en 6 meses de cultivo, y mojarras desde desove hasta juveniles, pero no trascendió a escala comercial. Sin embargo, con el ostión de mangle se cerró el ciclo completo de cultivo de forma artesanal.



Ya para la década de 1980 se introdujeron e incrementaron las granjas de cultivo de ostión con destino comercial, con insumos de "semilla" (ostrillas) del medio natural y del cultivo tecnificado (laboratorios), y se alcanzaron producciones de alrededor de 2000 ton de peso bruto, de ellas 1000 ton anuales por vía de la ostricultura. A la fecha, la ostricultura se ha reducido en más de un 70% por diferentes factores naturales y humanos, pero principalmente por falta de atención, mal manejo, e incremento y autorización de la pesca extractiva de ostión de los bancos naturales, cuyos ostiones -silvestres- aportan el insumo principal para el cultivo, las larvas que se utilizan para la ostricultura artesanal.

En 1987 se inicia la camaronicultura en Cuba como actividad industrial, con la especie autóctona *Litopenaeus schmitti* o camarón blanco nativo, desarrollando todo el ciclo de cultivo desde desove hasta la

cosecha. En 2005 se introduce y cultiva otra especie de camarón blanco del Pacífico oriental (*Litopenaeus vannamei*). No se cultiva en el mar sino en estanques en tierra en sistemas semi-intensivo e intensivos. Se alcanzaron cifras > 5000 ton anuales, y posterior a 2020 se reduce significativamente la producción por dificultades económicas para adquirir el alimento, y otros recursos.

Se realizaron también cultivos experimentales en jaulas flotantes con un híbrido de tilapia roja adaptada a agua de mar, con resultados satisfactorios en aguas de la bahía de Cárdenas, y con la especie *Oreochromis aereus* en lagunas costeras, pero en este último caso los incrementos de salinidad -tras máximos de represamiento de los ríos- redujeron su potencialidad para cultivo a menos del 50% de esos cuerpos de agua, y no se ha logrado una introducción de este tipo de cultivo a escala comercial.



Otra alternativa es el cultivo de algas marinas que son un recurso renovable de interés económico, y contamos en Cuba con unas 190 especies de la clase Rodophita, entre otras especies y géneros, de las que se puede extraer agar, carragenatos, y ficocoloides para la industria alimenticia, biomédica, y farmacéutica. Entre finales de la década de 1980 y principio de los 90s se realizaron cultivos por el Instituto de Oceanología (hoy ICIMAR) y el CIP, de algas marinas de los géneros *Bryothamnion* y *Gracilaria*, con mayores rendimientos en *Bryothamnion triquetum*. Se realizaron cultivos en Cárdenas y La Habana, en sistema de tendales suspendidos, con buen ritmo de crecimiento y buena fuerza de gel en el agar obtenido. Con el mismo objetivo se introdujo en 1990-1991 las especies *Kappaphycus alvarezii* y *Eucheuma denticulatum* de mejores resultados para la industria de la carragenina, pero no se logró establecer y mantener una producción comercial sostenible. En el medio natural no mostraron arraigo ni mucho crecimiento, en el caso



del *Kappaphycus* debido a las características físicas del sustrato y bajas concentraciones de nutrientes en los sitios -de la plataforma noroccidental- donde se realizaron los cultivos.

Inversiones extranjeras en el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes se desarrollaron en Cuba entre 1997 y 2004, de las especies foráneas lubina (*Dicentrarchus labrax*), dorada (*Sparus aurata*) y corvina roja (*Sciaenops ocellatus*), alcanzando producciones totales de 715 ton, con supervivencia de más del 90%. Se lograron ciclos de cultivo desde alevines hasta adultos, pero sin conseguir en la cosecha las expectativas de los inversionistas de alcanzar ejemplares de más 1 kg de peso en un periodo corto de cultivo, debido a las altas temperaturas de las aguas y adelantos del periodo reproductivo, sin descartar otras causas en el manejo.

Bajo la labor y supervisión del Centro de Investigaciones Pesqueras se cultivó en 2007-2009, en aguas costeras de Casilda y Bahía de Cabañas, el híbrido de tilapia roja (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) en pequeñas jaulas flotantes en ambiente marino, tras adaptación a agua de mar de alevines con peso de 10 a 20 g se obtuvo una producción total de 16.6 ton, y ejemplares con peso promedio de 350 g en 200 días de cultivo, y supervivencias mayores de 86%. Estos cultivos en agua de mar -con lo que se asegura un mejor sabor de la tilapia y se incrementa su valor comercial- fueron considerados exitosos en sus inicios, pero no fueron posteriormente bien atendidos en su manejo, y abandonados paulatinamente por las empresas extractivas pesqueras que los desarrollaban, aludiendo a diferentes causas.



A finales de la década del 2000, en la estación de maricultura del CIP ubicada en Santa Cruz del Sur, Camagüey, y como parte de un proyecto de colaboración con la JICA (Japón) se inició un cultivo de peces de alto valor comercial. A partir de reproductores



naturales de pargo criollo (*Lutjanus analis*) y robalo (*Centropomus undecimalis*) adaptados en cautiverio, y que se consolidó en 2012-2013, se obtuvieron bancos de reemplazo de reproductores de ambas especies, y miles de alevines de pargo y robalo. Más del 70% de juveniles fueron liberados al medio natural, y con el resto se alcanzaron tallas de casi 1 año de edad en estanques de cemento. El proyecto no continuó más allá de lo proyectado por falta de condiciones para proseguir el engorde debido a inexistencia de estructuras de cultivo (jaulas flotantes), dificultad económica para la adquisición del alimento idóneo (con alta proporción de proteína animal, principalmente de pescado y flotabilidad requerida), e indecisiones del sector pesquero para desarrollar comercialmente ese cultivo. Los procedimientos están disponibles y publicados.



Entre 2014 y 2015, con apoyo y asesoría del Instituto de Investigaciones Marinas de Noruega (IMR), el CIP realizó en aguas de la bahía de Cochinos un cultivo experimental de Cobia (*Rachycentron canadum*), desde alevines (63 g) hasta cosecha (5.17 ton), en 250 días de cultivo. Se obtuvieron ejemplares de casi 3 kilogramos de peso promedio y supervivencia mayor del 75%, cultivados en una jaula flotante. A pesar del éxito de este cultivo, no se continuó su escalado por varias causas; dificultades para adquirir nuevos alevines, altos costos del alimento, y no autorización para continuar utilizando el sitio de cultivo, ubicado dentro de un zona marina en el límite exterior del área protegida Parque Nacional Ciénaga de Zapata..



Entre 2012 y 2017 la empresa pesquera de Caibarién (EPICAI) desarrolló un semi-cultivo (engorde en jaulas flotantes) de langosta común del Caribe (*Panulirus argus*) desde juveniles tempranos hasta su cosecha, en aguas de la bahía de Filipinas, al norte del poblado costero de Carahatas, Villa Clara, Cuba. El

cultivo de langosta se desarrolló con apoyo y asesoría de Vietnam y acompañamiento del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba. El mejor resultado obtenido fue, que de una biomasa de 30 kg de langostas juveniles, en 3 Jaulas, se obtuvieron en 13 meses 289 Kg de langostas de talla comercial, para un incremento del 89% de la biomasa, con un peso promedio entre 400 y 525 gramos, y una supervivencia del 80 al 86%. Las langostas de cultivo mostraron mejor índice de condición (gordura) y mayor tasa de crecimiento que las langostas en su medio natural (la misma talla 6 meses antes), aunque la alimentación constituyó un factor polémico e importante en la inversión, al estar mayormente compuesta por una dieta de diferentes organismos marinos. Este proyecto no continuó su escalado por problemas logísticos, de manejo, e indisciplina tecnológica, y desde el principio presentó conflicto de intereses con la pesquería.



En otro intento de lograr estimular al sector pesquero con el cultivo de tilapia en ambiente marino se desarrolló un cultivo entre 2019 y 2020 en la estación de acuicultura marina del CIP en Santa Cruz del Sur, Camagüey. En 2020 se sembraron alevines (10-20 g) de tilapia roja en estanques de cemento con agua de mar, y se obtuvieron en cosecha ejemplares de entre 375 g y 460 g de peso y producción total de 3 ton, con supervivencia > 80%, y fueron comercializadas localmente. Demostrada la potencialidad de este cultivo, ninguna empresa pesquera asumió los costos necesarios para su continuidad comercial.

El intento más reciente en desarrollar el cultivo comercial de tilapia en agua de mar lo realizó la UEB de Caabañas perteneciente a la empresa pesquera FLOGOLFO de Artemisa, la estación de acuicultura marina del CIP enclavada en Mariel apoyó en labor y asesoría de dos ciclos de cultivo, que fueron desarrollados en 2022 por esta entidad de la pesca extractiva. Con alevines de tilapia de 10 - 30 g se alcanzaron ejemplares en cosecha de alrededor de 250 g en promedio, en 150 días de engorde, para una producción total de 1.7 ton y mortalidad superior al 50%. Las anomalías ocurridas

en estos dos ciclos de cultivo se relacionaron con contaminación en la bahía tras escurrimientos terrígenos posterior al paso del huracán Ian, y a la aparición de enfermedades, sin descartar problemas de mal manejo.

Ante las dificultades para lograr un desarrollo comercial de mediana a gran escala en el cultivo de tilapia en ambiente marino puede surgir la siguiente interrogante, **¿si la tilapia es una especie de agua dulce, por qué en Cuba se insiste en desarrollar su cultivo en el mar?**, la respuesta es, que:

- Se cuenta con centros de reproducción y desove con reproductores de esta especie, y el conocimiento y experiencia en su cultivo.
- Existe la opción de adquirir los alevines en estado revertido (masculinizados) para reducir el desvío de energía a la reproducción, y son adaptables al agua de mar.
- Son ambientalmente poco exigentes.
- Son omnívoras -más fáciles de alimentar- y es posible un pienso artesanal nacional.
- Rápido crecimiento (ciclo corto de cultivo)
- El sabor de la carne mejora en condiciones de cultivo en agua de mar
- Tienen mercado doméstico y de exportación asegurado.

Actualmente (2023) solo una MIPYME del sector privado intenta desarrollar un nuevo ciclo de cultivo en jaula flotante de tilapia roja, en la desembocadura del río Mosquito en Mariel, pero se encuentra con dificultades para garantizar un alimento balanceado en dieta extrusada de calidad, acordando una colaboración con el CIP en términos de asesoría.

Desafíos

“En el medio natural los peces pueden evadir zonas afectadas por la acción natural o humana para garantizar su supervivencia. En sistemas de cultivo, el cultivador es el responsable de garantizar la supervivencia de los peces”. El anterior razonamiento nos

indica que la acuicultura va más allá de confinar y alimentar peces u otros organismos, hay necesidades biológicas y requerimientos ambientales, y procedimientos, que se deben garantizar, sí o sí, para alcanzar resultados positivos en este empeño. Adicional a la escasez actual de recursos, las indisciplinas tecnológicas y el incumplimiento de los procedimientos son factores que inciden en la producción pesquera por acuicultura, y el factor alimento es uno de los problemas más neurálgicos en Cuba para la cría de peces y camarones, ya que pueden constituir más del 60% de los costos de producción.

Tres fábricas de pienso fueron construidas en Cuba: planta de CENPALAB, la planta de Santa Cruz del Sur y la planta de Cienfuegos, pero el envejecimiento de la maquinaria, la obsolescencia de las tecnologías, y la pobre disponibilidad de materia prima, incluido harina de pescado, han hecho imposible la continuidad de su funcionamiento en algunas, o impedido que alcancen la cantidad y calidad del pienso que se requiere para la acuicultura. La conformación de un pienso extrusionado -balanceado- y con la flotabilidad requerida es el “talón de Aquiles” de la fabricación a escala comercial del alimento para peces en Cuba, sobre todo la calidad y cantidad necesaria.

El alimento por etapas de cultivo implica diferentes elementos, y existe la posibilidad de conformación de pienso artesanal o semi-artesanal con menores costos de producción a partir de conformados de materia prima autóctona. La harina de pescado es un elemento primordial, y su sustitución por otros productos proteicos es hoy una necesidad debido a sus costos de importación, a la reducción de la producción pesquera, y al máximo aprovechamiento de pescados y mariscos por la industria pesquera para diferentes conformados, prácticamente sin excedentes.

La sustitución por ensilados de productos pesqueros es otra opción de menor costo, pero las cantidades necesarias para la acuicultura familiar o para la acuaponía son mínimas, y son posibles las harinas de origen vegetal como el maíz y harina de gluten de maíz, harina de soya, la harina de plumas de aves (para tilapias), harina de yuca, entre otras mezclas orgánicas y vitaminas, así como el uso de antibióticos naturales en la

dieta, como extracto de ajo y cebolla.

Otros desafíos son los problemas con recursos humanos y el capital que representan, que son otro factor de consideración en la disminución de la producción en la acuicultura. El bajo poder adquisitivo, la migración de personal calificado desde las zonas rurales a las ciudades, -y más allá de las fronteras-, y otras situaciones que inciden en las actuales condiciones de vida han generado también una afectación a este sector de la economía. Los altos precios de los alimentos en el mercado de oferta y demanda -sobre todo del pescado- inciden además en un incremento de la pesca ilegal, y el desvío de capturas. No se pueden descartar problemas locales en las actividades de acuicultura – en los procesos y sistemas empresariales de cultivos comerciales de recursos pesqueros en Cuba-, que se han identificado indistintamente y en determinados periodos:

- Falta de control y exigencia, con consecuencias en la estabilidad de la producción y en la cadena de suministro y distribución.
- Deficiente supervisión del proceso productivo por parte de técnicos y Jefes de Granjas.
- Incumplimiento de los procedimientos operacionales de trabajo por parte de personal directo a la producción.
- Inestabilidad en el suministro y mal manejo del alimento (pienso).
- Deterioro de infraestructuras y del estado constructivo de estanques, y otros reservorios de agua utilizados en el cultivo de recursos pesqueros.
- Disminución de las potencialidades de las especies en cultivo, por atraso o inexistencia de un suministro de reproductores con calidad genética, para “refrescar” las poblaciones.
- Dificultades en el abastecimiento de los principales insumos para la producción de semilla (larvas, post larvas, alevines).

Sin cruzarse de brazos, el sector estatal pesquero ejecuta un plan de acciones para lograr el restablecimiento de los niveles máximos alcanzados, se ha trabajado

en la mejora genética de tilapias y se trabaja en la de otras especies de peces, y se planifica la introducción de nuevos lotes de camarones para mejorar las poblaciones actualmente en cultivo. Se apuesta por un incremento sostenible con objetivo de alcanzar un máximo aprovechamiento de nuestros embalses y la mayor producción posible según capacidad de carga piscícola de la acuicultura de agua dulce, lo que redundaría además en beneficios económicos empresariales y personales. Se labora arduamente en la investigación y confección de un pienso nacional con calidad y cantidad según necesidad y demanda actual. Se organizan nuevas capacitaciones, y se trabaja para incluir en la Universidad Agraria de la Habana un curso universitario de Técnico Superior en Acuicultura para la preparación de las nuevas generaciones, desde 2023. Se destaca la nueva Ley de Pesca que garantiza un marco jurídico a todas las formas de gestión empresarial y productiva, con aprobación de la pesca comercial no estatal con todos los derechos y deberes que ello presupone en materia laboral.

Expectativas

Existe un potencial para la acuicultura en Cuba, en agua dulce y marina. En el caso del Maricultivo, las aguas abiertas de la plataforma y las oceánicas alrededor de Cuba muestran bajas concentraciones en nutrientes, y valores habituales de oxígeno disuelto de Buena Calidad -de entre 5 y 7 mg/L-, por lo que el impacto de la acuicultura marina es bajo e incluso puede ser positivo al entorno ambiental, sobre todo si los cultivos utilizan las Buenas Prácticas, y volúmenes de biomasa factibles económica y ambientalmente, como ha sido demostrado en algunos experimentos de cultivos marinos comerciales en Cuba

En la situación actual, es factible económica y ambientalmente el desarrollo de acciones de maricultivo -con inversión y capital nacional- en ostricultura, esponjicultura, y alguicultura, debido a que son cultivos cuyas especies no necesitan alimento adicional al que adquieren del medio natural, y continuar los intentos de desarrollar a escala comercial el cultivo marino de tilapia roja, en alianza entre el sector pesquero estatal y otras formas de gestión empresarial.



Existe la base legal para crear cooperativas productivas y de servicios, sobre principios de igualdad de derechos y de obligaciones de sus miembros, concediendo un voto a cada socio para la toma de decisiones colectivas, con reparto equitativo de utilidades y salarios bajo el principio de “*a cada cual según su trabajo y de cada cual según su capacidad*”, gestión esta que en la acuicultura de agua dulce y en la maricultura serían un paso de avance -económico y social- superior y adicional al actualmente autorizado (empresas y unidades estatales de base (UEB), MIPYMES y PDL). La conformación de cooperativas pesqueras puede realizarse a partir de nuevas asociaciones de pescadores e infraestructuras, o con la transformación de las unidades de base existentes, dando prioridad al personal obrero y técnico actual, y una estricta selección de nuevos miembros.

Para la acuicultura marina, se trabaja en una estrategia nacional a corto, mediano y largo plazo, se procuran inversiones extranjeras y se abren opciones para el capital privado doméstico. En Cuba se fabrican jaulas circulares por la empresa CIEGOPLAST que son funcionales para el cultivo semi-intensivo e intensivo de peces, en aguas interiores y bahías protegidas, y existe la oportunidad de importación de pienso pelletizado y extrusionado de calidad para todas las formas de gestión empresarial.

Literatura consultada

- Álvarez-Lajonchère, L. & J. N. Fernández-Rodríguez. (2013). La piscicultura marina como mejor alternativa para incrementar la producción pesquera. El caso Cuba. *Industria Acuícola* 9: 10-19.
- Areces, A. J. (1992). Optimización del cultivo in situ

- de *Bryothamnion triquetum* (Gmelin) howe, mediante evaluación de diversos sistemas de sujeción. *Ciencias Marinas*, 18(2): 65-76. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v18i2.892>
- Betanzos Vega, A., Garcés Rodríguez, Y., Delgado miranda, G. & M. A. Pis Ramires. 2012. Variación espacio-temporal y grado de eutrofia de sustancias nutrientes en aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo, Cuba. *Rev. Mar. Cost.* Vol. (4): 117-130. ISSN 1659-455X
- Betanzos-Vega, A., S. Rivero-Suárez & J. M. Mazón-Suástegui. (2014). Factibilidad económico-ambiental para el cultivo sostenible del ostión nativo *Crassostrea rhizophorae* (Gülding, 1828), en Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research* 42(5): 1148-1158. <http://www.redalyc.org/pdf/1750/175032686018.pdf>
- Betanzos Vega, A. & T. de J. Romero López. (2020). Laguna El Cheve, Pinar del Río, Cuba: hidrodinámica y efectos del represamiento fluvial. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 41(3): 14-24. ISSN 1815-591X, RNPS 2066
- Garcés-Rodríguez, Y., Betanzos-Vega, A., Rodríguez-Cruzata, P., Isla-Molleda, M. & J. M. Mazón-Suástegui. (2016). Evaluación de sitio para cultivo de peces marinos en Boca Ambuila, región sur-central de Cuba. *CICIMAR Océánides* 31(2): 1-6
- Isla-Molleda, M., Arencibia Carballo, G. & A. Betanzos-Vega. (2016). Desarrollo del maricultivo en Cuba. Impactos y desafíos para lograr un manejo sostenible conservando los ecosistemas costeros. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2(1):7-26
- Isla-Molleda, M., Flores Gutiérrez, E. R., Tore Lunestad, B., Karlsen, O., Rodríguez Cruzata, P., Betanzos Vega, A., Lopeztegui Castillo, A. & D.

- Martínez Cuello. (2019). Estado ambiental de la zona donde se desarrolló el cultivo de cobia (*Rachycentron Canadum*), en jaulas flotantes, bahía de Cochinos, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 36(1): 32-37. <http://www.oceandocs.org/handle/1834/3628>
- Llanes Iglesias, J. E. (2021). Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de Clarias gariepinus. *Revista de Producción Animal* 33(1). <https://revistas.reduc.educ.cu/index.php/rpa/article/view/e3575>
- Masjuán Y, Betanzos-Vega, A., Rodríguez A.L., Montes Y. & S. García. (2017). Zonas con potencialidad para cultivo de peces en jaulas flotantes. Golfo de Ana María, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 34(1): 1-6. <http://www.oceandocs.org/handle/1834/3628>
- Mazón-Suástegui, J. M., Betanzos-Vega, A., Isla-Mollada, M., Alzugaray-Martínez, R., García-Bernal, M. & A. Avilés-Quevedo. (2020). Training for Aquaculture and Fishery Activities for the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity. Chapter 14, p. 273-296. In: A. Ortega-Rubio (ed.). *Socio-ecological Studies in Natural Protected Areas*. Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47264-1_14
- Mirabent, M., Toledo, S. J., Castro, A., B. J. Jaime. (2020). Comercial Cuban feed evaluation for red tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mosambicanus*) fry culture in seawater. *Revista de Producción Animal* 30(2): <https://revistas.reduc.educ.cu/index.php/rpa/article/view/e3425>
- Prieto, A., Baisre, J. A., Cruz, R. & R. Valdés. (1999). Los recursos marinos de Cuba; pesquería y cultivo. *Proceedings of the 45th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. <http://hdl.handle.net/1834/28769>
- Ramírez Fernández, P. E., Veloz Atencio, E. E., R. Miranda Quiroga. (2018). Estudio estratégico para el desarrollo sostenible de la acuicultura de agua dulce en Camagüey. *Revista de Producción Animal* 30(1): 58-65.
- Sormerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & A. Lovatelli. (2022). Producción de alimentos en Acuaponía pequeña escala -Cultivo integral de peces y plantas. FAO Documento Técnico de pesca y Acuicultura No. 589. FAO, Roma.
- FELICIDADES!!! A TODOS LOS TRABAJADORES DEL SECTOR PESQUERO EN ESTE 8 DE ABRIL, POR EL DÍA DEL TRABAJADOR PESQUERO CUBANO.**



“Debemos reconocernos como **país marino** y darle valor de **conservación** a esos espacios claves de la **estabilidad ambiental** de nuestro país”

Francisco Arias
Director **INVEMAR**

Artículo original. Abril 2023, Vol. 13, No. 4, ISSN 2223-8409, pp. 29-38.

Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular, Cuba. Agua del pozo

Teresita de Jesús Romero López¹, Juan Carlos García González²

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

teresitaromero@gmail.com

2.- Centro de Inmunología Molecular (CIM). Calle 216, esq. 15. Reparto Atabey. Playa.

P.O. Box 16040. La Habana 11600, Cuba.

Resumen: El Centro de Inmunología Molecular ubicado en el Reparto Atabey en la Isla de Cuba, fue inaugurado como puntal de la salud y de la economía en Cuba y tiene a su cargo la producción de anticuerpos monoclonales, terapéuticos y radioactivos, además la eritropoyetina recombinante entre otros, de ahí la necesidad de contar con agua suficiente para acometer las labores productivas que ahí se realizan. En este centro existe un pozo en desuso, que pudiera utilizarse en dichas labores, caso que la calidad del recurso sea adecuado para los objetivos de las distintas áreas. Por tales motivos y conociendo que toda agua que pueda gestionar la instalación es de suma importancia, se realizó la caracterización físico-química y microbiológica de la misma.

Palabras clave: caracterización, Centro Inmunología Molecular, pozo.

Waters characterization of Molecular Immunology Center, Cuba. Well water

Abstract: *The Molecular Immunology Center located in the Atabey neighborhood on the island of Cuba, was inaugurated as a mainstay of health and the economy in Cuba and is responsible for the production of monoclonal, therapeutic and radioactive antibodies, in addition to recombinant erythropoietin among others, hence the need to have enough water to undertake the productive tasks carried out there. In this center there is a well in disuse, which could be used in productive work, if the quality of the resource is adequate for the different tasks of the area. For these reasons and knowing that all water that can manage the installation is of utmost importance, the physical-chemical and microbiological characterization of it was carried out.*

Keywords: *characterization, Molecular Immunology Center, well.*

Inroducción

Las fuentes subterráneas son aquellas en las que el agua se encuentra bajo la superficie y para extraerse se requiere de la perforación de un pozo. La calidad de estas aguas es mejor que las que se encuentran en la superficie, ya que es difícil o poco probable que éstas sean contaminadas por residuos y aguas residuales generadas por la actividad del hombre (ITAA, s. f.).

Salvo excepciones (como el fenómeno artificialmente inducido de intrusión salina), las aguas subterráneas tienen una composición química prácticamente constante en el tiempo. Ejemplo de ello es la perseverancia de su temperatura, propiedad destacable, pues para algunos de sus usos es una ventaja, aunque esto no debe significar que se descuide su monitoreo o control periódico, destacando que por lo general la temperatura de un agua subterránea es muy cercana a la temperatura promedio anual de la zona donde se capta (Campillo, 2005).

Otra cualidad importantísima es que en su estado natural, las aguas subterráneas presentan una composición química que las hace utilizables sin tratamiento previo, en prácticamente todos los usos a los que se les destina. Puede que algunas aguas subterráneas estén excedidas en algunos compuestos, pero son la excepción (Campillo, 2005).

Una vía de aprovechar el agua subterránea para el abasto a diferentes zonas e instalaciones productivas es a través de los pozos, estructuras que están ampliamente difundidas en diferentes regiones del planeta Tierra. Estas estructuras son muy importantes para garantizar la eficacia de los servicios de agua potable, aunque existen factores que no se deben descuidar y que contribuyen a mejorar la salud pública y la calidad de vida de los seres humanos: cantidad, continuidad, calidad, costo y cobertura, conocidas como las “cinco C” (Mora-Alvarado *et al.*, 2016).

El Centro de Inmunología Molecular (CIM), ubicado en el reparto Atabey en la Isla de Cuba e inaugurado oficialmente el 5 de diciembre de 1994 como puntal de la salud y de la economía en Cuba (Figura 1), tiene a su cargo la producción de anticuerpos monoclonales, terapéuticos y radioactivos, además la eritropoyetina recombinante entre otros (P. González, comunicación personal, marzo, 2017).

A solicitud del CIM, se realizó una evaluación de las características físico-química y microbiológicas del agua del pozo, que se encuentra en sus instalaciones y que podría ser también utilizada para el abasto a la unidad productiva, aunque existía la duda de su calidad, situación que imposibilitaría su mezcla con las aguas de la cisterna existente de 500 m³ de capacidad (Romero y Bejerano, 2022) o para ser empleada en otras direcciones, por ejemplo en las calderas, sin previo tratamiento, de ahí que como objetivo del presente trabajo se trazó el estudio físico químico del agua como recurso de explotación.



Figura 1.- Centro de Inmunología Molecular. (Foto tomada de Bejerano, 2017).

Materiales y Métodos

En la instalación del Centro de Inmunología Molecular, existe un pozo excavado (que se encontraba inutilizado en el momento de la investigación), que pudiera abastecer a la institución como alternativa para incrementar el recurso agua, materia prima indispensable en la elaboración de los biofármacos que ahí se producen.

Con vistas a realizar la caracterización del agua de pozo, se tomó la muestra compuesta en la tubería por donde aflora la misma (Figura 2). Para su conservación, se utilizaron botellas plásticas y las muestras fueron sometidas a una temperatura de 4 °C hasta su posterior análisis.



Figura 2.- Colecta de agua del pozo ubicado en el CIM.

Tabla 1.- Análisis físicos y químicos efectuados a las aguas del pozo del CIM.

	Análisis	Método
Físicos	pH	Electrométrico
	Temperatura-T (°C)	Electrométrico
	Conductividad Eléctrica-CE (µs/cm)	Electrométrico
	Turbidez (UNT)	Electrodo específico
	Sólidos Disueltos Totales-SDT (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 (NMP/100 mL)	Tubos múltiples de ensayo
	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	Tubos múltiples de ensayo

El pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, salinidad, sólidos disueltos y oxígeno disuelto fueron medidos in situ con un registrador multiparamétrico Hanna y los restantes análisis se realizaron según los métodos descritos en el APHA (2012).

Breve reseña de los pozos

Varios son los significados que se le ha dado a la palabra pozo, pero todos con un denominador común: encontrar agua subterránea o petróleo. A continuación, algunas de sus consideraciones.

“Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea la reserva de agua subterránea de una capa freática o fluidos como el petróleo”.

“Pozo es aquel hoyo que se excava en la tierra o en la roca hasta dar con el agua contenida a presión entre las capas subterráneas, para que esta encuentre salida y suba de nivel de manera natural”.

“Un pozo de agua o una perforación es una obra de captación vertical que permite la explotación del agua freática contenida en los intersticios o las fisuras de una roca del subsuelo, en lo que se denomina acuífero”.

“Se pueden definir a los pozos de agua como una excavación subterránea vertical y cilíndrica, con el objetivo de obtener agua subterránea para el uso familiar o industrial, o también para la exploración y obtención de petróleo que será utilizado para un beneficio económico”.

Los pozos de agua más antiguos que se han encontrado son los de Siria y Chipre, el primero mide alrededor de dos metros de diámetro y cuatro de profundidad, escavado hace más de nueve mil años; el segundo que mide cerca de los 10 metros de profundidad, fue creado hace más de 10 mil años; pero el gran auge de pozos por toda la geografía fueron los de época romana (López, s. f.).

Los primeros pozos de agua fueron realizados con herramientas de piedra, de ahí que se infiera que los pozos más antiguos fueron creados en el período Neolítico. En el siglo I a. c. el arquitecto Marco Vitruvio Polión fue el primero en referirse a la exploración de aguas subterráneas, y fue él quien formuló el siguiente postulado: *para encontrar fuentes de agua, basta con recostarse en el suelo y visualizarlo, y ver si de él sale evaporación, como señal de que sí hay agua.* (Buch, 2017).

La perforación de pozos profundos, en zonas permeables, comienza a generalizarse a partir del Siglo XII.

Hoy en día, gracias al empleo de herramientas, materiales y equipos modernos, los pozos excavados a mano han dejado de ser un agujero peligroso tanto para los usuarios como para sus constructores. Con las tecnologías ingenieriles actuales, se han convertido en obras seguras y sin riesgo de enfermedades bacterianas o parasitarias.

Existen tres grandes categorías de pozos: los excavados, los hincados y los aforados (Figura 3). La elección del tipo de obra a realizar depende esencialmente de la profundidad de la capa acuífera, de los datos hidrogeo-



lógicos del terreno, de la rapidez deseada y del coste de la operación.

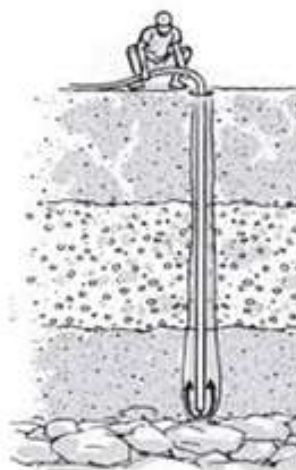
Excavados: es la técnica más sencilla y antigua. La más extenuante, aunque menos costosa. Requiere que el suelo esté relativamente blando y que la capa freática no sea demasiado profunda. Estos pozos normalmente tienen entre 10 y 20 m, y excepcionalmente llegan hasta los 30 o 40 m. Al ser poco profundos, existe riesgo de contaminación y pueden secarse fácilmente.

Hincados: se realizan mediante deformación a través de un movimiento de vaivén vertical de un tubo perforado con el extremo puntiagudo y de pequeño diámetro en un terreno friable, como la arena o la grava. Se puede extraer el agua situada a profundidades medias de entre 15 y 100 m. Al igual que los pozos excavados también están expuestos a la contaminación y la desecación, aunque en menor medida.

Aforados: son pozos aforados excavados por percusión de un herramienta en el suelo o por la acción rotatoria de una herramienta cortante (ahoyadora, taladradora, barrena) que gira alrededor de un eje vertical y rompe y tritura las rocas, cuyos residuos suelen llevarse hasta la superficie a través de lodos. Pueden alcanzar hasta 300 m de profundidad.



Pozo excavado



Pozo hincado



Pozo aforado

Figura 3.- Categorías de pozos. (Fotos tomadas de Internet).

Resultados y Discusión

El agua colectada para su análisis presentó un aspecto claro y olor aceptable, con una temperatura característica de estos sistemas, de 25.3 °C (Tabla 2).

Tabla 2.- Parámetros físicos de caracterización hallados en el agua del pozo del CIM.

Aspecto	Olor	Temperatura °C	CE (µs/cm)	Turbiedad (UNT)	SDT (mg/L)
Claro	Aceptable	25.3	1 149	5	472

La conductividad eléctrica de 1149 µs/cm refleja el alto contenido de sales, y según los reportes bibliográficos revisados, es muy semejante a la conductividad eléctrica de los pozos del distrito de Huata en Perú (Tabla 3), pero inferiores a los de la comunidad de San Valentín en Venezuela (Tabla 4), caracterizada por una fuerte

actividad agrícola y el uso de productos químicos para prevenir enfermedades en las cosechas, así como la existencia de pozos sépticos y letrinas que pueden generar contaminación a las aguas por desechos orgánicos humanos; también el resultado aquí encontrado fue inferior a los hallados en la comuna Tierra Amarilla en Chile (Tabla 4).

Por otro lado la conductividad eléctrica del pozo ubicado en el CIM fue superior a los pozos del valle del Yeguaré en Honduras (Tabla 3), región ganadera y con alta densidad de viviendas alrededor de los pozos e inadecuada disposición de excretas en el área, y ligeramente superior a los pozos de la ciudad de Zimapán en México (Tabla 5), distinguida por los bajos niveles de iones, y también al pozo que abastece a la comunidad del Instituto de Ciencias Animal (ICA) en San José, Cuba (Tabla 3).

Según criterio de Fagundo (1994), las aguas naturales no contaminadas pero mineralizadas, se deben encontrar entre los 500 – 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que hace pensar que las aguas del CIM no cumplen a cabalidad con esta condición, lo que sugiere tener especial cuidado con la posible contaminación del recurso.

Tabla 3.- Resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos de pozos ubicados en el valle del Yeguaré (Honduras), en el distrito de Huata (Perú) y el ICA (Cuba). (Tabla realizada con datos de diferentes autores).

Análisis	El Pedregal Honduras	S. Francisco Honduras	Collan I Perú	Collan II Perú	Faón Perú	Yasín Perú	ICA Cuba
pH	-	-	7.3	7.4	7.1	7.8	6.5
Turbiedad (UNT)	16.81	11.4	2.5	1.7	1.7	2.5	-
C E ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	154	235	2 448	1 347	2 237	1 661	596
S D T (mg/L)	-	-	1 135	654	992	803	-
D T (mg/L)	-	-	368	286	315	314	217
A T (mg/L)	-	-	368	286	315	314	225
NO ₃ ⁻ (mg/L)	5.59	4.1	-	-	-	-	<1
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.022	0.022	-	-	-	-	<1 x 10 ⁻²
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.035	0.034	-	-	-	-	-
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0.21	0.49	-	-	-	-	<1 x 10 ⁻²
C. termotolerantes (UFC/100 mL)	100	500	1.5	2.5	1.0	0.8	358
C. totales (UFC/100 mL)	2 000	3 500	354	105	265	147	1 517

El Pedregal (Montes de Oca, 2009); Collan, Faón y Yasín (Curo, 2017) (los diferentes valores expuestos son un promedio de los resultados reflejados en época de lluvias escasas y abundantes, según artículo original); ICA, Romero y Matamoros 2015); - No se realizó; La dureza y alcalinidad total están dadas en mg/L de CaCO₃.

Tabla 4.- Resultados de los análisis físico-químicos de pozos ubicados en la comunidad de San Valentín (Venezuela) y la comuna Tierra Amarilla (Chile). (Tabla con datos de diferentes autores).

Análisis	San Martín Ven	La Zeta Ven	El Bosque Ven	Los Cascabeles Ven	San Benito Ven	Monte Santo Ven	La Estancia Ven	Pozo 7 Atacama Chile	Pozo 8 Atacama Chile
pH	5.9	6.1	6.0	5.7	6.6	6.6	5.6	7.5	7.2
Turbiedad (UNT)	1.06	1.19	3.59	3.44	85.30	10.70	1.48	-	-
C E ($\mu\text{s/cm}$)	9 580	10 110	851	8 294	540	2 518	5 718	3 452	2 972
S D T (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	3 020	2 590
D T (mg/L)	367	343	136	412	148	399	405	-	-
A T (mg/L)	118	162	75	76	159	92	45	-	-

San Martín, La Zeta, El Bosque, Los Cascabeles, San Benito, Monte Santo, La Estancia (Bracho y Fernández, 2017); Pozo 7 Atacama y Pozo 8 Atacama (López, 2020); - No se realizó; La dureza y alcalinidad total están dadas en mg/L de CaCO_3 .

Tabla 5.- Resultados de los análisis físico-químicos de pozos ubicados en la ciudad de Zimapán (México).

Análisis	Pozo II (Méx)	Pozo III (Méx)	Pozo IV (Méx)	Pozo V (Méx)	Pozo VI (Méx)
pH	7.2	7.0	8.0	7.3	7,6
Turbiedad (UNT)	0.24	0.72	0.35	0.47	0.68
C E ($\mu\text{s/cm}$)	449	639	485	497	383
S D T (mg/L)	220	314	238	244	188
D T (mg/L)	313	324	151	349	267
NO_3^- (mg/L)	1,19	5.66	0.58	0.18	14.03
NO_2^- (mg/L)	0.0032	0.0065	0.0032	0.0065	0.0130
NH_4^+ (mg/L)	0.026	0.064	0.129	0.064	0.064

Pozos II al VI (Pérez y col, 2003); La dureza total está dada en mg/L de CaCO_3 .

La turbidez, característica física que causa la interrupción de la luz por la presencia de materia suspendida o impurezas que interfieren con la claridad del agua, fue de 5 UNT (Tabla 2), que concuerda con el límite máximo que señalan muchas normas de diferentes países para considerarse como agua potable, incluyendo la cubana. Según los datos de caracterización de los pozos encontrados en la bibliografía (Tablas 3, 4, 5), existen valores de turbiedad superiores a los del CIM, casos específicos los del valle del Yeguaré en Honduras, posiblemente en correspondencia con la disposición inadecuada de las excretas del área y el nivel freático de las dos zonas,

de 3.24 y 2.3 m respectivamente que permite hasta cierto punto la intercomunicación con fuentes puntuales y difusas, y también el pozo San Benito en Venezuela, identificada como un agua turbia.

Respecto a los sólidos disueltos totales, con 472 mg/L no es un valor en extremo elevado si se compara con los encontrados en la comuna Tierra Amarilla, Chile, reportados en el orden de los 2 500 y 3 000 mg/L. La región de estudio presenta un suelo ferralítico principalmente, que se caracteriza por una alteración intensa de los minerales, con lavado de la mayor parte de las bases alcalinas y alcalinotérreas y una parte de la sílice, formación de minerales arcillosos, así como óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio que justifican hasta cierto punto los sólidos presentes en este estudio.

De acuerdo a los parámetros químicos (Tabla 6), el pH estuvo sobre lo neutro, al parecer característico de las aguas subterráneas y aunque muchos de los pozos presentados en las tablas 3,4 y 5 están influidos por fuentes externas de contaminación, no logran imponer a esas aguas un estado en extremo básico o ácido.

Tabla 6.- Parámetros químicos de caracterización hallados en el agua de pozo del CIM.

pH	OD (mg/L)	AT (mg/L)	DT (mg/L)	D Ca ²⁺ (mg/L)	D Mg ²⁺ (mg/L)	DQO (mg/L)
7.1	5.4	413	222	108	115	8

Los valores de alcalinidad y dureza total, así como la dureza al calcio y al magnesio están reportados en mg/L de CaCO₃.

El OD resultó ser de 5.4 mg/L, concordando con Moreno (1999) de que en las aguas subterráneas este parámetro debe hallarse entre 0 y 6 mg/L aproximadamente. La concentración de alcalinidad total con 413 mg/L, superiores a las halladas en los pozos venezolanos, pero semejantes a los de peruanos, puede estar vinculada con el sustento de los suelos aquí presentes sobre rocas calizas y también por su alto poder de cambio de bases y catiónica.

La dureza total con 222 mg/L estuvo representada por los iones de calcio (Ca²⁺) y magnesio (Mg²⁺) prácticamente en la misma cuantía, demostrando así que ambos iones intervienen por igual en la dureza del agua del CIM. Por su concentración, se catalogan estas aguas como duras, que son las que se enmarcan en la tabla de índices de dureza con valores entre 150 y 300 mg/L de CaCO₃ (Tabla 7).

Tabla 7.- Índices de dureza del agua (ID). (Tabla tomada de Internet).

DENOMINACIÓN	ppm de CaCO ₃
Muy suaves	0 -15
Suaves	16 -75
Medias	76 -150
Duras	150 -300
Muy duras	Mayor que 300

Relacionando las concentraciones de dureza y alcalinidad del agua del pozo estudiado en el CIM, se infiere que toda la dureza es carbonatada, atribuyendo la mayor alcalinidad a los carbonatos y bicarbonatos asociados con los iones sodio y potasio. A pesar de ser un agua dura, el índice de saturación de Langelier hallado, de -0.09 es una medida de la posible disociación de sales, lo que evita la destrucción de piezas o equipos hidráulicos

como depósitos y válvulas de control de agua, regaderas, etcétera. La demanda química de oxígeno presentó concentraciones por debajo de 10 mg/L, lo que puede ser indicativo de aguas con bajo grado de contaminación orgánica.

Las formas nitrogenadas como nitrito y nitrato (Tabla 8) muestran concentraciones bajas, incluso inferiores para el caso del nitrato, a los contenidos en los pozos hondureños. Sin embargo, el amonio, con 3.21 mg/L se presentó superior a los encontrados en los reportes bibliográficos expuestos.

Tabla 8.- Iones nitrogenados y fosfatados hallados en el agua del pozo del CIM.

NH_4^+ (mg/L)	NO_2^- (mg/L)	NO_3^- (mg/L)	PO_4^{3-} (mg/L)
3.21	0.016	0.9	0.011

A pesar que el amonio es uno de los componentes transitorios en el agua, porque es parte del ciclo del nitrógeno, se debe tener sumo cuidado con la concentración del mismo en un momento dado, ya que esto podría ser indicativo de presencia bacteriana, mismas que pueden desencadenar una serie de reacciones químicas y microbianas que dan como resultado la disminución de la calidad del agua. El fosfato, con una concentración de 0.011 mg/L no presupone problema alguno para utilizar esa agua con fines diversos.

Con respecto a la calidad microbiológica del agua de pozo del CIM, los coliformes totales aparecieron en cantidades apreciables, 240 NMP/100 mL y 49 NMP/100 mL los coliformes fecales (Tabla 9), evidenciándose así que de alguna manera existe determinado aporte contaminante que está afectando la calidad del recurso.

Tabla 9.- Estudio microbiológico realizado a las aguas del pozo del CIM.

Coliformes totales NMP/100 mL	Coliformes termotolerantes (fecales) NMP/100 mL
240	49

La vigilancia exhaustiva de los coliformes resulta vital, ya que muchos de sus representantes pueden tener carácter patógeno, generando entre otras afecciones, molestias gastrointestinales, náuseas, vómitos, diarreas, etc., caso de ser ingeridas las aguas donde habitan. Por otro lado pueden ocasionar dolencias en niños, personas mayores y personas inmunodeprimidas. En términos generales, el estudio del agua de pozo aporta conocimiento de la posible contaminación del agua subterránea por presencia de tanques sépticos dañados, fugas de instalaciones industriales o en sistemas de drenaje o alcantarillado. Caso que el agua de pozo no pudiese utilizarse para fines de bebida, podría emplearse para labores de limpieza y riego.

Conclusiones

El agua del pozo ubicado en el CIM, no resulta apta para su uso como agua de bebida, ni en la producción de medicamentos sin previo tratamiento, aunque pudiera emplearse en otras labores de la empresa.

Recomendaciones

Tratar el agua de pozo con un sistema que logre ajustar los distintos parámetros que resultaron alterados en los estudios previos de caracterización.

Referencias

- APHA. 2012. Standard Methods for the examination of waters and waste waters. 22nd Ed. Edited by E. W. Rice, R. B. Baird, A. D. Eaton and L. S. Clesceri. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF). Washington, DC, USA. ISBN: 9780875530130.
- Bejerano, V. C. 2017. Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular. Tesis presentada en opción al título de Ingeniera Hidráulica. Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE). La Habana. Cuba.
- Buch, W. 2017. Historia y origen de los pozos de agua. *Aquasistemas. Tecnología y Confort en Agua*. Tomado de: <https://aquasistemas.com.gt>
- Bracho, F. I. A. y Fernández R. M. 2017. Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 33 (3), pp. 339-349. ISSN: 1993-8012
- Campillo, U. R. 2005. Aguas Subterráneas: Ventajas y problemas. Aguamarquet. Tomado de: <http://www.agua-market.com/sql/temas-interes/187.asp>
- Curo, V. M. 2017. Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología, Puno, Perú.
- Fagundo, C. J. R. 1994. Química del agua kárstica. En: *Hidroquímica del Karst. Parte 1*. CNIC, La Habana. Ed. Grupo de Investigación Recursos Hídricos y Geología Ambiental. 221 pp. ISBN: 84-921345-8-x.
- ITAA (s. f.). Parámetros y características de las aguas naturales. Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de agua. 22pp. Tomado de: www.oocities.org/edrochac/sanitie/parámetros1.pdf.
- López, D. 2020. Monitoreo y análisis calidad de aguas pozos 7 y 8. Algoritmos. Informe de resultados N° 01/20ALG 058-15. Coemin. Versión 2. Santiago de Chile.
- López, V. J. (s. f.). Vida y muerte de los antiguos pozos de Villafranca y su entorno. *EL HINOJAL Revista de Estudios del MUVI* (3), pp. 66-73. ISSN-e 2341-3093
- Montes de Oca, M. J. J. 2009. Diagnóstico de la Calidad de Agua en Pozos Excavados de Tres Comunidades del Valle del Yeguaré, Honduras. Tesis de pregrado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Mora-Alvarado, D. A.; Mata-Solano, A.; Sequeira-Barquero, M. A. 2016. Actualización de los criterios de calidad del agua de pozos y nacientes para potabilización en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29 (3), pp: 85-98. DOI: <http://dx.doi.org/tm.v29i3.2890>. ISSN: 0379-3962
- Moreno, J. 1999. Calidad del Agua. Memoria para optar por el título de Máster en Ingeniería Hidráulica. Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH). Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE). La Habana. Cuba.
- Pérez, M. F.; Prieto, G. F.; Rojas, H. A.; Galán, V. C. A.; Marmolejo, S. Y.; Romo, G. C.; Castañeda, O. A.; Rodríguez, Á. J. A.; Barrado, E. E. 2003. Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. *Hidrobiológica*, 13 (2), pp: 95-102. ISSN: 0188-8897; ISSN-e: 2448-7333.
- Romero L., T. J. y Bejerano, V. C. 2022. Caracterización de las aguas del Centro de Inmunología Molecular, Cuba. Agua de aducción a la cisterna. *Boletín Electrónico “El Bohío”*, 12 (2), pp: 27-34. ISSN: 2223-8409.
- Romero L., T. J. y Matamoros, R. Y. 2015. Características de las aguas de consumo del Instituto de Ciencia Animal y comunidad ICA, San José, Cuba. *Boletín Electrónico “El Bohío”*, 5 (9), pp: 18-27. ISSN: 2223-8409.

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

No existen conflictos de intereses entre los autores.

El uso de plantas nativas en el control de la glucosa y el manejo de la obesidad

Karen Ruz-Pacheco, Carolina Puc-Chim, Brayán Dzul-Hu, Nidia Jiménez Suaste
Bielka Manzanilla-Vallejo, José Tamayo-Manrique

TecNM/Tecnológico de Mérida. Departamento de Ingeniería Química, Bioquímica y Ambiental.
Av. Tecnológico km 4.5 S/N C.P. 97118. Mérida, Estado de Yucatán, México.
le17890164@merida.tecnm.mx

Resumen: La obesidad se define como la acumulación anormal o excesiva de grasa, es una de las enfermedades con mayor incidencia en México y el mundo, causando daños al sistema cardiovascular, linfático y gástrico. La causa fundamental de la obesidad es un desequilibrio energético, pero también puede deberse a factores genéticos o ambientales. La dieta moderna se caracteriza por ser rica en alimentos ultra procesados, azúcares simples y grasas de origen vegetal, los mismos ingredientes que son la principal causa de la obesidad. Debido a su rápido crecimiento en casos en todo el mundo, muchas investigaciones están empezando a retomar los usos de la medicina herbolaria. Dentro de esta gama de plantas se encuentra el Neem (*Azadirachta indica*), un árbol procedente de Asia al que se le ha asociado actividad antioxidante y anticancerígena. Varios estudios destacan el papel del Neem como agente antidiabético y anti obesidad, controlando la hiperglucemia y previniendo el estrés oxidativo. Por ello, en este trabajo se realiza el análisis de la información pertinente al uso y aplicación en la medicina naturista sobre la aplicación del neem como tratamiento alternativo de la obesidad y si es una opción viable para las personas que la padecen.

Palabras clave: Obesidad, Diabetes, Neem, *Azadirachta indica*, isoprenoides.

The use of native plants in glucose control and obesity management

Abstract: Obesity, defined as the abnormal or excessive accumulation of fat, is one of the diseases with the highest incidence in Mexico and the world, causing damage to the cardiovascular, lymphatic and gastric systems. It is one of the diseases with the highest incidence in Mexico and the world, causing damage to the cardiovascular, lymphatic and gastric systems. The main cause of obesity is an energy imbalance, but it can also be due to genetic or environmental factors. Modern diets are rich in ultra-processed foods, simple sugars and fats of vegetable origin, the same ingredients that are the main cause of obesity. Due to the rapid increase in cases around the world, many researchers are beginning to revisit the use of herbal medicine. Among these plants is Neem (*Azadirachta indica*), a tree from Asia that has been associated with antioxidant and anticarcinogenic activity. Several studies have highlighted the role of Neem as an anti-diabetic and anti-obesity agent, controlling hyperglycaemia and preventing oxidative stress. Therefore, in this work we analyse the information relevant to the use and application in naturopathy on the application of neem as an alternative treatment for obesity and whether it is a viable option for people suffering from obesity.

Keywords: Obesity, Diabetes, Neem, *Azadirachta indica*, isoprenoids.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la obesidad como la acumulación anormal o excesiva de

grasa que puede ser perjudicial para la salud. De acuerdo con la OMS, las personas padecen sobrepeso cuando presentan un Índice de Masa Corporal (IMC) igual o superior a 25 y obesidad a aquellos con IMC igual o superior a 30.

La obesidad es una enfermedad en constante aumento, convirtiéndose actualmente en una epidemia que se ha agravado en los últimos 50 años. Afecta a varios sectores de la población desde niños como adultos (Panuganti *et al.*, 2021). La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y calorías gastadas. Se ha visto una tendencia universal a tener una mayor ingesta de alimentos ricos en grasa, sal y azúcares, pero pobres en vitaminas, minerales y otros micronutrientes (Moreno, 2012). Muy relacionado con la dieta, otro factor vinculado con la obesidad es la disminución de la actividad física, consecuencia de un estilo de vida sedentario, debido a la mayor automatización de las actividades laborales, los métodos modernos de transporte y de la mayor vida urbana (Moreno, 2012).

Existen otros factores causantes de la obesidad: condiciones de vida, género, edad, factores neuroendocrinos, genéticos, metabólicos y ambientales (González-Rico *et al.*, 2012). En consecuencia, la obesidad es considerada una enfermedad crónica de origen multifactorial (Castro *et al.*, 2012, 2019). La obesidad afecta negativamente a la salud metabólica de los jóvenes y puede dar lugar a una intolerancia a la glucosa, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico de aparición temprana (Pulgaron, 2013). A medida que aumentan las tasas de obesidad, también lo hacen los riesgos de diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, artritis, deterioro cognitivo y algunos tipos de cáncer. Además, es asociada a otras enfermedades tales como las enfermedades cardiovasculares (Castro *et al.*, 2012, González *et al.*, 2009).

Debido a su magnitud, trascendencia y repercusión, la obesidad y la diabetes son considerados dos de los problemas más graves de salud pública en México. Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) siete de cada diez adultos y uno de cada tres niños presentan sobrepeso u obesidad en el país. Este paradigma se debe a los cambios en las dietas de los mexicanos, así como una transición hacia un estilo de vida más sedentario y poca o nula información respecto a la nutrición (Aceves-Martins *et al.*, 2016). Barquera y Rivera (2020) resaltan el cambio de los alimentos frescos por los ultraprocesados e hipercalóricos como una de las principales causas del aumento en los casos de obesidad en México. Y es que más del 20 % de las calorías en la dieta mexicana provienen de productos ultra procesados (Marron-Ponce *et al.*, 2018).

México es el país latinoamericano que más bebidas azucaradas consume; representan aproximadamente el 10 % de la ingesta energética diaria total en adultos y niños y suponen el 70 % del total de azúcares añadidos en la dieta (Sánchez-Pimienta *et al.*, 2016). Varios ensayos clínicos sostienen que el consumo continuo de bebidas azucaradas contribuye a la ganancia de peso, acumulación de grasa abdominal, así como el riesgo de enfermedades cardiovasculares o el desarrollo de diabetes tipo 2 (Bary y Popkin, 2013; Malik *et al.*, 2010; Stanhope *et al.*, 2009). Es por este motivo, que diversas empresas están comenzando a implementar endulzantes no calóricos, como el aspartame o las hojas de la planta *Stevia rebaudiana*, mismos que han relacionados con un bajo impacto en el metabolismo de la glucosa y la insulina (Tey *et al.*, 2017; Rogers *et al.*, 2016). La sustitución del azúcar por edulcorantes debajo valor energético tiene potencial para ayudar a controlar el peso corporal. Otras alternativas para la disminución del peso para las personas con obesidad han sido: Dieta, ejercicio, fármacos y cirugías (Rodríguez y Vega, 2006).

Con lo mencionado anteriormente, en este trabajo se hace una revisión de las diferentes alternativas naturales que existen para tratar la obesidad, así como el control de la glucosa de los pacientes que padecen dicha enfermedad. Se hará especial énfasis en el papel de la planta *Azadirachta indica*, conocida localmente como Neem.

Materiales y Métodos

Para esta revisión se realizó una rigurosa búsqueda de la información mediante la cual se recopilieron artículos dentro del marco temporal de 2000 a 2022. Las palabras clave de búsqueda incluyeron: obesidad, síndrome metabólico, control de la glucosa, control de la leptina, hipertensión, dislipidemia, hiperlipidemia, sobrepeso, anti-obesidad, pérdida de peso, glucemia, Neem, *Azadirachta indica* y flavonoides.

Resultados y Discusión

La obesidad es una enfermedad multifactorial, donde intervienen factores genéticos, de estilo de vida, alimentación e incluso el sueño. Este último factor, especialmente la calidad y cantidad de sueño ha cobrado gran relevancia, especialmente por su relación con la obesidad y la diabetes tipo 2 (Spiegel *et al.*, 2009). Una reducción en la duración y calidad del sueño ocasionan alteraciones en el metabolismo de la glucosa, además de reglar a la baja la leptina y al alza la grelina, hormona estimulante del apetito (Schmid *et al.*, 2008; Patel y Hu, 2008).

El primer tratamiento para los pacientes con obesidad es la modificación de su estilo de vida, de su dieta y la imposición de un régimen de ejercicios, que le permitirá entrar en un estado de déficit calórico, permitiendo la pérdida de peso. Un segundo tratamiento, especialmente para los casos de obesidad más comprometedores, es el uso de medicamentos para tratar el síndrome metabólico, controlar los niveles de glucosa en sangre, o las hormonas como la leptina y la grelina (Watanabe *et al.*, 2017). Otras alternativas para el tratamiento de la obesidad es el uso de hierbas y plantas medicinales, mismas que contienen diversos compuestos bioactivos con diferentes efectos metabólicos. Este tratamiento esta comenzado a tomar más importancia entre los pacientes con obesidad, pues ofrece una nueva alterativa natural y orgánica, además de estar fundamentado en los textos de medicina tradicional, principalmente China e India.

En varios estudios se ha descrito el potencial protector de plantas y hierbas contra la obesidad y la diabetes. Por ejemplo, el uso de *Capsicum annuum* (Sanati *et al.*, 2018), *Crataegus pinnatifida* y el té verde (Razavi *et al.*, 2017). En conjunto, el control de las complicaciones de la obesidad es el objetivo del tratamiento en estos pacientes, y las plantas medicinales pueden desempeñar un papel importante en su tratamiento. Dentro del gran abanico de plantas medicinales utilizados con pacientes de obesidad, sobrepeso o diabetes, se encuentra *Azadirachta indica*, comúnmente llamado Neem (Figura 1). El Neem es un árbol de hoja perenne del sudeste asiático. La altura de este árbol es de aproximadamente 15 a 20 metros, llegan incluso a alturas máximas de 35 o 40 metros.

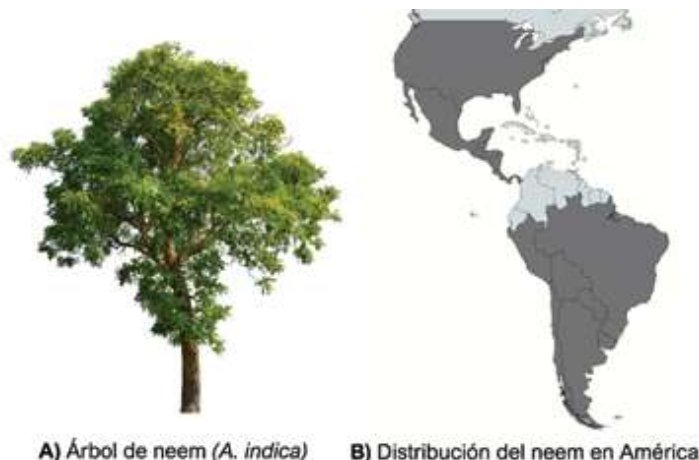


Figura 1.- Imagen del árbol de Neem (*A. indica*) y su localización en México.

Más de 300 compuestos bioactivos derivan del árbol de Neem, principalmente de las hojas, flores, corteza y raíces de la planta. Sus diversos componentes y derivados se han utilizado ampliamente en la medicina tradicional india durante cientos de años. Los metabolitos no isoprenoides e isoprenoides son los principales grupos aislados e identificados del Neem. Algunos componentes activos del Neem son la nimbidina, el nimbidato sódico, el nimbolide, el ácido gálico, la azadiractina y diversos polisacáridos (Patel *et al.*, 2016).

Las hojas, la corteza, las semillas y las flores tienen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias, antiartríticas, hepatoprotectoras, antidiabéticas, antiulcerosas y anticancerígenas (Batra *et al.*, 2022). Estas propiedades se resumen en la Figura 2.

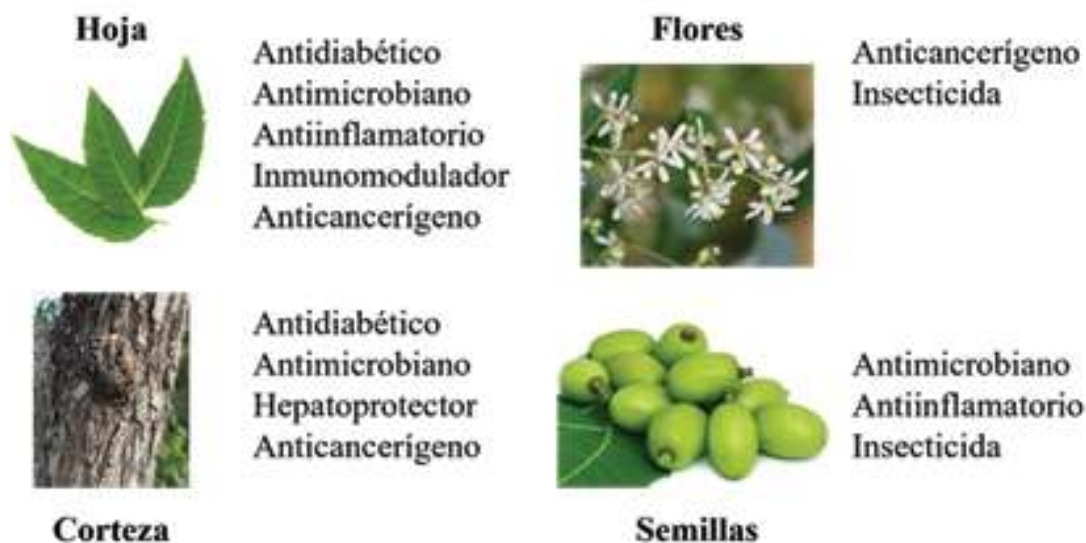


Figura 2.- Propiedades de los diversos órganos del árbol de Neem.

En la Tabla 1, se resumen algunos potenciales efectos terapéuticos de las hojas y raíces del Neem.

Tabla 1.- Potenciales efectos terapéuticos de *A. indica*.

Compuesto	Clase del compuesto	Parte del árbol de neem	Efecto terapéutico potencial	Referencia
2',3'-dihidronimbolido	Terpenoide	Hojas	Anticancerígeno	Wu, <i>et al.</i> , 2014.
Gedunin	Limonoide	Hojas, semillas	Antidiabético, antialérgico	Ponnsuamy <i>et al.</i> , 2015.
2',3'-dihidrosalanol	Triterpenoide	Hojas	Insecticida, anticancerígeno	Mnhapatra <i>et al.</i> , 2011.
Nimbandiol	Limonoide	Hojas, raíces	Antiinflamatorio, citotóxico	Passos <i>et al.</i> , 2019.
Nimbolido	Limonoide	Hojas, corteza	Anticancerígeno	Bansod <i>et al.</i> , 2020.

Los factores que pueden propiciar la aparición de las ITU son múltiples, entre los que se encuentran presentes. Un estudio realizado en 80 pacientes con diabetes y obesidad describió como las hojas y ramas de neem tienen el potencial de reducir significativamente los niveles de glucosa en sangre, la resistencia a la insulina y la inflamación sistémica (Pingali *et al.*, 2020). En varios estudios se han descrito los distintos efectos farmacológicos

del Neem, como sus propiedades hipolipídicas (Nwobo *et al.*, 2017), hepatoprotectoras (Igwenyi *et al.*, 2017), y antidiabéticas (Moga *et al.*, 2018).

Si bien, existen múltiples estudios que vinculan al Neem con sus potenciales efectos terapéuticos, también puede tener efectos nocivos en el consumo continuó en los humanos. Por ejemplo, un estudio atribuyó vómitos, diarrea, acidosis y encefalopatía al aceite de las semillas del Neem. También se han notificado cambios leves y graves en el hígado, intestino, bazo, riñón y corazón en gallinas de prueba; así como genotoxicidad y anti-fertilidad en ratas de laboratorio. El extracto de hoja de neem también disminuyó el recuento de espermatozoides, así como disfunción renal y hepática (Biswas *et al.*, 2002).

Efecto del Neem (*A. indica*) en el tratamiento de la obesidad

La obesidad y el sobrepeso, como se expuso con anterioridad, es un gran problema de salud pública que va en continuo aumento por todo el mundo. La obesidad se asocia a una disminución de la esperanza de vida y a un aumento significativo de la mortalidad. El estrés, un sueño inadecuado, la ingesta de alcohol, la inactividad, una dieta poco saludable, la edad y la genética son algunos de los factores de riesgo ocasionados por la obesidad (González-Rico *et al.*, 2012) (Figura 3).

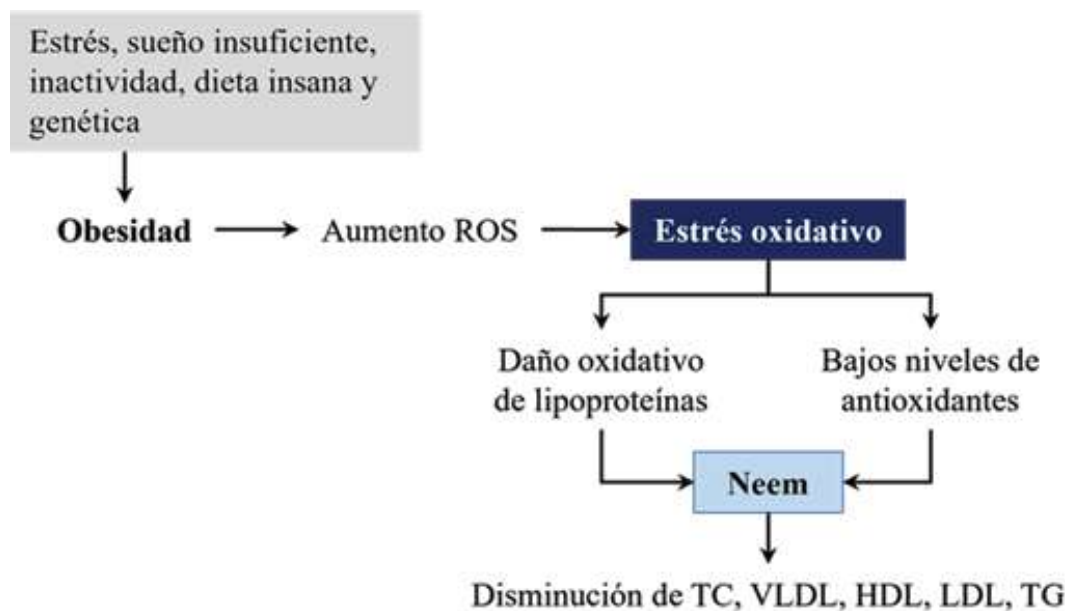


Figura 3.- Principal mecanismo de acción del neem (*A. indica*) en el tratamiento de la obesidad y la hiperlipidemia.

La diabetes, las cardiopatías, la hipertensión arterial, la hiperlipidemia y la aterosclerosis son complicaciones relacionadas con la obesidad. La lipasa y la α -glucosidasa son dos tipos de agentes de la obesidad, y donde el uso de inhibidores es una alternativa para el control de la obesidad.

Estudios realizados por Mukherjee y colaboradores (2013) observaron que el extracto acuoso de la corteza y las raíces del Neem (aproximadamente 520 microgramos por mililitro) inhibió la lipasa pancreática y la α -glucosidasa en un sistema *in vitro*.

En contraposición, los ensayos clínicos de Jayakumar y colaboradores (2002) encontraron que el extracto de hoja de Neem (500 mg/kg) no disminuyó el peso corporal en ratas tratadas durante 28 días. En la Tabla 2 se incluyen algunos estudios sobre los efectos protectores del Neem contra la obesidad.

Tabla 2.- Diferentes extractos del árbol de Neem y su resultado tras un ensayo clínico.

Extracto de las partes del neem	Dosis	Resultado	Referencia
Extracto acuoso de hojas.	500 mg/kg	Sin efecto.	Jayakumar <i>et al.</i> , 2002
Extracto acuoso y metanólico de corteza y raíces.	520 µg/ml	Inhibición de la lipasa pancreática y la α -glucosidasa.	Mukherjee y Sengupta, 2013

Efectos del neem en el tratamiento de la hiperlipidemia

Los niveles de lípidos plasmáticos aumentan en las personas con obesidad, a este fenómeno se le llama hiperlipidemia. La hiperlipidemia contribuye al deterioro de la función endotelial, al desarrollo de la aterosclerosis y a los diferentes tipos de enfermedades cardiovasculares, todo ello debió a un aumento del estrés oxidativo en el cuerpo (El-Demerdash *et al.*, 2014). El cuerpo se defiende del estrés oxidativo protegiendo las lipoproteínas plasmáticas. El aumento en la generación de especies reactivas de oxígeno en condiciones de estrés (obesidad y sobrepeso) provoca daño oxidativo en las lipoproteínas presentes en el torrente sanguíneo (Morel *et al.*, 1989).

El Neem ha sido utilizado para tratar la hiperlipidemia. Gautam y su equipo (2015) observó una disminución en los niveles de LDL (lipoproteína de baja densidad), VLDL (lipoproteína de muy baja densidad) y colesterol en ratas tratadas con una dieta a base de Neem (500 mg/kg). Un resultado similar es reportado por Mutalik *et al.*, (2005), en donde dos diferentes dosis de Neem (7.5 y 20 mg/kg) mostraron una disminución en las lipoproteínas plasmáticas en ratas con sobrepeso y obesidad. En la misma línea, Gutiérrez *et al.*, (2011) observaron que el Neem atenúa la hiperglicemia y la hiperlipidemia al inducir la producción de catalasas y estimular el sistema de defensa antioxidante en ratas de laboratorio con obesidad y diabetes. El extracto acuoso de las hojas de Neem (250 – 1000 mg/kg) redujo los niveles de colesterol y de glucosa en sangre, y aumentó los niveles de HDL (lipoproteína de alta densidad) en ratas tratadas con isoprenalina (Peer *et al.*, 2008). De igual forma, se observó que el extracto acuoso y metanólico de hojas de Neem (50 – 300 mg/kg) previno el aumento de LDL y colesterol en ratas alimentadas con una dieta rica en grasas.

Conclusión

La obesidad es un problema que afecta a más de la mitad de la población en México, convirtiéndolo en uno de los mayores desafíos salud pública. Dentro de las muchas plantas medicinales que se han tenido un efecto benéfico en las personas con obesidad, resaltamos el Neem (*A. indica*), planta originaria de Asia pero que se ha incorporado en otros lugares lejos del continente asiático.

A lo largo de esta investigación, se encontraron diversos estudios que reportan un efecto benéfico en el consumo de Neem, concretamente en el extracto acuoso de sus hojas. Los efectos benéficos del Neem son más notorios en pacientes que poseen elevada presión arterial o complicaciones cardiovasculares, pues los metabolitos secundarios impactan directamente en la reducción de lipoproteínas, así como en el tejido endotelial que conforma la capa exterior de los vasos sanguíneos. Además de promover la normoglucemia y controlar los niveles de glucosa en la sangre, reducir la inflamación y el estrés oxidativo.

Aunque los efectos benéficos vistos en ratas podrían hacer pensar que se trasladarían al humano si comenzamos con el consumo del Neem, la realidad puede distar mucho de esta hipótesis. Y es que faltan muchos más estudios en comprender como los extractos de Neem pueden intervenir en el tratamiento de la obesidad. Aun

con ello, los resultados muestran solidez en sus resultados y robustez, de modo que es de esperar que pronto la planta de Neem sea utilizada en estudios con humanos además de su incorporación en diferentes productos de consumo humanos, especialmente dirigido al mercado naturalista y para las personas que padezcan obesidad y sus complicaciones.

Referencias

- Aceves-Martins, M., Llauradó, E., Tarro, L., Solá, R., y Giralt, M. 2016. Obesity-promoting factors in Mexican children and adolescents: challenges and opportunities. *Global health action*, 9(1), 29625.
- Bansod, S., Saifi, M., Khurana, A., y Godogu, C. 2020. Nimbolide abrogates cerulein-induced chronic pancreatitis by modulating β -catenin/Smad in a sirtuin-dependent way. *Pharmacological research*, 156:104756.
- Barquera, S., y Rivera, J. 2020. Obesity in Mexico: rapid epidemiological transition and food industry interference in health policies. *The Lancet Diabetes y Endocrinology*, 8(9), 746-747.
- Bary, G., y Popkin, B. 2013. Calorie-sweetened beverages and fructose: what have we learned 10 years later. *Pediatric obesity*, 8(4), 242-248.
- Batra, N., Kumar, V., Nambiar, R., De Souza, C., Yuen, A., Le, u., Verma, R., Ghosh, P., y Vinall, R. 2022. Exploring the therapeutic potential of Neem (*Azadirachta indica*) for the treatment of prostate cancer: a literature review. *Annals of translational medicine*, 10(13), 754.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, R. K., y Bandyopadhyay, U. 2002. Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current science*, 1336-1345.
- Calvo Rico, R., Gallego Fernández, E., Lozano Placer, M., Navarro Agudo, O., Páramo Rosel, J., y López de Castro, F. 2010. Hipotiroidismo Subclínico en Pacientes con Obesidad y Sobrepeso. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 3(3), 158-162.
- Castro, A. M., Toledo-Rojas, A. A., Macedo-De La Concha, L. E., y Inclán-Rubio, V. 2012. La obesidad infantil, un problema de salud multisistémico. *Revista médica del hospital general de México*, 75(01), 41-49.
- Castro, A. M., Toledo-Rojas, A. A., Macedo-De La Concha, L. E., y Inclán-Rubio, V. Dehghani, S., Mehri, S., y Hosseinzadeh, H. 2019. The effects of *Crataegus pinnatifida* (*Chinese hawthorn*) on metabolic syndrome: A review. *Iranian journal of basic medical sciences*, 22(5), 460.
- El-Demerdash, F. M., y Nasr, H. M. 2014. Antioxidant effect of selenium on lipid peroxidation, hyperlipidemia and biochemical parameters in rats exposed to diazinon. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28(1), 89-93.
- Gautam, M. K., Gangwar, M., Singh, S. K., y Goel, R. K. 2015. Effects of *Azadirachta indica* on vascular endothelial growth factor and cytokines in diabetic deep wound. *Planta Medica*, 81(09), 713-721.
- González-Juanatey, J. R., Paz, F. L., Eiras, S., y Teijeira-Fernández, E. 2009. Adipocitocinas como nuevos marcadores de la enfermedad cardiovascular. Perspectivas fisiopatológicas y clínicas. *Revista Española de Cardiología*, 62, 9-16.
- González-Rico, J., Vazquez-Gariba, E., Cabrera, C., y Gónzales-Pérez, G. 2012. The family dysfunction as a risk factor of obesity in Mexican school children. *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 50(2), 127-134.
- Gutierrez, R. M. P., Gómez, Y. G. Y., y Guzman, M. D. 2011. Attenuation of nonenzymatic glycation, hyperglycemia, and hyperlipidemia in streptozotocin-induced diabetic rats by chloroform leaf extract of *Azadirachta indica*. *Pharmacognosy Magazine*, 7(27), 254.
- Igwenyi, I., Eze, A., Aja, P., Elom, S., Uraku, A., Awoke, J., y Obasi, N. A. 2017. Cholesterol-lowering and hepatoprotective effect of fruit juice extract of *Azadirachta indica* on *Plasmodium berghei* infected mice. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 6(9), 3367-3375.
- Jayakumar, K., Srinivasan, M. R., Ramesh, N., Sachan, A., Umesh, M. H., y Narayana, K. (2002). Effect of neem leaf extract on feed intake and body weight in rats. *Indian Veterinary Journal* (India).

- Mahapatra, S., Karnes, J., Holmes, M., Young, C., Cheville, J., Kohli, M., Tindall, D., y Vanaja, K. 2011. Novel molecular targets of *Azadirachta indica* associated with inhibition of tumor growth in prostate cancer. *The AAPS Journal*, 13, 365-377.
- Malik, V., Popkin, B., Bray, G., Després, J., y Hu, F. 2010. Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation*, 121(11), 1356-1364.
- Marron-Ponce, J., Tolentino-Mayo, L., Hernández, F., y Batis, C. 2018. Trends in ultra-processed food purchases from 1984 to 2016 in Mexican households. *Nutrients*, 11:45.
- Moga, M. A., Bălan, A., Anastasiu, C. V., Dimienescu, O. G., Neculoiu, C. D., y Gavriș, C. 2018. An overview on the anticancer activity of *Azadirachta indica* (Neem) in gynecological cancers. *International journal of molecular sciences*, 19(12), 3898.
- Morel, D. W., y Chisolm, G. M. 1989. Antioxidant treatment of diabetic rats inhibits lipoprotein oxidation and cytotoxicity. *Journal of Lipid Research*, 30(12), 1827-1834.
- Moreno, G. M. 2012. Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 124-128.
- Mutalik, S., Chetana, M., Sulochana, B., Devi, P. U., y Udupa, N. 2005. Effect of Dianex, an herbal formulation on experimentally induced diabetes mellitus. *Phytotherapy Research*, 19(5), 409-415.
- Mukherjee, A., y Sengupta, S. 2013. Characterization of nimbidiol as a potent intestinal disaccharidase and glucoamylase inhibitor present in *Azadirachta indica* (neem) useful for the treatment of diabetes. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 28 (5).
- Nwobodo, E. I. 2017. Evaluation of antilipid peroxidation and hypolipidemic potentials of *Azadirachta indica* leaf aqueous extract in paracetamol induced hepatotoxicity in wistar rats. *Int. J. Inform. Res. Rev*, 4(2), 3615-3619.
- Panuganti, K. K., Nguyen, M., Kshirsagar, R. K., y Doerr, C. 2021. Obesity (Nursing). In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Passos, M., de Carvalho, A., Boeno, S., Glória, L., Dias, S., Lopes, T., Lassonskaia, E., Braz-Filho, R., y Curcino, I. 2019. Terpenoids isolated from *Azadirachta indica* roots and biological activities. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 29 (1), 40-45.
- Patel, S. M., Venkata, K. C. N., Bhattacharyya, P., Sethi, G., y Bishayee, A. 2016. Potential of neem (*Azadirachta indica* L.) for prevention and treatment of oncologic diseases. *Seminars in cancer biology*, 40, 100-115.
- Patel, S., y Hu, F. 2008. Short sleep duration and weight gain: a systematic review. *Obesity*, 16, 643-653.
- Peer, P. A., Trivedi, P. C., Nigade, P. B., Ghaisas, M. M., y Deshpande, A. D. 2008. Cardioprotective effect of *Azadirachta indica* A. Juss. on isoprenaline induced myocardial infarction in rats. *International journal of cardiology*, 126(1), 123-126.
- Pingali, U., Ali, M., Gundagani, S., y Nutalapati, C. 2020. Evaluation of the effect of an aqueous extract of *Azadirachta indica* (Neem) leaves and twigs on glycemic control, endothelial dysfunction, and systemic inflammation in subjects with type 2 diabetes mellitu a randomized, double-blind placebo controlled clinical study. *Diabetes, Metabolic syndrome, and Obesity*, 13, 4401.
- Ponnusamy, S., Haldar, S., Mulani, F., Zinjarde, S., Hirekodathakallu, T., y RaviKumar, A. 2015. Gedunin and Azadiradione: human pancreatic Alpha-amylase inhibiting limonoids from neem (*Azadirachta indica*) as antidiabetic agents. *PLoS One*, 10(10): e0140113.
- Pulgarón, E. R. 2013. Childhood obesity: a review of increased risk for physical and psychological comorbidities. *Clinical therapeutics*, 35(1), A18-A32.
- Razavi, B. M., Lookian, F., y Hosseinzadeh, H. 2017. Protective effects of green tea on olanzapine-induced-metabolic syndrome in rats. *Biomedicine y Pharmacotherapy*, 92, 726-731.
- Rodríguez-Saborío, L. D., y Vega-Vega, M. 2006. Cirugía bariátrica: Tratamiento de elección para la obesidad mórbida. *Acta médica costarricense*, 48(4), 162-171.

- Rogers, P., Hogenkamp, P., de Graaf, C., Higgs, S., Lluch, A., Ness, A., Penfold, C., Perry, R., Putz, P., Yeomans, M., y Mela, D. (2016). Does low-energy sweetener consumption affect energy intake and body weight? A systematic review, including meta-analyses, of the evidence from human and animal studies. *International Journal of Obesity*, 40(3), 381-394.
- Sanati, S., Razavi, B. M., y Hosseinzadeh, H. 2018. A review of the effects of *Capsicum annuum* L. and its constituent, capsaicin, in metabolic syndrome. *Iranian journal of basic medical sciences*, 21(5), 439.
- Sánchez-Pimienta, T., Batis, C., Lutter, C., y Rivera, J. 2016. Sugar-sweetened beverages are the main sources of added sugar intake in the Mexican population. *The Journal of nutrition*, 146(9), 1888S-1896S.
- Schmid, S., Hallschmid, M., Jauch-Chara, K., Born, J., y Schultes, B. 2008. A single night of sleep deprivation increases ghrelin levels and feelings of hunger in normal-weight healthy man. *Journal of Sleep Research*, 17, 331-334.
- Spiegel, K., Tasali, E., Leproult, R., y Van Cauter, E. 2009. Effects of poor and short sleep on glucose metabolism and obesity risk. *Nature Reviews Endocrinology*, 5(5), 253-261. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2009.23>
- Stanhope, K., Schwarz, J., Keim, N., Griffin, S., Bremer, A., Graham, J., y Havel, P. 2009. Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened, beverages increase visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *The Journal of Clinical Investigation*, 119(5), 1322-1334.
- Tey, S., Salledh, N., Henry, J., y Forde, C. 2017. Effects of aspartame, monk fruit, stevia and sucrose sweetened beverages on postprandial glucose, insulin, and energy intake. *International Journal of Obesity*, 41(3), 450-457.
- Watanabe, M., Yokotsuka, M., Yamaoka, K., Adachi, M., Nemota, A., y Tango, T. 2017. Effects of a lifestyle modification programme to reduce the number of risk factors for metabolic syndrome: a randomised controlled trial. *Public health nutrition*, 20(1), 142-153.
- Wu, Q., Kohli, M., Bergen, R., Cheville, J., Karnes, J., Cao, H., Young, C., Tindall, D., y McNiven, M. 2014. Preclinical evaluation of the supercritical extract of *Azadirachta indica* (neem) leaves in vitro and in vivo on inhibition of prostate cancer tumor growth, *Molecular cancer therapeutics*, 13(5), 1067 – 1077.



**NUMBERSFORNATURE
TRAINING INSTITUTE**

**ECONOMÍA Y FINANZAS
PARA EL LIDERAZGO
AMBIENTAL**

**¡Nuestro curso más representativo ahora en línea y
100% en español!**

Reserva esta fecha

• Del 23 de enero al 28 de abril de 2023 •

Si deseas conocer más detalles, escríbenos a capacitaciones@conservation-strategy.org

CONSERVACIÓN ESTRATÉGICA ANUNCIA EL CURSO: “ECONOMÍA Y FINANZAS PARA EL LIDERAZGO AMBIENTAL”

Considerado uno de los principales programas, a nivel mundial, en la formación en economía y finanzas aplicadas para profesionales del medio ambiente, el Curso Internacional que CSF dicta en Estados Unidos, por primera vez se realizará en español y en línea. Se abordarán diversos temas de la economía ambiental, como: fundamentos económicos básicos y factores que impulsan la degradación de los recursos naturales, incentivos económicos, valoración de los servicios ecosistémicos, financiamiento de programas de conservación, análisis costo-beneficio de programas de desarrollo, formulación y evaluación de políticas ambientales, y economía del comportamiento que afecta nuestras decisiones cotidianas relacionadas con la conservación de la naturaleza. Conoce todos los detalles y regístrate aquí.

Fuente: Boletín REDESMA.
boletinredesma@cebem.org

Valoración económica como herramienta para la gestión ambiental del manglar del Estero Guardalavaca, Holguín

Jonathan Pozo Serrano¹, Lisbet Guzmán Alberteris², Zulema Mir Frutos¹ y Antonio Vega Torres¹

1.- Centro de Investigación y Servicios Ambientales de Holguín.

Departamento de Gestión Costera y Recursos Naturales,

Calle 18 s/n e/ 1ra y Maceo, El Llano. Holguín, Cuba, C.P. 80100.

jpozo920@gmail.com, ORCID: 0000-0001 -8391 -7380;

zule@cisat.cu, ORCID: 0000-0003-1738-7064;

vega@cisat.cu, ORCID 0000-0003-1974-597X.

2.- Universidad de Holguín. Facultad de Ciencias Empresariales y Administración.

Departamento de Economía.

Avenida XX Aniversario, Piedra Blanca, Holguín, Cuba, C.P. 80100.

guzmanlisbet60@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3274-8932.

Resumen: Los manglares son ecosistemas sobresalientes gracias a su importancia ambiental en la mitigación del cambio climático y la protección contra eventuales efectos adversos que este provoque. El área de Playa Guardalavaca se encuentra ubicada entre punta El Cayuelo y punta Guardalavaca, al W de la Bahía de Samá y a 56 km al NE de la Ciudad de Holguín, esta posee un manglar al este que será el objeto de estudio de la investigación. Debido a la insuficiente información para la valoración económica de los SE de protección costera y de almacenamiento de carbono se emplearon datos obtenidos de otros estudios, realizando las estimaciones pertinentes, así como el método de mercados hipotéticos de carbono. Obteniéndose en el caso de servicios ecosistémicos de protección costera un beneficio relativo anual de 1 922.70 USD o 230 724.00 CUP; y servicios ecosistémicos de almacenamiento de carbono con valores de 63 965.78 USD o 7 675 893.60 CUP y 723 338.10 USD o 86 800 572.00 CUP en mercados hipotéticos privados o sociales respectivamente. Siendo de utilidad el resultado en los procesos de adaptación y mitigación al cambio climático, pues se aprecia cuantitativamente el valor del ecosistema en los servicios ecosistémicos analizados.

Palabras clave: Cambio climático, Manglar, protección costera, servicio ecosistémico, valoración económica.

Economic valuation as a tool for the environmental management of the Estero Guardalavaca mangrove swamp, Holguín

Abstract: Mangroves are outstanding ecosystems due to their environmental importance in climate change mitigation and protection against possible adverse effects caused by climate change. The Guardalavaca Beach area is located between Punta El Cayuelo and Punta Guardalavaca, to the W of Samá Bay and 56 km NE of the city of Holguín, it has a mangrove to the east that will be the object of study of the research. Due to the insufficient information for the economic valuation of the ES of coastal protection and carbon storage, data obtained from other studies were used, making the pertinent estimations, as well as the method of hypothetical carbon markets. In the case of coastal protection ecosystem services, a relative annual benefit of 1 922.70 USD or 230 724.00 CUP was obtained; and carbon storage ecosystem services with values of 63 965.78 USD or 7 675 893.60 CUP and 723 338.10 USD or 86 800 572.00 CUP in hypothetical private or social markets, res-

pectively. The result is useful in the processes of adaptation and mitigation to climate change, since the value of the ecosystem in the ecosystemic services analyzed is quantitatively appreciated.

Keywords: Climate change, Coastal protection, Economic valuation, Ecosystem service, Mangrove.

Introducción

Los manglares son bosques de marisma perennifolios y son las únicas plantas halófitas de madera que se desenvuelven entre la tierra y el mar de amplia distribución tropical; ocupan alrededor de 181 000 km² de línea costera tropical y subtropical del mundo. En los últimos 50 años se perdió aproximadamente un tercio de los manglares del mundo, esta pérdida está relacionada con la densidad de la población humana (Andrade, 2019).

En Cuba esta formación vegetal tiene una extensión que representa aproximadamente el 5 % del territorio nacional (Linares *et al.*, 2016). Constituyen ecosistemas marinos costeros que desarrollan características de tolerancia a la anoxia, por lo que generalmente se establecen en zonas protegidas y fangosas cercanas a las costas u orillas de los ríos (Geomar, 2017). Los manglares prestan una serie de servicios, entre los cuales destacan la protección que brindan a la línea costera contra tormentas y huracanes, estabilizan los sedimentos, funcionan como filtros biológicos, constituyen zonas de alto valor paisajístico debido a que albergan una gran diversidad biológica y además funcionan como lugares de cría y desove de peces e invertebrados de interés comercial (López *et al.*, 2011).

Estos ecosistemas costeros pueden soportar más de 70 actividades humanas y pueden generar ganancias anuales en servicios ecosistémicos relacionados con el uso de materias primas, alimentación, protección costera, control de erosión, purificación del agua, sustento de la industria pesquera global, beneficios para el desarrollo de pesca sostenible, recreación, educación, investigación y secuestro de carbono (Romero *et al.*, 2021).

Además, ayudan a estabilizar las costas y a reducir el impacto devastador de los desastres naturales, como los tsunamis y huracanes, aumentando su capacidad protectora (Giri *et al.*, 2008). En cuanto a sus funciones ecológicas, se consideran zonas de desove y cría de peces y crustáceos, ayudan a mantener el proceso de construcción delta (formación de terrenos) e intervienen en la conservación del suelo (a lo largo de las orillas de los ríos y arroyos). También sirven de hábitat para la vida silvestre (Marchand, 2008).

El objetivo de este trabajo es valorar económicamente los servicios ecosistémicos de protección costera y almacenamiento de carbono del manglar del estero de Guardalavaca.

Materiales y Métodos

Debido a la limitada información económica, se emplearon datos obtenidos en otros estudios para realizar las estimaciones pertinentes y utilizando el método de mercados hipotéticos de carbono para la valoración del SE de protección costera y de almacenamiento de carbono respectivamente.

Para la valoración del SE de protección costera se realizó con base en el método de los costos evitados para expresar los beneficios en caso de algún evento extremo, representando el rol protector del manglar representado el valor del servicio ecosistémico.

Para la valoración del SE de almacenamiento de carbono que da lugar al de regulación del clima, se utilizó un enfoque basado en mercados hipotéticos. Un elemento clave para la valoración económica del SE de regula-

ción climática son las evaluaciones para determinar el stock y la tasa de secuestro anual, las cuales típicamente se realizan a través de estudios en campo. En esta investigación no se realizaron dichas mediciones debido a restricciones técnicas, temporales y presupuestarias, sino que se utilizan los resultados de estudios precedentes, quienes cuantificaron el carbono almacenado en los manglares.

El proceso metodológico realizado para la consecución de este objetivo se realizó en dos fases:

- a) Selección de los precios de carbono; debido a la poca flexibilidad y restricciones geográficas que presentan los mercados obligatorios de carbono (World Bank, 2020), para la valoración económica privada se tomó como referencia los precios en los mercados voluntarios, se actualizaron todos los datos al valor de dólares estadounidenses en 2020. Este proceso se realizó usando la tasa promedio de inflación global por deflactor del PIB para dicho período (World Bank 2021). Tomando en cuenta lo anterior, el precio promedio utilizado en este estudio es de USD 4.51 /tCO₂e, la desviación estándar es USD 1.031/tCO₂e, por lo tanto, el límite inferior del precio se estableció USD 3.48 t/CO₂e en y límite superior en USD 5.54 t/CO₂e, expresados en 2020 USD.
- b) La valoración social se realizó utilizando el Costo Social del Carbono (CSC). Para tal estimación se usaron los estudios realizados por Nordhaus (2017) y el Grupo de trabajo interinstitucional sobre el coste social del carbono (IWG, 2021), dos de los estudios más recientes sobre el CSC. Nordhaus (2017) postula que el CSC para 2020 es de USD 37.30/tCO₂e (2010 dólares USD) teniendo en cuenta una tasa de descuento de 3.5 %, al igual que en la estimación privada, este valor se actualizó a 2020 USD mediante la tasa de inflación por deflactor del PIB (World Bank, 2021). El IWG (2021) sugiere que el CSC es de USD 51.00/tCO₂e, teniendo en consideración una tasa de descuento de 3%; en este caso no fue necesario actualizar los valores porque están expresado en 2020 USD. Este estudio utilizo el CSC propuesto por el IWG 2021 de 51.00 USD/tCO₂e.
- c) Determinación del valor económico; para realizar la valoración económica se tomó como referencia un horizonte temporal de 20 años, que según Calmel *et al.*, (2019) es un período común en la mayoría de los proyectos de carbono. También, se asume una tasa de deforestación evitada constante para todo este período (1 % anual); además, se debe considerar que la estimación se realizó a precios constantes en 2020 USD, tomando en consideración los diferentes rangos previamente establecidos.

Resultados y Discusión

Valoración económica del SE de protección costera del manglar Estero de Guardalavaca

Según el informe presentado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el 2018, los beneficios relativos anuales (BRA) por los manglares frente a la inundación costera de 377.00 USD/ha, podemos declarar:

$$\begin{aligned} \text{BRA}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 377.00 \text{ USD/ha} \times \text{extensión del manglar} \\ \text{BRA}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 377.00 \text{ USD/ha} \times 5.1 \text{ ha} \\ \text{BRA}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 1\,922.70 \text{ USD} \\ \text{BRA}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 1\,922.70 \text{ USD} \times 120.00 \text{ CUP} \\ \text{BRA}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 230\,724.00 \text{ CUP} \end{aligned}$$

Este valor obtenido de BRA se considera conservador puesto que el valor de 377.00 USD/ha fue basado en un

promedio en áreas extensivas y las infraestructuras más cercanas al manglar objeto de estudio son de la industria del turismo las cuales representarían un valor más alto de BRA ya sea por daños directos como tiempo que estén deshabilitados por labores de recuperación.

Valoración económica del SE de almacenamiento de carbono del manglar Estero de Guardalavaca

Gomes en el 2021 estimó un promedio de toneladas de carbono equivalente almacenado (tCO₂e) por hectárea (ha) de manglar de ~2 781 tCO₂e/ha anualmente; Este CO₂e podría considerarse con potencial de comercializarse en los mercados por deforestación evitada. Entonces podemos inferir que:

$$\begin{aligned} t/\text{CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 2\,781 \text{ tCO}_2\text{e/ha} \times 5.1 \text{ ha} \\ t/\text{CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 14\,183.10 \text{ tCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

Siendo 14 183.10 t/CO₂e el potencial de comercialización en los mercados de carbono. Este valor multiplicado con los precios promedios seleccionados en los mercados privados y sociales.

Mercados privados:

$$\begin{aligned} \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 4.51 \text{ USD/tCO}_2\text{e} \times 14\,183.10 \text{ t/CO}_2\text{e} \\ \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 63\,965.78 \text{ USD} \\ \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 63\,965.78 \text{ USD} \times 120 \text{ CUP} \\ \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 7\,675\,893.60 \text{ CUP} \end{aligned}$$

Mercados sociales:

$$\begin{aligned} \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 51.00 \text{ USD/tCO}_2\text{e} \times 14\,183.10 \text{ t/CO}_2\text{e} \\ \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 723\,338.10 \text{ USD} \\ \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 723\,338.10 \text{ USD} \times 120 \text{ CUP} \\ \text{Precio t/CO}_2\text{e}_{(\text{manglar estero Guardalavaca})} &= 86\,800\,572.00 \text{ CUP} \end{aligned}$$

Tabla 1.- Diferencia monetaria de los mercados privados y sociales.

TIPO MERCADO	USD	CUP
Social	723 338.10	86 800 572.00
Privado	63 965.78	7 675 893.60
Diferencia	659 372.32	79 124 678.40
Relación Social/Privado	11.3082	

Como muestra la tabla anterior el mercado social es 11.3082 veces mayor al privado siendo este tipo de mercado el objetivo a lograr, no obstante, estos precios se consideran conservadores por las variaciones de los mismos. Estos valores obtenidos demuestran a través de mercados hipotéticos el valor expresado monetariamente del manglar, dando un argumento a tener en cuenta para la conservación del mismo y su gestión.

Por lo que se considera internalizar económicamente los daños ambientales a las entidades circundantes del manglar las cuales no usan directamente sus recursos, pero si se benefician de los SE valorados, además son los agentes que más tensores ecológicos aplican al ecosistema.

Conclusiones

1. La utilidad del resultado es aplicable en los procesos de adaptación y mitigación al cambio climático, observando cuantitativamente el valor del ecosistema en los SE analizados. En primer lugar, los planes de adaptación a los efectos negativos del cambio climático (p. ej. el aumento del nivel del mar; el incremento en el potencial destructivo de eventos climáticos extremos y sus menores periodos de retorno) contemplando la adaptación basada en ecosistemas como una opción. En segundo lugar, las aspiraciones de reducción de emisiones precisan de un manejo adecuado de los bosques que al deforestarse producen emisiones de GEI.
2. Bajo todos los supuestos planteados, los resultados demuestran que el manglar reduce daños económicos. El manglar cumple un rol lateral y no frontal, sin embargo, los niveles de protección y por lo tanto, los daños económicos evitados podrían ser superiores, para tal efecto se pueden observar los datos surgidos del análisis de sensibilidad.
3. La valoración económica del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono desde la perspectiva privada no implica una viabilidad financiera para la implementación de un proyecto de reducción de emisiones, pues para tal efecto se precisaría de la información de costos involucrados en la conceptualización y ejecución del proyecto, los cuales varían según la escala temporal y espacial del mismo y que por limitaciones de tiempo están fuera del alcance de esta investigación.
4. Los resultados de la valoración económica social son una estimación de la contribución de los manglares a la sociedad a nivel global, esto porque los datos usados del CSC son estimaciones globales. Sin embargo, el CSC global es un indicador de precio ampliamente aceptado en la comunidad científica y es el que predomina en estudios de este tipo.
5. Las estimaciones sientan las bases para una posible combinación con resultados derivados de otro estudio para determinar la viabilidad financiera de un proyecto sobre reducción de emisiones de GEI.

Referencias

- Andrade-Chica, R. A. 2019. Estructura y composición florística (de los manglares) del refugio de vida silvestre manglares estuario río esmeraldas. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Calmel, M; Martinet, A; Grondard, N; Dufour, T; Rageade, M y Ferte-Devin, A. 2019. REDD+ a escala de proyectos Guía de evaluación y desarrollo. s.l., s.e.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2018. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Evaluación de los sistemas de protección de los corales y manglares de Cuba. Publicación de las Naciones Unidas LC/TS.2018/71.
- Geomar, M.B. 2017. Malacofauna y Carcinofauna asociada a *Rhizophora mangle* (L, 1753) en un estuario: río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Posgrado y Sociedad*, 15(1):1-15.
- Giri, C., Zhu, Z., Tieszen, L., Singh, A., Gillette, S., y Kelmelis, A. 2008. Mangrove forest distributions and dynamics (1975–2005) of the tsunami-affected region of Asia. *Journal of Biogeography*, 35, 519-528. www.blackwellpublishing.com/jbi
- Gomes-Escobar, J.E. 2021. Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos de protección costera y regulación climática brindados por los manglares de la provincia de Monte Cristi, República Dominicana. (Tesis de Maestría). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- IWG. 2021. Technical Support Document: Social Cost of Carbon, Methane, and Nitrous Oxide; Interim Esti-

mates under Executive Order 13990. s.l., s.e.

Linares-Rodríguez, J.L., Cáceres-Rodríguez, A.M., Alonso-Torrens, Y., Hernández-Martínez, F.R., Berovides-Álvarez, V., Camejo-Lamas, J.A., Varela-Montero, R., Márquez-Llauger, L., Fernández-Medero, I. y Márquez-Govea, L. 2016. Densidad de jutía conga (*Capromys pilorides*) en tres localidades del manglar de la Reserva de la Biósfera Península de Guanahacabibes, Cuba. *Ecovida*, 6(1):1-77.

López, B., Barreto, M. y Conde, J. 2011. Caracterización de los manglares de zonas semiáridas en el noroccidente de Venezuela. *Interciencia*, 36(12):888-893.

Marchand, M. 2008. Mangrove restoration in Vietnam. WRU/TUD. <https://n9.cl/kvqh7>

Nordhaus, WD. 2017. Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(7):1518-1523. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1609244114>

Romero, E., Velasco, D. y Vilca, J. 2021. Valoración económica de los servicios de almacenamiento de CO₂ y filtración del agua De los manglares del golfo de Guayaquil. *GEOESPACIAL*, 18(2): 18-32 ISSN: 2600-5921

World Bank. 2020. State and Trends of Carbon Pricing 2020 State and Trends of Carbon Pricing. Washington D.C. U.S., s.e.

World Bank. 2021. Inflation, GDP deflator (annual %) (en línea, sitio web). Disponible en <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.DEFL.KD.ZG>



El Bohío es un boletín electrónico sin fines de lucro que tiene como objetivo informar de manera directa y actualizada sobre temas del medio ambiente marino, cambio climático, zona costera, ecología y novedades en las tecnologías afines, entre otros.

Para seguir cumpliendo nuestra misión necesitamos de tu apoyo. Aceptamos cualquier cantidad monetaria

Si deseas donar hazlo a través de nuestra trajeta



CITIBANAMEX:

5256 7827 5485 9695



EL EQUIPO DEL BOHIO AGRADECE TU APOYO

Visítanos en: <http://boletinelbohio.com/>



Director: Consejo Científico:

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Arturo Tripp Quesada (Mex)

Oscar Horacio Padín (Arg)

Comité Editorial:

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Guillermo Martín Caille (Arg)

Abel d J. Betanzos Vega (Cub)

Jorge A. Tello Cetina (Mex)

Jorge E. Prada Ríos (Col)

Ulsía Urrea Mariño (Mex)

Oscar Horacio Padín (Arg)

Mark Friedman (USA)

Guaxara Afonso González (Esp)

Carlos Alvarado Ruiz (Costa R.)

Celene Milanés Batista (Col)

Gerardo Navarro García (Mex)

Gerardo Gold Bouchot (USA)

José Luis Esteves (Arg)

María Cajal Udaeta (Esp)

Yoandry Martínez Arencibia (Cub)

Ruby Thomas Sánchez (Cub)

Nalia Arencibia Alcántara (Cub)

Lázaro C. Ruiz Torres (Mex)

Álvaro A. Moreno Munar (Col)

Máximo R. Luz Ruiz (Cub)

José Luis Esteves (Arg)

Teresita de J. Romero López (Cub)

Celene Milanés Batista (Col)

Jorge A. Tello Cetina (Mex)

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Guillermo Martín Caille (Arg)

Abel de J. Betanzos Vega (Cub)

Gerardo Gold Bouchot (USA)

Gerardo E. Suárez Álvarez (Cub)

Armando Vega Velázquez (Mex)

José María Musmeci (Arg)

Omar A. Sierra Rozo (Col)

Marcial Villalejo Fuerte (Mex)

César Lodeiros Seijo (Ven-Ecu)

Mark Friedman (USA)

Oscar A. Amaya Monterrosa (Sal)

Jorge L. Tordecillas Guillen (Mex)

José Ernesto Mancera Pineda (Col)

Nidia I. Jiménez Suaste (Mex)

Jorge M. Tello Chan (Mex)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Diseño Gráfico y Maquetación:

Alexander López Batista (Cub) **DIMAGEN**

Edición y Corrección:

Guillermo Martín Caille (Arg)

Eréndira Gorrostieta Hurtado (Mex)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

Colaboradores:

Maikel Hernández Núñez (Cub)

Estefanía Guadalupe Chan Chimal (Mex)

Juan Silvio Cabrera Albert (Cub)

Marycruz García González (Ven)

Diseño Editorial:

Alexander López Batista (Cub)

Gustavo Arencibia Carballo (Cub)

“La imaginación y la experiencia van de la mano. Solas no andan”.

José Ingenieros