

OKEANOS

Revista de la Sociedad Atlántica de Oceanógrafos

Nº 9 julio-diciembre 2019

ISSN: 2444-4758



P.V.P 9,10 €

Rumbo al sur, en busca de témpanos de hielo



Escenarios paleoclimáticos de las Islas Canarias

Un ejemplo de episodio tóxico que afecta a la salud humana, la ciguatera

Biomarcadores para evaluar el estado de salud de las comunidades biológicas

La perspectiva paleontológica en el cambio climático

Un reciente informe de la ONU alerta de la extinción masiva, en las próximas décadas, de entre 500.000 y un millón de especies que actualmente se encuentran amenazadas, lo que podría ser la sexta extinción masiva de la historia del planeta, pero esta vez son las actividades humanas la causa de este cataclismo de proporciones bíblicas. La deforestación, la sobrepesca, la contaminación de la atmósfera, el suelo, de las aguas superficiales y marinas son las causas principales, cuyas consecuencia se acentúan con la acidificación de los océanos y el rápido calentamiento del planeta, que quizás sea ahora la primera causa que acentúa la amenaza de extinción de muchas de estas especies, principalmente de los insectos. No obstante, cuando los científicos hablan de extinciones, las aves y los mamíferos reciben la mayor atención, pero el primer análisis global revela que el número de plantas extintas duplica al de aves, mamíferos y anfibios juntos. Aunque es verdad, que en porcentajes, son las aves y mamíferos los que han llevado la peor parte, ya que se estima que el 5% de esas especies se han extinguido, en comparación con el 0,2% de las plantas. Sin embargo, es enorme el desconocimiento existente sobre los efectos que las acciones humanas y el cambio climático tienen sobre la biodiversidad marina. El número de especies animales descritas que habitan en los océanos se aproxima a las 274 mil, y aunque hay muchas discrepancias en la cifra entre la comunidad científica, si hay consenso en que el inventario está muy lejos de estar completo, máxime cuando es casi absoluto el desconocimiento de la biodiversidad que puebla, por ejemplo, las aguas abisales, los sedimentos marinos, las zona polares cubiertas por los hielos, las grandes fosas, las fumarolas de las dorsales, cuevas submarinas, etc. Es más, los esfuerzos por identificar y clasificar especies no han sido homogéneos, ya que el conocimiento es mayor en aquellos grupos que tienen una relativa importancia económica para los seres humanos, como es el caso de los peces, con casi 28 mil especies catalogadas, pero no ha sido así con otros grupos como equinodermos, anélidos, etc., y aun menor en especies de muy pequeño tamaño como radiolarios, foraminíferos, diatomeas, cianobacterias, etc. Se estima que la biodiversidad marina, sin contabilizar los más de 200 mil especies de virus que albergan los océanos, representa el 15% de la biodiversidad global descrita hasta el momento (aproximadamente 1.860.000 especies en todo el Planeta).

La IUCN únicamente tiene catalogadas como amenazadas de extinción aproximadamente 3.000 especies marinas, principalmente como consecuencia de la sobrepesca. Sin embargo, algunos científicos consideran que cada año se extinguen unas 50.000 especies, por lo que de mantenerse este ritmo, a finales del presente siglo habrá desaparecido entre 1/3 y la mitad del total de especies que habitan en la Tierra. Pero desgraciadamente, la mayoría de estas especies se extinguirán sin que tengamos conocimiento de su existencia, ya que se estima que los taxónomos clasifican anualmente unas 16.600 especies, la mayoría nuevos insectos. Pero, por razones obvias, el ritmo de conocimiento de la biodiversidad que puebla los océanos es mucho más lento y dificultoso, y aproximadamente unas 1.300 a 1.500 nuevas especies son incorporadas a los inventarios cada año, mayormente crustáceos y moluscos, manteniendo una proporcionalidad con el número de científicos dedicados al estudio de los diferentes taxones y, también de forma mayoritaria, en regiones templadas del hemisferio norte (i.e.: países desarrollados). Philippe Bouchet (Museo Historia Natural de París)¹ estima que necesitaremos entre 250 a 1000 años para finalizar el inventario de biodiversidad marina, aunque es posible que al ritmo en el que estamos degradando nuestro entorno natural, incluso el más remoto, este lapso de tiempo se acorte de manera muy significativa por falta de especies que clasificar.

Es obvio que no hay tiempo que perder, pero no sólo en acrecentar el esfuerzo para incrementar el conocimiento de la biodiversidad marina, sino por mitigar los efectos que las acciones humanas están teniendo sobre el medio natural y la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Okeanos* leva anclas nuevamente hacia aguas abiertas y es deseo de la tripulación que disfruten de la travesía y, con nosotros, se aproximen un poco más a las nuevas fronteras del conocimiento. "Suelten amarras".

1- Bouchet, P. 2006. La magnitud de la biodiversidad marina. En: La exploración de la biodiversidad marina. Desafíos científicos y tecnológicos (C.M. Duarte, ed.), pp: 31-62. Fundación BBVA.

Editor Jefe Dr. José Juan Castro Hernández (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria)

Editor Técnico D. Jorge A. Liria (Mercurio Editorial)

Coordinadores de sección. Artículos científicos Dr. Aridane González González (Universidad de Las Palmas de GC) y D. Airam Guerra Marrero (Sociedad Atlántica de Oceanógrafos)

Personajes y efemérides D. Airam Sarmiento Lezcano y D. Amir Cruz Makki (Sociedad Atlántica de Oceanógrafos)

Agenda Dr. Juan Fco. Betancort Lozano (Sociedad Atlántica de Oceanógrafos)

Noticias y Libros Dra. Miriam Torres Padrón (Departamento de Química. Universidad de Las Palmas de GC) y D. Airam Guerra Marrero (Sociedad Atlántica de Oceanógrafos)

Entrevistas Aridane González González y Juan Fco. Betancort Lozano

Monstruos Marinos Dr. José J. Castro y Dr. Luis Felipe López Jurado (Inst. Univ. EcoAqua. Univ. de Las Palmas de GC)

Fotografía Dr. Aketza Herrero Barrencua y Dr. Yeray Pérez González (Sociedad Atlántica de Oceanógrafos)

Mantenimiento Web Dr. Francisco J. Machín Jiménez (Universidad de Las Palmas de GC)

Maquetación y cuidado de la revista D. Jorge A. Liria

Edición papel y on-line: Mercurio Editorial

(www.mercurioeditorial.com)

Correo electrónico: jose.castro@ulpgc.es

Teléfono: (+34) 928454549

ISSN: 2444-4758 DL GC 639-2015

- 04** Un nuevo enfoque sobre el cambio climático. Escenarios paleoclimáticos de las Islas Canarias.
Alejandro Lomoschitz Mora-Figueroa
- 10** Ciguatera. El cambio climático y sus consecuencias. Un ejemplo de episodio tóxico que afecta a la salud humana
Fernando Real, Natalia García-Álvarez, Julián A. Sánchez-Henao, Freddy Silva-Segent, María J. Ramos-Sosa, Daniel Padilla y Antonio Fernández
- 16** Biomarcadores para evaluar el estado de salud de las comunidades biológicas (ÍNDICE CEA).
Ico Martínez, Alicia Herrera, Theodore T. Packard y May Gómez
- 20** 'CanBIO' un proyecto líder para analizar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad marina.
Javier Almunia Portolés
- 24** Rumbo al sur, en busca de témpanos de hielo.
Jan-Lukas Menzel Barraqueta
- 32** Toda Crisis Alberga un Océano de Oportunidades: ¡Ponemos Rumbo a la SOSostenibilidad!
Mireya del Pilar Arcos Pulido
- 37** UN MAR PARA COMERSELO. Pejepeine flambeado con tierra de almendras especiadas y algas.
Abraham Ortega García
- 38** Cambio climático. La perspectiva paleontológica.
Juan Francisco Betancort Lozano
- 44** Estudios malacológicos. Janthinias, pequeños navegantes azules.
Juan Francisco Betancort Lozano
- 46** Cyclothone spp., los pequeños peces luciérnaga. Una porción importante de los peces no migradores de zonas profundas del océano enormemente desconocida.
Airam N. Sarmiento Lezcano
- 50** Isótopos estables. Una fuente microscópica de información.
Raibel Núñez González
- 56** Macroalgas como indicadores por contaminación por bacterias fecales en el intermareal rocoso. El caso de El Confital.
Leopoldo O' Shanahan Roca, Juana Rosa Betancort Rodríguez, Roberto Santana Rodríguez
- 62** OKEANOS DE FOTOS. Mike Bartick
- 74** La pesca submarina e impacto sobre los recursos pesqueros en Canarias.
Aarón Santana-Ojeda, David Jiménez-Alvarado, Airam Guerra-Marrero y José J. Castro
- 78** OKEANOS DE FOTOS. Sacha Lobenstein
- 96** Monitorización acústica del comportamiento del angelote en Canarias.
Diego Gamio Campos, David Jiménez Alvarado, Jorge Cabrera Gámez, Antonio C. Domínguez Brito, Airam Guerra Marrero, Ángelo Santana del Pino y José J. Castro
- 100** ENTREVISTA A: David González Santana.
- 104** ENTREVISTA A: Nora Perera Betancort.
- 108** EFEMÉRIDES. Día mundial de las especies extintas. Airam Sarmiento Lezcano
- 110** NOTICIAS OKEANOS. José J. Castro
- 114** MONSTRUOS MARINOS (8). Cuerpos de fuego (pirosomas). José Juan Castro
- 116** SAO. Foro océanos. Canarias y el Cambio Climático.
Aridane G. González, Airam Guerra-Marrero, David Jiménez-Alvarado y José Juan Castro Hernández
- 122** RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

Un nuevo enfoque sobre el

cambio

Alejandro Lomoschitz Mora-Figueroa

Instituto de Oceanografía y Cambio Global, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Unidad Asociada ULPGC-CSIC, 35017-Las Palmas de Gran Canaria, España.
alejandro.lomoschitz@ulpgc.es

Los estudios del cambio climático se abordan hoy desde dos ciencias: 1) la Climatología, que analiza las variaciones del clima actual, a partir de series temporales de datos recientes, atmosféricos y marinos; y 2) la Paleoclimatología (del griego “palaios”, antiguo), que estudia los registros de cambios climáticos ocurridos en tiempos geológicos pasados.

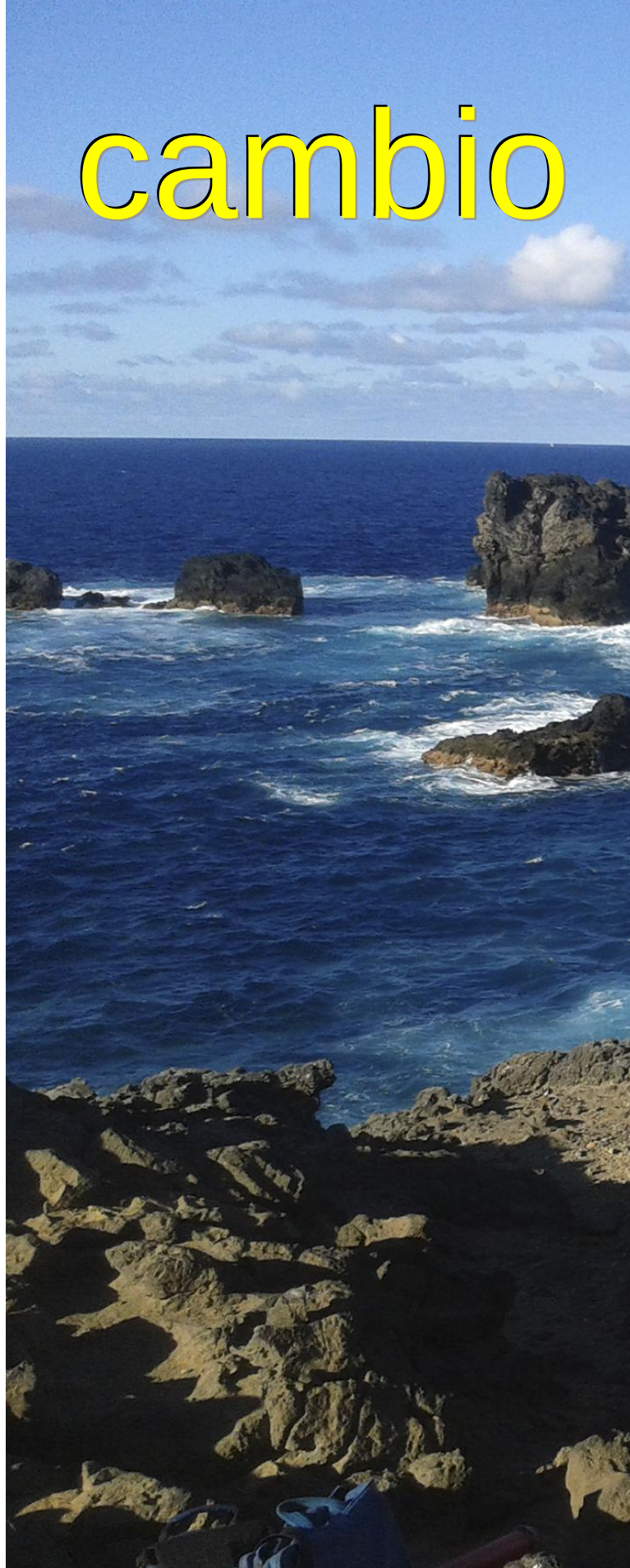
Los estudios paleoclimáticos ofrecen un nuevo enfoque sobre el cambio climático. Estos trabajos de investigación centran sus esfuerzos en conocer las condiciones climáticas que tuvieron diversas regiones hace cientos, miles o incluso millones de años. Además, tienen como objetivo reconstruir la historia climática de la Tierra, en la que se han producido numerosos cambios globales, que fueron significativos y han quedado registrados (Fig. 1).

Las Islas Canarias comprenden siete islas volcánicas principales y varios islotes e islas menores situadas en el Océano Atlántico oriental, entre las latitudes 27° N y 30° N. Se extienden latitudinalmente unos 450 km y su extremo oriental está a unos 100 km de la costa NO de África (Fig. 3).

Testimonios de climas pasados

Las Canarias han tenido un lugar importante para el estudio de los cambios climáticos del pasado por su situación en el Atlántico Norte. Este océano ejerce un control dominante en las variaciones del clima de la Tierra a través de su papel en la circulación oceánica global. Además, el prolongado volcanismo de las Islas Canarias, desde el Mioceno hasta fechas históricas, ha producido coladas de lava que han dejado intercalados depósitos sedimentarios marinos y eólicos con un alto significado climático, lo que ha permitido un extenso control de las edades de dichos depósitos, que muy pocos lugares tienen (Fig. 4).

Por un lado, se han encontrado depósitos sedimentarios con organismos fósiles (marinos o terrestres) que permiten reconstruir las condiciones biogeográficas y climáticas de las islas en tiempos pasados. A esto se suma la posición afortunada de estas capas sedimentarias al encontrarse entre coladas volcánicas, que permiten obtener las edades a partir de dataciones radiométricas (K/Ar, Ar/Ar, C14,



climático

Escenarios paleoclimáticos de las Islas Canarias



Geólogo tomando muestras de una capa sedimentaria en el norte de Gran Canaria.

Situación geográfica de las Islas Canarias. En las Canarias orientales (Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote) se han hallado los principales testimonios paleoclimáticos. (Figura. 3)



Miembros del equipo de investigación en Paleontología y Paleoclimatología de Canarias. De izquierda a derecha: Juan Francisco Betancort y Joaquín Meco (Facultad de Ciencias del Mar, Laboratorio de Paleontología, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria), el autor y Daniel R. Muhs (USGS, United States Geological Survey). (Figura. 1)

series de Uranio, etc.). Y, por otro lado, en el Atlántico contamos con registros continuos de variables climáticas, provenientes de testigos de perforaciones profundas. Son de dos tipos: 1) testigos de hielo de la Antártida central y de Groenlandia y 2) testigos de sedimentos marinos del fondo oceánico.

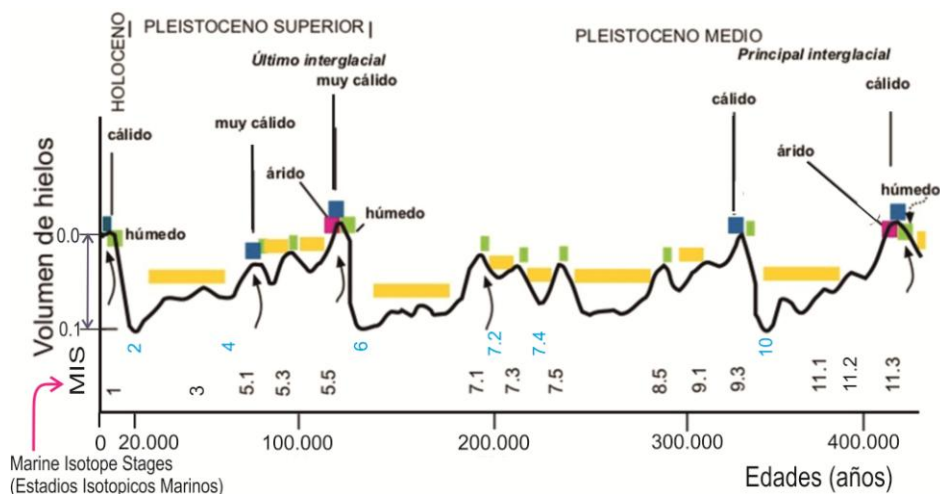
Los testigos (o núcleos) de hielo registran principalmente las temperaturas y composición del aire atmosférico y permiten deducir las variaciones en el volumen de los hielos. A partir de estos registros, los últimos 740.000 años se han podido dividir en periodos glaciales e interglaciales, que se fueron alternando, según una sucesión temporal de números pares e impares (Fig. 5). Son los estadios isotópicos marinos, llamados MIS en la jerga de los paleoclimatólogos (MIS: Marine Isotope Stages) y que marcan la pauta básica de las curvas paleoclimáticas. Así, los fríos periodos glaciales son estadios isotópicos (o MIS) pares; y los cálidos periodos interglaciales son estadios isotópicos (o MIS) impares². En Canarias también se han utilizado curvas de este tipo para reconstruir la historia geológica del clima. Y, de esta forma, los testimonios geológicos con significado climático han quedado bien ordenados en el tiempo (Fig. 5).

Otra fuente de información muy valiosa son los testigos de sedimentos marinos, obtenidos de perforaciones profundas en los proyectos ODP (ODP: *Ocean Drilling Program*) y que han permitido reconstruir las variaciones de temperatura del agua marina superficial (SST-Surface Sea Temperature en sus siglas inglesas) durante los últimos 4,5 millones de años.

Hitos paleoclimáticos en Canarias

Las rocas basálticas más antiguas de Canarias se encuentran en Fuerteventura, con 23 millones de años, que coinciden con el inicio del Mioceno. Desde esa época, y hasta el presente, sólo disponemos de unas cuantas “ventanas temporales” que nos permiten ver como fue el clima de las islas. De más antiguo a más reciente, existen depósitos sedimentarios con fósiles marinos de cinco periodos o épocas geológicas, que consideramos hitos paleoclimáticos (Tabla 1).

El **hito 1** se encuentra en el tránsito Mioceno-Plioceno, entre los 4,2 y 5,8 millones de años. En los depósitos sedimentarios fosilíferos de esa época existe una terna principal de fósiles marinos:



Los cinco hitos paleoclimáticos principales registrados en Canarias

Hitos	Periodos o épocas geológicas		Edades (*)	Islas (**)	Clima tipo	Observaciones	Artículos de referencia
1	Mio-Plioceno		4,2 a 5,8 Ma	GC, FV	Tropical	Tránsito Mio-Plioceno	Meco et al. (2015) ¹
2	Cuaternario	Gelasense	1,8 a 2,6 Ma	GC	Subtropical seco	Piso 1º del Cuaternario	Meco et al. (2008) ⁴
3		Pleistoceno medio	~400 ka	GC, LZ	Tropical muy cálido	Interglacial MIS11.3	Montesinos et al. (2014) ⁵
4		Pleistoceno Superior	120-130 ka	GC, FV	Tropical muy cálido	Ultimo interglacial MIS5.5	Montesinos et al. (2014) ⁵
5		Holoceno	0 a 11,7 ka	FV	Subtropical	Interglacial actual MIS1	Meco et al. (2018) ⁶

(*) Intervalo de edades de los depósitos fosilíferos marinos. Ma: Millones de años; ka: miles de años.

(**) Principales islas donde se encuentran los depósitos. GC: Gran Canaria, FV: Fuerteventura, LZ: Lanzarote.

Tabla 1

Gryphaea virleti, *Nerita emiliana* y *Persististrombus coronatus*; y además se ha definido una terna de confirmación, compuesta de: *Rothpletzia rudista*, *Anadara glandiformis* y *Siderastrea miocenica*. Los fósiles indican un clima muy cálido y húmedo, tipo tropical. El **hito 2** permite definir el Gelasense en Canarias, establecido entre los 1,8 Ma y 2,6 Ma, que es el primer piso cronoestratigráfico del Cuaternario. Los abundantes fósiles marinos (70 especies) indican un clima cálido y seco, similar al tipo subtropical-seco actual de Canarias. Sin embargo, el **hito 3** se caracteriza por la presencia de fauna marina cálida en Canarias hace unos 400.000 años, en el estadio isotópico MIS11.3. Las especies características son *Saccostrea cuccullata* y *Purpurellus gambiensis*. Fue un periodo interglacial cálido, con temperaturas similares a las del actual Golfo de Guinea, y con una SST media 4,2 °C por encima de las SST actuales de Canarias.

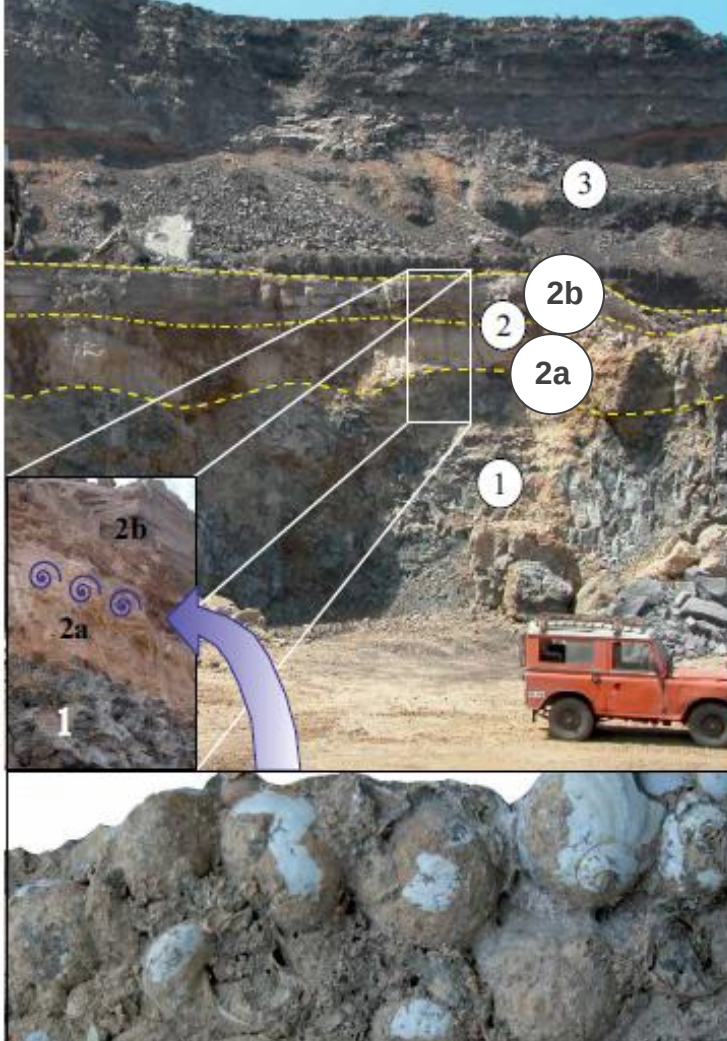
El **hito 4** incorpora fauna marina senegalesa a Canarias y corresponde al denominado último interglacial (MIS 5.5), hace 120.000 a 130.000 años. Las especies indicadoras son: *Harpa doris*, *Persististrombus latus* y *Siderastrea radians*. Ese estadio fue

muy cálido, con una SST media de 3,3 °C por encima de la actual. Finalmente, el **hito 5** corresponde al interglacial actual (MIS1) u Holoceno. Básicamente, el Holoceno se inicia a continuación del último periodo glacial, que termina hace 11.700 años. Sus regiones climáticas y fósiles IP son similares a los actuales.

Posibles escenarios futuros

Hay dos cuestiones importantes que se pueden plantear. La primera: ¿cómo encajan los hitos paleoclimáticos de Canarias en el análisis global del clima actual? Y, la segunda: ya que el Holoceno es el periodo geológico más reciente ¿qué respuesta han tenido los cambios climáticos durante el Holoceno?

Se ha comprobado que las variaciones climáticas naturales de los últimos 5.000 años han sido recurrentes⁷ y han dependido principalmente de fluctuaciones orbitales en la Tierra, regidas por los ciclos de Milankovitch. Y aunque toda proyección al futuro de situaciones climáticas pasadas conlleva cierto riesgo, se ha comprobado que las etapas paleoclimáticas más marcadas se han ido repitiendo a lo largo del registro conocido, en la forma de periodos interglaciales y



Capa sedimentaria fosilífera en La Esfinge, Gran Canaria¹. Contiene numerosos ejemplares de *Janthina typica*, una especie extinta de gasterópodo (o caracol) marino. El nivel fosilífero marino (2a) está bajo un nivel de arenas eólicas (2b) y este conjunto aparece atrapado entre lavas submarinas (1) de hace 4,2 millones de años y lavas del Cuaternario (3). (Figura. 4)

De las capas sedimentarias se deduce que el nivel del Atlántico ha subido en épocas históricas en dos ocasiones. La primera subida del nivel del mar (+2,5 metros) fue poco después de la construcción de las pirámides de Giza (c. 2.200 antes de Cristo) durante el Imperio faraónico, y la segunda subida (+2,0 metros) fue tras la caída del Imperio Romano (siglo VII). Y, por tanto, contamos con información arqueológica que viene a sumarse a la paleoclimática, a la hora de reconstruir las condiciones climáticas de aquellas épocas.

periodos glaciales. De hecho, en estudios recientes se han identificado hasta once periodos interglaciales a lo largo de los últimos 800.000 años de la historia del clima terrestre, alternados con sus correspondientes periodos glaciales.

Compilaciones recientes de datos paleoclimáticos indican que los estadios isotópicos marinos MIS5.5 (último interglacial, hace unos 125.000 años) y MIS11.3 (hace unos 400.000 años) fueron muy cálidos a nivel global. Y aunque las curvas climáticas del Holoceno vistas en detalle muestran muchas fluctuaciones, como si se tratase de las gráficas del mercado bursátil, de su observación detallada pueden obtenerse tres ideas de interés: 1) A escala global, se dio un "óptimo climático" entre hace 7.000 y 5.000 años; 2) el clima del Holoceno Medio, en torno hace 6.000 años, fue en general más cálido que el actual, sobre todo durante los veranos en el hemisferio norte y, en algunos lugares, también en invierno; 3) los registros paleoclimáticos indican una coincidencia de periodos históricos conocidos (Minoico, Romano y Medieval) con épocas cálidas; y confirman la existencia de otros periodos relativamente más fríos, como la "Dark Age" u época oscura previa al Medioevo y la "Little Ice Age" o Pequeña Edad de Hielo⁷.

Y respecto a los cambios del nivel medio del mar (NMM), en Canarias han quedado registradas subidas de 2 m hace unos 1.450 años y de 2,5 m hace unos 4.200 años con respecto al nivel medio del mar actual⁶. Además, hay testimonios de que hace unos 3.000 años el nivel del mar alcanzó una altura próxima a la actual. Es decir, en orden cronológico, en los últimos 5.000 años el Atlántico tuvo una subida del NMM de 2,5 m hace 4.200 años; una bajada hasta los 0 m hace 3.000 años, una nueva subida de 2 m hace 1.450 años, y finalmente una bajada hasta el nivel del mar actual.

La importancia de estos datos radica en que son ya épocas históricas, pues el Imperio egipcio comienza hace 5.100 años, y de esas épocas existe además información arqueológica (pinturas, escritos, esculturas y restos funerarios) que viene a sumarse a la paleoclimática, lo que facilita el conocimiento del clima de aquellas épocas.

Ahora bien, cuando el nivel del mar alcanzó estas alturas las temperaturas superficiales del mar fueron, respectivamente, 0,5 y 1,5 °C más frías que las actuales y la fauna fósil del Holoceno en Canarias confirma estas condiciones frías. No obstante, las temperaturas del Atlántico registradas en Canarias en la actualidad ya alcanzan el rango que tuvieron en el óptimo climático Holoceno, hace unos 6.000 años⁶. Todo ello parece indicar un desfase de 1.500-2.000 años entre los episodios de subida de temperaturas y los de ascenso del nivel del mar. En este sentido, debe tenerse en cuenta que la variación del nivel del mar es un indicador del cambio climático, pero principalmente es una manifestación de él.

En conclusión, es razonable pensar que entre las fechas históricas y el futuro también puedan existir desfases temporales importantes (de más de mil años) entre el ascenso de las temperaturas del océano atlántico y la subida posterior del nivel medio del mar. Esta hipótesis científica debería tenerse en cuenta a la hora de plantear escenarios climáticos futuros.

Bibliografía

- (1) Meco, J., Koppers, A. A., Miggins, D. P., Lomoschitz, A. & Betancort, J. F. 2015. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 435:53-69.
- (2) Petit, J. R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N. I., Barnola, J. M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E. & Delmotte, M. 1999. *Nature*, 399:429-436.
- (3) Meco, J., Muhs, D. R., Fontugne, M., Ramos, A. J., Lomoschitz, A. & Patterson, D. 2011. *Lethaia*, 44(4):440-454.
- (4) Meco, J., Ballester, J., Betancort, J.F., Cillerós, A., Scaillet, S., Guillou, H., Carracedo, J.C., Lomoschitz, A., Petit-Maire, N., Ramos, A.J.G., Perera, N. & Meco, J.M. 2008. *Historia geológica del clima en Canarias*. Ministerio de Medioambiente y Universidad de Gran Canaria (eds), 296 pp.
- (5) Montesinos, M., Ramos, A. J., Lomoschitz, A., Coca, J., Redondo, A., Betancort, J. F., Meco, J. 2014. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 410:153-163.
- (6) Meco, J., Lomoschitz, A., Rodríguez, Á., Ramos, A. J., Betancort, J. F., Coca, J. 2018. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 507, 214-225.
- (7) Humlum, O., Solheim, J. E., & Stordahl, K. 2011. *Glob. Planet. Change*, 79(1-2):145-156.

En el pasado, Canarias ha atravesado por épocas más cálidas que la actual, de tipo tropical, que fueron periodos interglaciales; otras etapas fueron más frías, dentro de periodos glaciales; y otras fueron parecidas al clima actual.

En Canarias tenemos buenos registros de los cambios climáticos acaecidos desde hace 5.000 años hasta la actualidad. Se han podido reconstruir las subidas principales del nivel medio del mar y las temperaturas superficiales del océano Atlántico. Estas reconstrucciones de la historia del clima canario pueden ayudar a establecer posibles umbrales superiores de escenarios climáticos futuros.

En Canarias hay registros geológicos en depósitos sedimentarios, marinos y terrestres. Además, en el Atlántico contamos con registros continuos de variables climáticas, provenientes de testigos de perforaciones profundas en sedimentos marinos, rocas y de “núcleos” de hielo.

El cambio climático y sus consecuencias



Ciguatera

Fernando Real, Natalia García-Álvarez, Julián A. Sánchez-Henao, Freddy Silva-Segent, María J. Ramos-Sosa, Daniel Padilla y Antonio Fernández
Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Carretera de Trasmontaña, s/n. 35416, Arucas (Gran Canaria).
E-mail: fernando.real@ulpgc.es

Es una realidad asistir actualmente al proceso de acidificación de los océanos, que de forma lenta e innegable ha ido cambiando las condiciones de vida en los mismos, a consecuencia del acúmulo de CO₂ en la atmósfera. Y parece imperceptible, pero estos cambios están teniendo un efecto directo, por ejemplo, reduciendo la calcificación de muchas especies marinas como corales, moluscos, crustáceos, equinodermos, etc. Y si no se calcifican debidamente, se reduce su capacidad defensiva en el medio frente a otros agresores que los hacen muy vulnerables. El incremento de CO₂ y otros gases similares a consecuencia de la actividad humana en el planeta supone, además, el incremento del efecto invernadero,

mediante el cual menos calor escapa a la atmósfera, favoreciendo el fenómeno que se denomina “calentamiento global”. Pero, ¿produce este fenómeno alguna consecuencia sobre la salud de las especies? En el estudio de cualquier enfermedad producida por agresores vivos, deben considerarse los factores que dependen del hospedador (en este caso la especie afectada), los factores que dependen del agente (en este caso el agresor responsable) y los factores que dependen del medio ambiente (a los que nos estamos refiriendo). En este trabajo describimos un ejemplo de una de estas enfermedades.

Consecuencias en la salud humana: ciguatera en Canarias

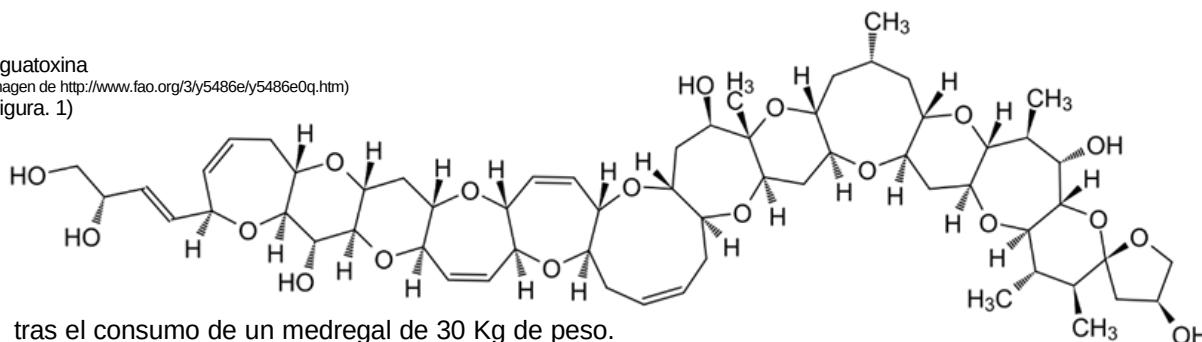
La primera referencia documentada de este episodio en las Islas Canarias corresponde al año 2004, cuando 9 personas se intoxicaron tras el consumo de un medregal (*Seriola* sp.), lo cual supuso el primer registro de la enfermedad¹. El segundo registro documentado de la enfermedad se produce en 2008,

Un ejemplo de episodio tóxico que afecta a la salud humana

Ciguatoxina

(Imagen de <http://www.fao.org/3/y5486e/y5486e0q.htm>)

(Figura. 1)



tras el consumo de un medregal de 30 Kg de peso. A partir de ese momento, nuevos brotes fueron reconocidos en años sucesivos, hasta llegar al momento actual, habiéndose confirmado un total de 19 brotes, que engloban un número de 117 personas afectadas, estando asociados a pesca deportiva o venta local no controlada. El agente causal original de esta enfermedad se corresponde con varias especies de microalgas bentónicas de los géneros *Gambierdiscus*, presentes en aguas canarias, y que al multiplicarse producen una toxina (ciguatoxina, CTX), que se acumula a través de la cadena trófica.

El ser humano, al consumir pescado contaminado, puede sufrir importantes signos clínicos que se inician generalmente entre los 10 minutos y las 24 horas tras el consumo. Y el comienzo de los signos ocurre frecuentemente con manifestaciones gastrointestinales (náuseas, vómitos, diarreas,...), que suelen ir seguidos de importantes signos que afectan al aparato circulatorio (incremento de las pulsaciones y drástica bajada de la tensión arterial,...). Pero todos estos síntomas suelen desaparecer a la misma velocidad con la que hicieron su aparición. La ciguatera no sería una enfermedad tan preponderante si, transcurridas las primeras horas de la intoxicación, no hicieran ahora su aparición una serie de signos de tipo neurológico que conllevan síntomas muy complejos que pueden tardar muchos meses en desaparecer de la persona afectada (dolores articulares y musculares, hormigueo en los dedos de las manos y los pies, sensación térmica invertida al tocar algo caliente o frío). En algunos trabajos se describe que un pequeño porcentaje de las personas afectadas de ciguatera pueden llegar a morir, a consecuencia de una parada respiratoria pero, afortunadamente, esto no ha ocurrido nunca hasta la fecha en Canarias.

El ser humano, al consumir pescado contaminado, puede sufrir importantes signos clínicos que se inician generalmente entre los 10 minutos y las 24 horas tras el consumo.

Un dato relativamente importante a considerar para el diagnóstico de la enfermedad en las personas afectadas es que el pescado que acumula la toxina, habitualmente no manifiesta ningún signo que permita su diferenciación. La presencia de la toxina no produce ninguna modificación ni en el color, olor o sabor del pescado. Además, la toxina presenta una estructura relativamente compleja (Fig.1). En la actualidad, se detectan tres tipos de CTX según su localización de descubrimiento, Pacífico CTX (P-CTX), Caribe CTX (CCTX) e Índico CTX (I-CTX).

Además, la ciguatoxina es de carácter termoes estable, su actividad no se modifica ni congelando ni calentando el pescado antes de su consumo. Todas las razones antes expuestas facilitan que actualmente no exista ningún método fiable de diagnóstico de la enfermedad en medicina humana. Tampoco existe un modo de tratamiento específico para las personas que la sufren.

Actualmente, la ciguatera es la intoxicación más grave que existe en el mundo, ocasionada por biotoxinas marinas, vehiculada por los alimentos. Se estima que cada año se ven afectadas en el mundo entre 50000 y 200000 personas, y su presentación ocurre fundamentalmente en latitudes intertropicales (Fig. 2).

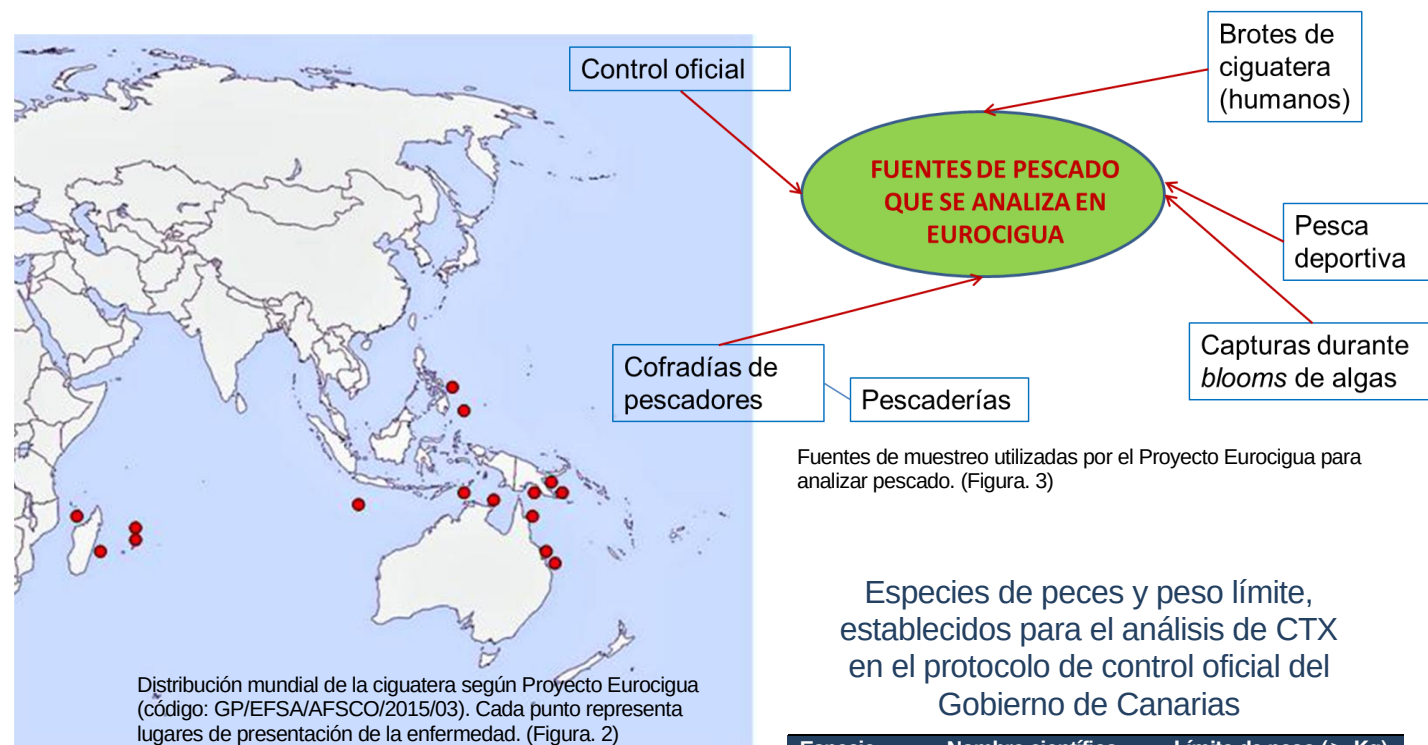
Por otro lado, es necesario considerar que la toxina se acumula en diferentes especies de peces, según cómo se desenvuelve cada una en el ecosistema. Inicialmente, y con algunas excepciones, los primeros consumidores de la microalga productora de toxina serán peces herbívoros, que se alimentan de algas a las que se ha adherido la microalga productora de toxina. Estos peces son consumidos por pequeños carnívoros y estos, a su vez, por grandes carnívoros. Durante este ciclo se produce un efecto acumulativo indiscutible de la ciguatera en los peces hasta que llega al consumidor humano, apareciendo entonces la sintomatología de la enfermedad. Como en algunas regiones del mundo la presentación de la enfermedad es elevada y no tienen sistemas alternativos de control, la única medida posible en estas áreas es la prohibición del consumo de pescado en esas zonas.

Protocolo oficial de control de la ciguatera en pescado de consumo de Canarias

Desde el año 2009, el Gobierno de Canarias, a través de la Dirección General de Pesca, empezó a elaborar un protocolo de actuación pensado para eliminar los pescados de consumo que pudieran tener presencia de ciguatera en sus tejidos. Desde ese momento, y de manera sistemática, se está llevando a cabo el análisis de todos los peces de riesgo en el Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA) de la ULPGC. En todos los puntos de primera venta de capturas en el Archipiélago, se toman muestras de todo el pescado que pueda suponer algún riesgo y se envían al IUSA para ser analizados gracias al citado protocolo. Cuando el pescado da positivo se elimina de la cadena de consumo. Por el contrario, si el pescado analizado ofrece un resultado negativo se permite su venta y consumo. Este protocolo ha servido como una medida ejemplar para otros países en los que no se aplica ninguna medida de control de la enfermedad, máxime cuando el pescado es un bien de consumo de alto valor nutritivo. Las especies de peces actualmente consideradas de riesgo y los pesos mínimos, a partir de las cuales se toman muestras y se analizan, son las que se muestran en la Tabla 1.

La prevalencia actual de la enfermedad en algunas especies de peces de Canarias se calcula entre el 10,5 y el 13% (y según los pesos límites recogidos en la Tabla 1). Por ello, en el año 2015, y con la finalidad de dar mayor protección al consumidor, se modificó el Anexo III del Decreto 165/1998, que crea la Red de Vigilancia Epidemiológica de Canarias, considerando la ciguatera como enfermedad de declaración obligatoria en Canarias.





Fuentes de muestreo utilizadas por el Proyecto Eurocigua para analizar pescado. (Figura. 3)

Especies de peces y peso límite, establecidos para el análisis de CTX en el protocolo de control oficial del Gobierno de Canarias

Especie	Nombre científico	Límite de peso ($\geq$ Kg)
Medregal	<i>Seriola</i> spp.	14
Peto	<i>Acanthocybium solandri</i>	35
Pejerrey	<i>Pomatomus saltatrix</i>	9
Abade	<i>Mycteroperca fusca</i>	12
Mero	<i>Epinephelus</i> spp.	17
Picudo	<i>Makaira nigricans</i>	320
Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	320

Tabla 1



El Proyecto Eurocigua que se desarrolla actualmente, tiene como finalidad caracterizar el riesgo de la ciguatera en Europa

El equipo de trabajo del IUSA participa también en el Proyecto Eurocigua, cofinanciado por la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), con la participación de más de 18 instituciones europeas. Se inició en 2016 y finalizará en 2020.

Ante la evidencia que supone el incremento actual del número de casos registrados de ciguatera en Europa, se ha potenciado la participación de socios europeos que desde diferentes instituciones y países, y divididos en distintas acciones específicas en este proyecto, participan en la caracterización de ese riesgo.

Se ha comprobado que muchos de estos casos de ciguatera han sucedido tras la importación de pescado de algunas zonas endémicas como la India. En otros casos, se ha verificado que el origen se ha debido a ciudadanos que han llegado a Europa después de haber permanecido algún tiempo en zonas del mundo en las que tradicionalmente ocurre una presencia constante de la enfermedad. Y, el último grupo de casos de interés está representado por zonas, como las Islas Canarias, donde se ha producido la aparición de la enfermedad en un área en la que tradicionalmente no existían evidencias previas documentadas.

Resumidamente, los principales objetivos que se están estudiando en el proyecto son:

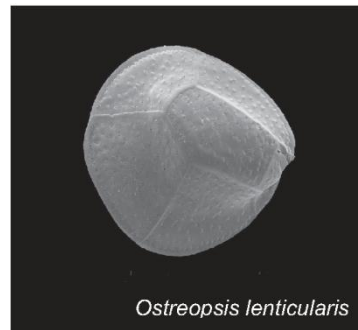
- Evaluar la presencia de ciguatoxinas en el pescado, así como la presencia potencial de microalgas productoras de toxina del género *Gambierdiscus* o *Fukuyoa* en el medio ambiente, en aguas de la Macaronesia y del Mediterráneo.
- Identificar las especies de peces que representan un riesgo para el consumo humano y establecer los límites de peso más bajos a partir de los cuales se produce un evidente riesgo para su consumo.
- Obtener material de referencia que contenga ciguatoxina para ser utilizado en los estudios intercomparativos de los laboratorios.
- Realizar estudios bibliográficos que permitan reconocer modelos que ayuden a entender la ecología de la ciguatera en el medio natural.

Para cumplir con los objetivos señalados, el muestreo que se realiza por los socios del proyecto en las diferentes zonas de interés se ha planificado fijando un número estimado de muestras a tomar en cada zona. Por otro lado, las fuentes de muestreo que se utilizan en el IUSA para cumplir con los objetivos principales del proyecto son todas las fuentes posibles que se presentan en la figura 3, aunque es la compra de pescado en puntos de venta autorizados la fuente principal.

Uno de los últimos manuscritos publicados por el grupo de trabajo de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,² basados precisamente en algunos resultados obtenidos con las muestras del protocolo de control oficial, confirma a las Islas Canarias como una región de expansión de la ciguatera como enfermedad endémica. También se llegan a identificar varios factores asociados con la probabilidad de que un pez capturado esté contaminado con algún tipo de análogo de ciguatoxina (CTX). Entre esos factores se encuentran la especie, el peso del ejemplar, la isla de captura y la época del año. Por otro lado, se ha obtenido un gradiente de riesgo para el medregal, considerando el peso del ejemplar, la estación y la isla de captura.

Conclusión final

Como principal conclusión del presente trabajo, debemos acostumbrarnos a medio plazo a la presencia y expansión de estas toxinas en el Archipiélago Canario. Y es razonable pensar que también pueda producirse el incremento tanto de las especies afectadas por la enfermedad, como de las consecuencias directas sobre las mismas, fundamentalmente para especies marinas y la propia especie humana.



Bibliografía

- (1) Perez-Arellano, J.L., Luzardo, O.P., Pérez-Brito, A., Hernández-Cabrera, M., Zumbado, M., Carranza, C., Ángel-Moreno, M., Dickey, R.W., Boada, L.D. 2005. *Emerg. Infect. Dis.*, 11(12):1981-1982.
- (2) Sánchez-Henao, J.A., García-Álvarez, N., Fernández, A., Saavedra, P., Silva Sargent, F., Padilla, D., Acosta-Hernández, B., Martel Suárez, M., Diogène, J., Real, F. 2019. *Sci.Tot. Environ.*, 673: 576-584.



HAMBRE Y SEQUÍA EN EL CUERNO DE ÁFRICA



Save the Children

La región del Cuerno de África lleva varias temporadas sufriendo devastadoras sequías que han provocado que 500.000 niños sufran desnutrición severa.

15 millones de personas necesitan ayuda urgente.

Por transferencia o ingreso en cuenta bancaria
(Concepto: EMERGENCIA CUERNO DE ÁFRICA)

Santander ES13 0049 0001 5224 1001 9194

CaixaBank ES89 2100 1727 1202 0003 2834

BBVA ES83 0182 5502 5800 1002 0207

Bankia ES81 2038 1004 7168 0000 9930

Por teléfono

900 37 37 15 (gratuito, de lunes a viernes de 9 a 21h)

Bio-marcadores

para evaluar el estado de salud de las comunidades biológicas (ÍNDICE CEA)



Foto: Aketza Herrero.

**Ico Martínez, Alicia Herrera,
Theodore T. Packard y May Gómez**

Ecofisiología de los Organismos Marinos (EOMAR), IU-
ECOQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España
E-mail: ico.martinez@ulpgc.es

A lo largo de los años el medio marino ha estado sujeto a importantes presiones e impactos tanto naturales como antropogénicos (cambio climático, vertidos urbanos y/o industriales, etc...), que pueden llevar a la pérdida de la calidad del medio y la eliminación o alteración del hábitat y de las poblaciones de organismos marinos. Estos impactos externos ejercen como factores de estrés para los organismos, ya que sus condiciones idóneas de supervivencia varían. Estar expuestos a estas condiciones anómalas durante un largo periodo de tiempo, puede producir cambios en rasgos característicos como el ciclo de vida, la talla, maduración sexual o fecundidad, y se pueden provocar alteraciones en la abundancia, biomasa y/o diversidad de especies en una población o comunidad. Esto implica que durante ese periodo de tiempo los organismos han sufrido cambios a niveles fisiológicos y metabólicos.

La capacidad de un organismo para mantener un estado óptimo de salud requiere energía, por lo que deficiencias en la obtención o gestión de dicha energía producen consecuencias en su comportamiento. Cualquier ataque a la integridad fisiológica induce mecanismos de defensa o reparación, que producirán una alteración en la organización energética, o lo que es lo mismo, cambios en el metabolismo energético del organismo (p.e. desviación de la energía disponible para crecer hacia rutas que eviten o reparen el daño producido por el factor de estrés, produciendo el crecimiento anómalo del organismo). Dicho metabolismo comprende los procesos mediante los cuales el organismo obtiene la energía del medio y gestiona su utilización. En base a esto se ha desarrollado el término “coste metabólico”¹, que define los efectos producidos por las situaciones de estrés en las reservas y consumo de energía a nivel celular, formando parte de una serie de indicadores disponibles para el estudio del metabolismo energético (Fig. 1). Este tipo de indicadores reciben el nombre de bio-marcadores ya que definen una medida bioquímica, fisiológica o morfológica de la salud del organismo.

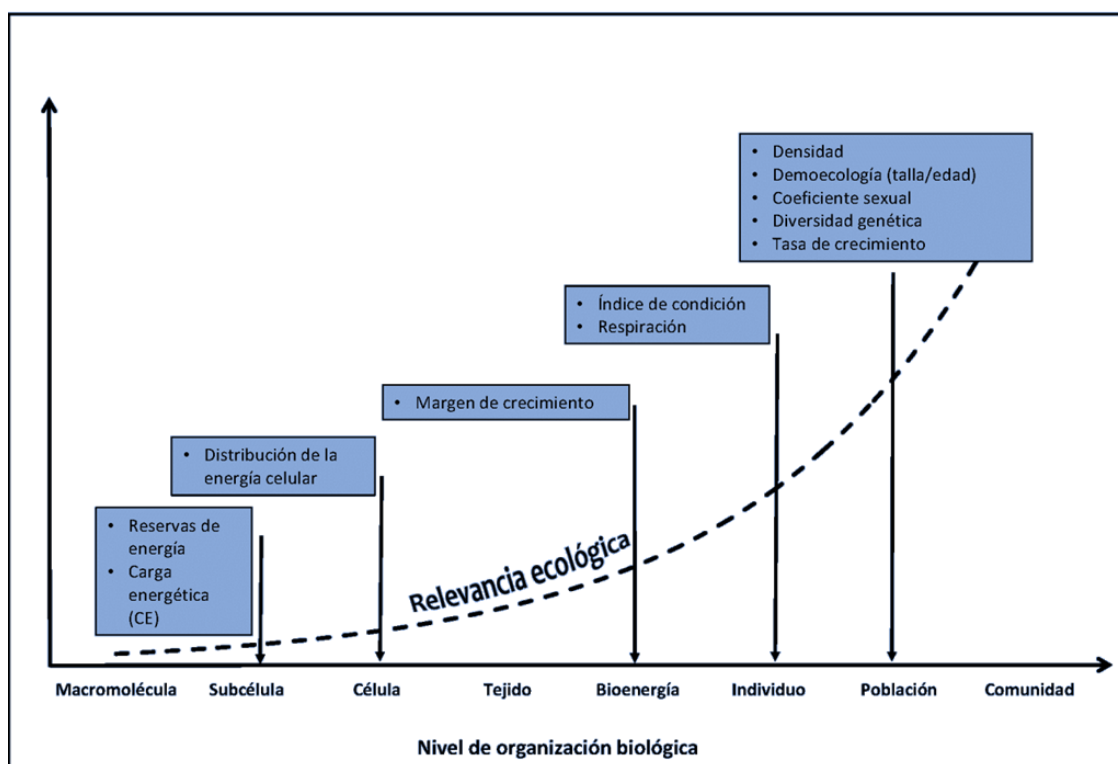


Figura extraída del artículo de Moneyrac y colaboradores² en la que se muestran varios bio-marcadores asociados a la energía metabólica y bioenergía de acuerdo con los niveles de organización biológica. (Figura. 1)

A partir de estas premisas, en la década de 1990 se estableció una técnica que permite evaluar este coste a nivel energético producido por el factor de estrés. Dicha técnica establece una relación entre bio-marcadores indicativos de la reserva y el consumo de energía a través del denominado índice CEA³ (por sus siglas en inglés, CEA -*Cellular Energy Allocation*-). Desde ese momento hasta la actualidad, se ha utilizado en diferentes especies de organismos como herramienta para estudiar los efectos ya sea de contaminantes, de la acidificación del océano o alteraciones naturales propias del hábitat.

En todos los organismos vivos las principales formas de almacenamiento de energía son los lípidos, carbohidratos y proteínas. Por esta razón, el índice CEA define estos tres parámetros como los bio-marcadores indicativos de la energía disponible. Por otro lado, para determinar el consumo energético se calcula la actividad del sistema de transporte de electrones (actividad ETS), índice enzimático que establece la respiración potencial de los organismos. Todos estos parámetros presentan la ventaja de que se puede obtener su valor cuantitativamente a partir

de una pequeña cantidad de biomasa y a través de medidas espectrofotométricas, partiendo de la misma muestra de tejido, hígado, músculo o incluso el organismo entero (pequeños crustáceos, poliquetos, anfípodos, etc...). Dicha muestra se homogeneiza en un determinado volumen de solución tampón, luego se centrifuga y del sobrenadante se obtienen alícuotas para realizar los ensayos correspondientes a cada uno de los parámetros (Fig. 2).

En el caso del ensayo lipídico, primero se realiza una extracción para obtener la fase orgánica conteniendo de los lípidos disueltos. El siguiente paso consiste en mezclar una parte de esa fase orgánica con ácido sulfúrico que, tras un proceso de calentamiento a altas temperaturas (200°C), resulta en una solución que permite cuantificar los lípidos totales presentes. Los carbohidratos presentes en la muestra se obtienen a partir de combinar la alícuota obtenida con una solución de fenol y ácido sulfúrico, incubar dicha mezcla a una temperatura de 25°C y medir la densidad óptica de la solución resultante. En cuanto a las proteínas, se determinan mediante un método colorimétrico que consiste en mezclar la

alícuota de la muestra con un reactivo “de detección” y pasar un periodo de incubación a 37°C para la posterior lectura de la densidad óptica de la solución resultante. En cuanto a la actividad ETS, se monitoriza el sistema de transporte de electrones utilizando un aceptor final de electrones (*p*-iodonitrotetrazolium violet, INT) que adopta una coloración rosácea según haya mayor o menor actividad. Esto permite cuantificar de forma espectrofotométrica el transporte de electrones que luego se transformará en oxígeno consumido⁴.

Una vez obtenidos los datos de los cuatro biomarcadores, se convierten en unidades de energía⁵, que definirán la energía disponible (E_d) y la energía consumida (E_c). La diferencia entre estas dos variables nos dará el índice CEA ($CEA = E_d - E_c$) y una evaluación del estado del organismo. Utilizando esta metodología Kühnhold y colaboradores⁶ evaluaron el efecto del estrés térmico en individuos juveniles de pepino de mar *Holothuria scabra*, pudiendo comprobar el incremento de la actividad metabólica como respuesta al incremento de la temperatura, así como la rápida recuperación de su balance energético a temperaturas extremas. Ademiri y colaboradores⁷, por otro lado, encontraron una disminución del índice CEA en la microalga *Raphidocelis subcapitata*, explicando el importante efecto inhibitor del crecimiento que presentan los antibióticos a los que estuvo expuesta. Otro ejemplo del uso de este método viene dado por Abe y colaboradores⁸, que comprobaron que el índice CEA explicaba el deterioro de la actividad locomotora en estadios tempranos del pez cebra (*Danio rerio*) expuestos a dos tintes que suelen estar presentes en las aguas residuales (urbanas o industriales). Estos tres estudios, entre otros, concluyen además que el índice CEA es una herramienta útil y sensible para entender cómo los organismos gestionan su energía bajo condiciones de estrés, lo que permitirá predecir a largo plazo los efectos sobre las poblaciones.

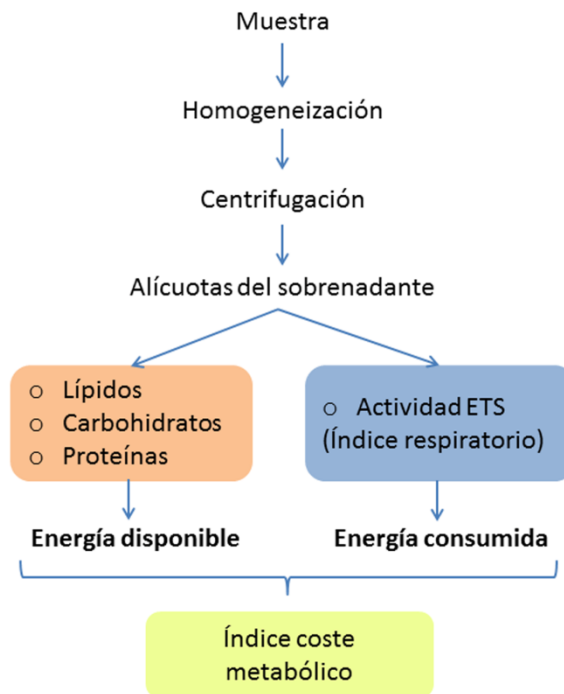


Diagrama de flujo que muestra el proceso de obtención del índice CEA. (Figura. 2)

Bibliografía

- (1) Calow P.; Sibly R.M. 1990. *Funct. Ecol.*, 4(3), 283-288
- (2) Moneyrac C.; Durou C.; Péry A. 2012. *Ecological Biomarkers: Indicators of Ecotoxicological Effects*, CRC Press, Boca Raton, FL, 307-326
- (3) DeCoen W.M.; Janssen C.R. 1997. *J Aquat Ecosyst Stress Recovery* 6: 43-55
- (4) Packard T.T. 1969. Tesis. University of Washington
- (5) Gnaiger E. 1983. In *Polarographic oxygen sensors* (pp. 337-345)
- (6) Kühnhold H.; Kamyab E.; Novais S.; Indriana L.; Kunzmann A.; Slater M.; Lemos M. 2017. *Aquaculture*, 467, 109-117
- (7) Ademiri A.O.; Novais S. C.; Lemos M.F.L.; Alves L.M.; Hunter C.; Pahl O. 2018. *Aquat. Toxicol.*, 203, 130-139
- (8) Abe F.R.; Soares A.M.V.M.; de Oliveira D.P.; Grava-to C. 2018. *Environ. Pollut.*, 235, 255-262



Más de cinco años de violencia han provocado muerte y destrucción en Siria. Millones de personas se vieron obligadas a huir de sus hogares o a abandonar el país. Muchos de ellos son niños.



6,3 millones de personas desplazadas dentro de Siria



5 millones de personas viven en zonas sitiadas y de difícil acceso



4,8 millones de refugiados viven en países vecinos y otros

En lo que va de este año, nuestro equipo en Siria realizó 55 operaciones entre las líneas del frente, distribuyendo alimentos y artículos de primera necesidad entre 8 millones de personas, y agua potable para millones más.

Gracias a nuestros esfuerzos conjuntos con la Media Luna Roja Árabe Siria, podemos ayudar a personas en zonas a las que pocas organizaciones humanitarias pueden acceder.

EMERGENCIA EN SIRIA

ENVÍA AYUDA AL
 **28092**

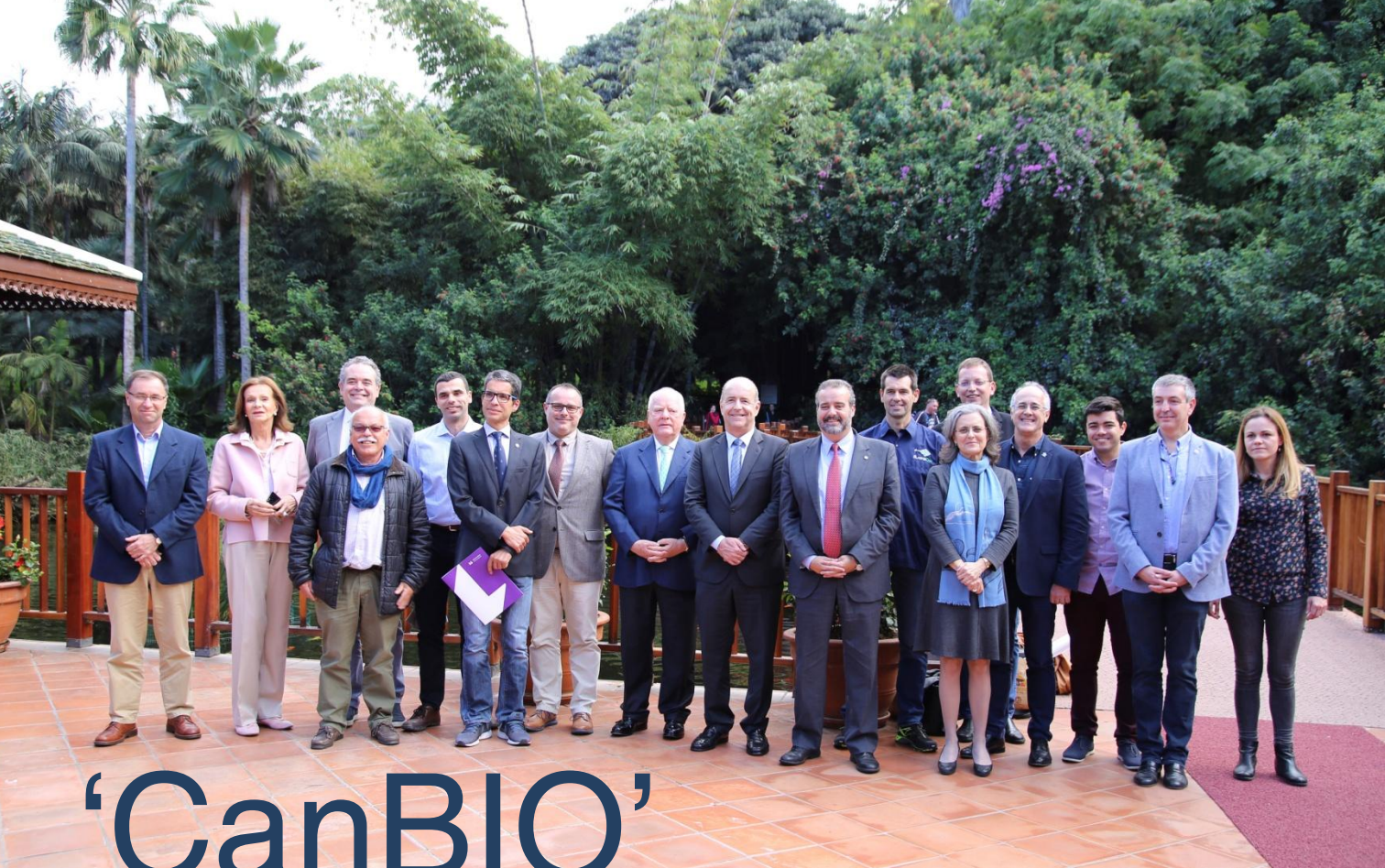
Coste del mensaje 1,2 € IVA incl.
íntegro a Cruz Roja.

TAMBIÉN PUEDES COLABORAR EN:

902 22 22 92
www.cruzroja.es

Cada vez más cerca de las personas





un proyecto líder para analizar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad marina

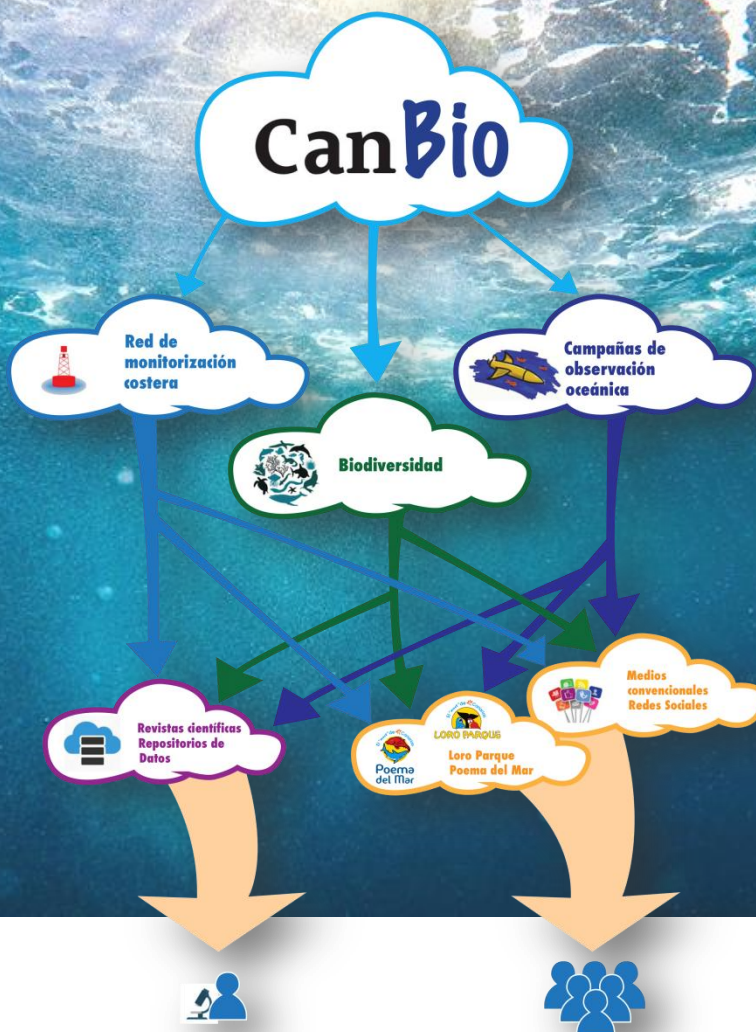
Javier Almunia Portolés
Director en Fundación Loro Parque

La naturaleza de nuestro planeta lleva siglos sufriendo la pérdida de hábitats provocada por la incesante expansión de la población mundial, que en unos meses superará los 7.700 millones de seres humanos. La voracidad de nuestra especie por el territorio y los recursos naturales ha acorralado a miles de especies de animales y plantas, expulsándolos de sus hábitats. La mejor evidencia de esta presión es que el 27% de las especies evaluadas por la UICN sufren algún grado de amenaza y han sido incluidas en la Lista Roja.

Por si la situación no fuera ya bastante preocupante, con poblaciones diezmadas, fragmentadas y dispersas, algunas de ellas reducidas a unos pocos individuos que luchan por sobrevivir, surge una nueva amenaza global: el cambio climático. Nadie, salvo algunos grupos motivados por intereses políticos, duda ya de que el calentamiento global del planeta es una realidad. Y en los últimos años se han elabo-

rado modelos y predicciones de cómo afectará el cambio global a nuestra economía, a las ciudades o a la sociedad futura. Sin embargo, se conocen menos los efectos que tendrá el incremento de la temperatura sobre los ecosistemas, y mucho menos todavía sobre la biodiversidad marina.

Los océanos de nuestro Planeta funcionan como una enorme máquina que distribuye el calor del ecuador a los polos, mediante una compleja red de corrientes marinas superficiales y profundas. La alteración de la temperatura terrestre tendrá efectos sobre esta circulación, que también afectará a la atmósfera, cambiando los regímenes de lluvias, los vientos dominantes o la frecuencia de los fenómenos atmosféricos extremos. Pero hay otros fenómenos menos conocidos, aunque no por ellos menos preocupantes. A medida que aumenta la concentración de CO₂ en la atmósfera terrestre, este es absorbido por los océanos. Aunque inicialmente ese dióxido de carbono se absorbe en forma gaseosa, parte de él se disuelve y por un equilibrio químico se



convierte en ácido carbónico, lo que reduce el pH del mar en un fenómeno conocido por acidificación. Este incremento de la acidez podría llegar a disolver los corales, las conchas de los moluscos o incluso alterar el equilibrio del fitoplancton, la base de toda la cadena trófica oceánica.

Para poder predecir como variará en los próximos años la acidez y la temperatura de los océanos, modelizar como podrá afectar a los corales, ballenas, delfines o tortugas marinas son necesarias series de datos temporales de diferentes regiones marinas. Desafortunadamente las fuentes de datos a nivel mundial son escasas y no existe mucha información sobre áreas costeras, lo que dificulta la predicción y la preparación para el cambio global. El proyecto 'CanBIO', que Loro Parque y el Gobierno de Canarias van a cofinanciar, cada uno con un millón de euros en los próximos cuatro años, va a permitir establecer redes de medición de estos parámetros que servirán para proteger mejor a los cetáceos y a toda la biodiversidad marina de la Macaronesia, y al mismo tiempo ofrecerán información para mejorar los modelos de cambio climático global.

El proyecto 'CanBIO' prevé la instalación de dos boyas de medición con diversos instrumentos, una en Gran Canaria y otra en Tenerife, además de usar barcos comerciales como plataformas de oportunidad que tomarán datos durante sus viajes por Canarias y también por toda la Macaronesia. Estos datos se complementarán con vehículos autónomos (gliders), la última tecnología en oceanografía, y que permiten cubrir enormes distancias y tomar muestras a un coste mucho más reducido que un buque oceanográfico. Están previstas varias campañas cubriendo toda la región macaronésica, desde Azores hasta Cabo Verde, pasando por Canarias y Madeira. Estos vehículos autónomos se equiparán también con sistemas de detección de marcas acústicas, que permitirán conocer los movimientos de fauna amenazada como los angelotes o las mantelinas. Desde el punto de vista de la biodiversidad otros subproyectos se centrarán en la detección de posibles anidamientos de tortugas marinas en la isla de Fuerteventura, en un lugar que potencialmente puede ser un punto de reintroducción para tortugas marinas criadas en las instalaciones Poema del Mar

en un futuro. Otro de los subproyectos analizará los potenciales refugios fríos que existen en las islas, lugares en los que la flora y fauna del archipiélago deberá refugiarse durante el calentamiento global, y que deberán ser especialmente protegidos para preservar las comunidades de animales y plantas marinas para futuras generaciones.

Por último, el proyecto 'CanBIO' abordará otro de los problemas que, a pesar de que no recibe demasiada atención mediática, amenaza especialmente a los cetáceos, tanto en la Macaronesia como a nivel global. Y este no es otro que el ruido submarino, una contaminación poco conocida que está destruyendo lo que Jacques Cousteau bautizó como reino del silencio. Las profundidades del mar ya no son un lugar de paz y silencio, de manera creciente los ruidos que genera el hombre con el tráfico marino, las prospecciones petrolíferas, incluso los aerogeneradores marinos, están contaminando el ambiente. Y los cetáceos, especies que dependen del sonido para alimentarse y comunicarse tienen las de perder en un ambiente ruidoso.

Es por ello que otro de los subproyectos adaptará los sistemas de grabación desarrollados en Orca Ocean, para estudiar a las orcas, y los introducirá en las boyas y en los vehículos autónomos para poder obtener datos de toda la Macaronesia. Estos sistemas, no solo permitirán obtener información sobre la actual incidencia de la contaminación sonora en la región, al mismo tiempo servirán como sistemas de detección de cetáceos. De esta forma se podrá mejorar el conocimiento sobre la distribución de los cetáceos en la Macaronesia, sus migraciones, su hábitat crítico, etc., mientras se monitoriza la evolución de una de sus grandes amenazas, el ruido submarino.

Este mes de enero el proyecto 'CanBIO' arrancó con la presentación oficial a la que asistieron representantes de los financiadores del proyecto: Loro Parque y el Gobierno de Canarias. También asistieron los investigadores de la Universidad de La Laguna, La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, el Observatorio Ambiental de Granadilla, Elasmocan y AVANFUER; que serán los que llevarán a cabo cada uno de los subprogramas durante los próximos 4 años.

An underwater photograph showing various pieces of plastic waste floating in the water. The debris includes a brown paper cup, a white plastic bottle, and other unidentifiable fragments. The water is a deep blue-green color.

SIN CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS

¿NECESITAS TECNOLOGÍA INTELIGENTE Y PERSONALIZADA?

DESARROLLANDO SISTEMAS ADAPTADOS A TUS NECESIDADES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y EL CONTROL EN RESIDENCIAS E INDUSTRIAS



QUIENES SOMOS

Creamos soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades de los usuarios y clientes en concepto de control inteligente en recintos, gestión de tareas automatizadas y eficiencia energética.

I+D+I

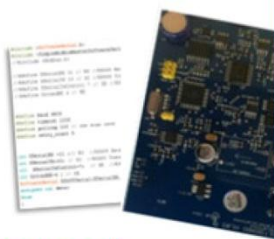
Disponemos de un equipo de desarrollo multidisciplinar. Esto nos permite desarrollar, fabricar y producir dispositivos con características únicas a la vez que multifuncionales.

Datos de contacto

Teléfono: 928402141

E-mail: info@jam-idea.com

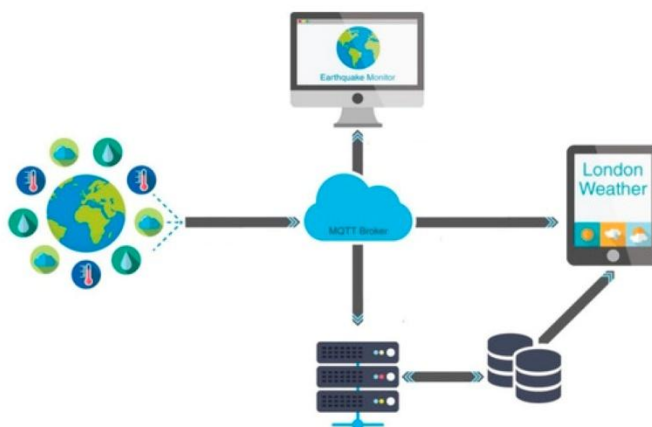
Las Palmas de Gran Canaria.



SISTEMAS INTELIGENTES

- Redes nodales
- Red Centralizada/Distribuida
- Módulos personalizados
- Arquitectura interconectada
- Bajo consumo (Ahorro)
- Wifi, RF, BT, MQTT
- Gestión Teléfono/PC
- Interfaz intuitiva
- Seguridad
- Compatibilidad

TELE-GESTIÓN GRACIAS A MQTT



SONDAS Y SENSORES

Temperatura y Humedad: en condiciones extremas y de precisión

Presencia y proximidad: PIR, u-ondas, cámaras y matriz termopila

Presión y fuerza: resoluciones desde 0.03hPa-0.25m

Caudal y detección líquidos:

Acelerómetro/Giróscopo/Magnetómetro: vel, acel, giros en XYZ

GPS: seguimiento y geolocalización

Intensidad lumínica y Rayos UV: luz y R-UV ambiental o focal

Gases: detección propano, butano, H2, Humo, calidad aire...

Salud Humana y Biometría: cardíaco, oximetría, huellas.

Rumbo al sur, en busca de témpanos de hielo



Jan-Lukas Menzel Barraqueta

Investigador Postdoctoral en el Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Stellenbosch, Sudáfrica

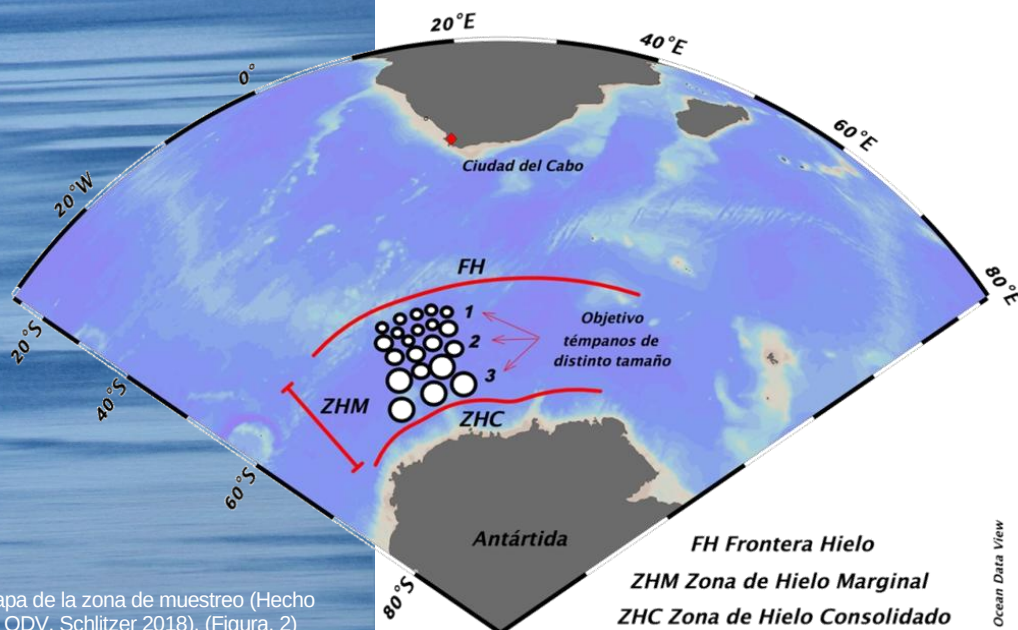
En el pasado mes de Julio, un equipo internacional de 100 científicos zarpó desde Ciudad del Cabo (Sudáfrica) rumbo al sur, a bordo del rompehielos sudafricano 'Aghulas II'. Sí, rumbo a los mares del sur -los salvajes cuarenta-. Una zona del océano que se encuentra entre los 40 y 50 grados sur, temida

por sus fuertes vientos del oeste. Vamos en busca de la zona de nuevo hielo marginal (ZHM, Fig. 2). Da la casualidad que, para darle más emoción, hemos decidido ir en invierno lo que puede aumentar la ocurrencia de tormentas y, en consecuencia, limitar el trabajo científico o directamente lo cancela por un tiempo concreto. Esto suele ser un rompecabezas ya que después toca reorganizar la planificación de todo el trabajo. La razón de ir en invierno reside en la ne-



Rompehielos sudafricano "Aghulas II" en el borde del continente antártico (Autor: Hannes Swart). (Figura. 1)

Mapa de la zona de muestreo (Hecho en ODV, Schlitzer 2018). (Figura. 2)



población mundial, el consumo de los recursos globales y el crecimiento de la actividad industrial está afectando más rápido a nuestro planeta que la velocidad a la que podemos investigar e intentar comprender que está pasando. El cambio climático es un hecho y nosotros, los humanos, somos responsables de que esté sucediendo a pasos agigantados. La cantidad de gases invernadero en la atmósfera se incrementa sin parar y cada mes alcanzamos niveles máximos de CO₂ atmosférico, con el último record en media diaria medido en la estación de muestreo Mauna Loa, fechado en el 15.05.2019 (para observar el monitoreo diario de la concentración atmosférica de CO₂ desde 1958 se puede seguir este enlace: www.esrl.noaa.gov). Como consecuencia estamos alterando la capacidad de nuestros océanos de regular eficientemente el clima global. No obstante, existen ciertos lugares, los sistemas polares, donde los cambios se están percibiendo a mayor velocidad. Y uno de los mayores cambios se relaciona con la extensión y la duración del hielo marino en regiones polares. En contraste con el Ártico, donde la extensión y duración del hielo se está reduciendo cada año desde hace más de 30 años, en la Antártida se están observando tendencias opuestas con zonas de ganancia y zonas de pérdida; eso sí, un estudio reciente ha revelado que en los últimos 4 años (2014-2018) la Antártida ha perdido el mismo volumen de hielo que el Ártico en 34 años¹. Cabe recordar que, nosotros los científicos, nos basamos mayoritariamente en estimaciones con datos obtenidos por satélites para conocer la extensión y duración del hielo marino.

cesidad de entender cuáles son las variaciones temporales en los flujos biogeoquímicos de metales traza que ocurren entre las estaciones de congelación (otoño e invierno) y de derretimiento (primavera y verano) del hielo marginal. Tres meses después de la expedición invernal volveremos al hielo marginal en época estival.

La actividad humana altera los océanos de forma directa e indirecta. El crecimiento exponencial de la

Buque oceanográfico "Aghulas II" navegando en la zona de témpanos (Autor: Johannes Viljoen). (Figura. 3)



Esto es debido a la dificultad de recogida de datos *in situ*, lo cual genera una situación de incertidumbre ya que no sabemos cuál es la pérdida real o si hay ganancia en espesor de hielo marino y, en consecuencia, en volumen total de hielo marino.

Este hielo marino juega un papel importante en el sistema climático global. Es un gran reflector de energía solar, lo cual quiere decir en el argot científico que tiene un índice de albedo alto. Esto significa que la energía procedente del sol es reflejada de vuelta al espacio. Este mecanismo ayuda a mantener frías temperaturas en los polos y, a su vez, modera el clima global. En épocas estivales, el hielo marino se derrite quedando las aguas superficiales del océano expuestas. Estas aguas son más oscuras y no tienen un índice de albedo tan alto, lo cual implica que el océano absorbe la radiación solar, se calienta y, en consecuencia, produce una retroacción positiva al favorecer que se derrita más hielo. Por otra parte, el hielo marino es un vehículo de transporte y almacenamiento de macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento del fitoplancton.

El objetivo de esta expedición es caracterizar la biogeoquímica de los témpanos de hielo y evaluar la influencia que tienen los ciclos de congelación y derretimiento en la producción primaria del sistema oceánico antártico a través del aporte de metales esenciales.

¿Qué tipos de nuevo hielo marino existen, dónde se encuentran y cómo se forman los témpanos de hielo?

En la figura 1 podemos observar un mapa de la zona de muestreo. Si nos dirigimos rumbo hacia la Antártida, desde Ciudad del Cabo, llegamos a una zona llamada 'frontera del hielo' (FH). Este punto delimita el comienzo de la zona de nuevo hielo marginal y se extiende hasta la zona de hielo consolidado (ZHC, Fig. 2). Las predicciones para esta expedición, basadas en registros satelitales de años anteriores, pronostican que la zona de FH se encontrará entre los 53° y 55° sur. La posición exacta de la FH se nos comunicará diariamente desde tierra usando imágenes de satélite. Esta información es vital a la hora de preparar a tiempo todos los equipos de muestreo para la estación.

«Queremos caracterizar la biogeoquímica marina de los témpanos y su entorno. Para esto, obtendremos varios tipos de muestras de agua en diferentes estados físicos».

El primer desafío es evitar la contaminación de las muestras ya que las concentraciones a las que se encuentran los metales en estos ambientes están entre las más bajas de todos los océanos.

Una vez formados, los témpanos chocan entre ellos, se solapan y aumentan de tamaño a medida que nos acercamos a la Antártida.

Existen diferentes tipos de nuevo hielo marino que se diferencian en base a su proceso de formación y a la proporción entre superficie de agua en estado líquido y congelada. Lo primero que nos encontraremos en la ZHM es 'aguanieve, hielo aceitoso o hielo frágil', que se encuentra entre la FH y la estación de muestreo número 1 (Fig. 1). Este hielo frágil suele ser una capa fina de hielo marino en la superficie que, al romperse debido a vientos y corrientes marinas, se convierte en el precursor de los témpanos de hielo que se encuentran a continuación (zonas de muestreo 1, 2, y 3). Una vez formados, los témpanos chocan entre ellos, se solapan y aumentan de tamaño a medida que nos acercamos a la Antártida. Finalmente, forman masas de hielo más grandes que acabarán constituyendo, en la cercanía a la costa, la zona de hielo consolidado (ZHC, Fig. 1).

En nuestro caso, los témpanos son un tipo de nuevo hielo marino con forma circular, formado en océano abierto durante los meses de otoño e invierno, que se derrite durante la primavera y verano. Pueden ocurrir en varios ambientes, desde lagos,

ríos y océanos y, en nuestro caso, se forman debido a la acción del oleaje y/o las corrientes marinas. Pueden llegar a medir más de 5 metros de diámetro y suelen tener un grosor variable que depende de las condiciones meteorológicas e hidrográficas. Nuestro objetivo es llegar a tres zonas de muestreo distintas que contienen témpanos de diferentes diámetros. Buscamos zonas (1, 2, y 3 en Fig.1) de piezas con diámetros de 1 a 2 metros, de 2 a 4 metros y de más de 4 metros. Para esto planeamos adentrarnos un máximo de 300 km en la ZHM.

¿Qué parámetros queremos muestrear y cuál es la estrategia de muestreo?

Queremos caracterizar la biogeoquímica marina de los témpanos y su entorno. Para esto, obtendremos varios tipos de muestras de agua en diferentes estados físicos. Estas muestras son: hielo marino en forma de testigos, hielo frágil, nieve, agua superficial y la columna de agua que se encuentra debajo de los témpanos. Los parámetros que queremos analizar son, principalmente, micronutrientes (metales como el hierro, el zinc, el cobalto, etc.). Queremos entender la especiación física de los micronutrientes y para eso muestrearemos las distintas fracciones de los metales. Estas fracciones son los metales particulados, los disueltos y los solubles, que se diferencian por el tamaño de poro por el que pasan o no pasan según la luz de filtro concreto. En concreto, se corresponden respectivamente con el material que no pasa por filtros con luz de poro de 0,45 μm , la fracción disuelta pasa por 0,45 μm y 0,025 μm . Es importante mencionar un término que para oceanógrafos biogeoquímicos especializados en metales es usado constantemente. Ese término es 'limpio' y quiere decir que está libre de metales o libre de contaminación de metales. Esto marca un gran reto en el muestreo y análisis de las muestras.

El primer desafío es evitar la contaminación de las muestras ya que las concentraciones a las que se encuentran los metales en estos ambientes están entre las más bajas de todos los océanos. Debido a esto, todos los materiales utilizados durante el muestreo, tales como botes y cualquier elemento en contacto con las muestras, son limpiados concienzudamente dentro de un laboratorio de aire limpio (Clase 100). El aire que está en el laboratorio ha sido limpiado y filtrado. Este proceso suele durar más o menos un mes para los botes de muestreo (cada grupo de investigación tiene sus variaciones en métodos de limpieza) y consiste en 3 etapas donde los botes son sumergidos en baños concentrados de detergente (48h), de ácido clorhídrico (2 semanas), y



Plataforma colgante para la toma de muestras (Autor: Ian Weir). (Figura. 4)

de ácido nítrico (2 semanas). Entre cada etapa y al final del proceso los botes son enjuagados 5 veces con agua destilada y finalmente empaquetados, con doble capa, en bolsas de plástico Zip.

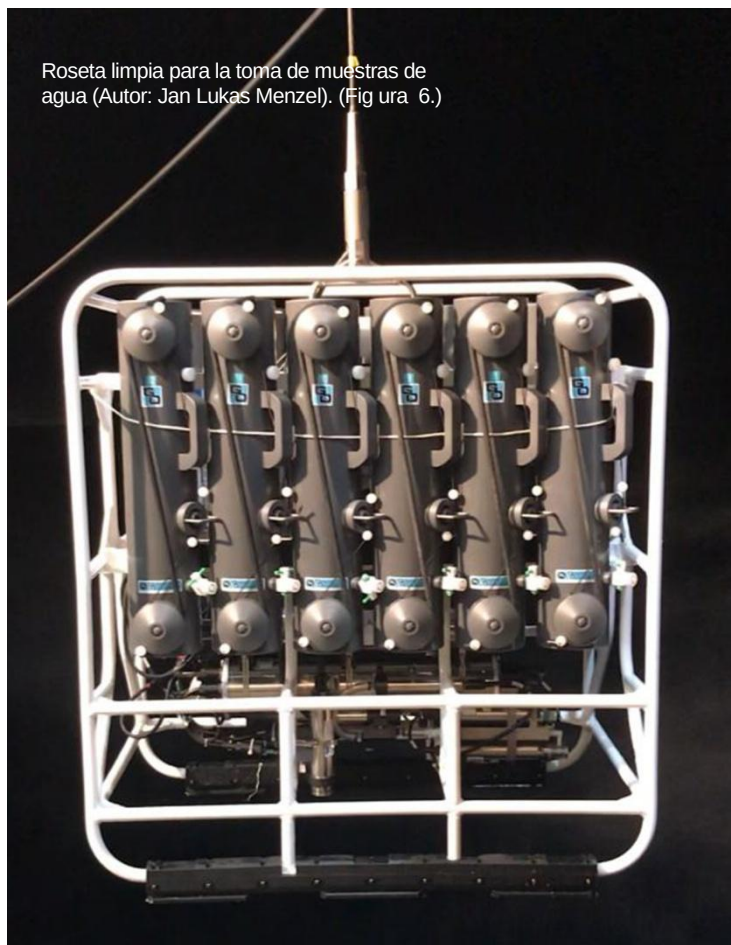
El segundo desafío es tomar las muestras y para ello utilizaremos dos técnicas diferentes, una manual y una automatizada. La técnica manual la utilizaremos para el muestreo de nieve, testigos de hielo y del agua superficial que rodea a los témpanos. La técnica automatizada la utilizaremos para muestrear la columna de agua debajo de los témpanos.

Muestrear los témpanos no es tarea fácil. El riesgo que se corre es bastante grande al no ser una superficie consolidada y estar a merced de corrientes marinas, oleaje y viento. Es por eso que normalmente nuestra estrategia se basa en la implementación de una góndola o plataforma (Fig. 2) con espacio para tres científicos. Con ayuda de una de las grúas del barco, la plataforma con los científicos a bordo es suspendida en el aire y bajada hasta los témpanos. La primera muestra a tomar es la capa de nieve que se encuentra encima de los témpanos. Para esta toma de muestra utilizamos una herramienta muy común en todos los hogares: un recogedor o pala de plástico, previamente limpio, al cual se le ha unido una extensión de plástico a modo de palo. La segunda muestra es el agua superficial que bordea a los témpanos. Para esto utilizamos la misma extensión que para el recogedor, pero cambiando el soporte para la toma de muestra por uno capaz de sujetar un bote (capacidad de un litro). Utilizando la extensión de plástico queremos tomar varias muestras (3 por témpano) de nieve y agua, lo que nos indicará si existe variabilidad en la concentración de metales en un espacio tan reducido. La última muestra en tomarse son los testigos de hielo para lo cual utilizaremos un sacatestigos 'limpio' con cuchillas de titanio (Figura 4). Esta toma de muestra es especialmente peligrosa ya que requiere de apoyar un pie en el témpano con sus consecuentes riesgos de caída. Inmediatamente, después de cada toma de muestra, la muestra se introduce en una bolsa limpia de Zip para evitar cualquier tipo de contaminación.

Para muestrear la columna de agua utilizamos una roseta 'limpia' con capacidad para 24 botellas de 12 litros GO-Flo (General Oceanic's). Esta roseta nos permite coleccionar agua 'limpia' a 24 profundidades distintas. Conectada al barco a través de un cable conductor, podemos controlar y dar la orden de cierre de botellas a una determinada profundidad. Una vez de vuelta en cubierta, las botellas son transportadas a un contenedor 'limpio' para empezar el muestreo (Fig. 5) de las distintas fracciones de metales.



Sacatestigos de hielo usado a bordo por miembros de la expedición científica (Autor: Jean Look). (Figura. 5)



Roseta limpia para la toma de muestras de agua (Autor: Jan Lukas Menzel). (Figura. 6.)



Nuevo contenedor laboratorio limpio del grupo TRACEX de la Universidad de Stellenbosch, Sudáfrica (Autor: Jan Lukas Menzel). (Figura. 7)

¿Por qué debemos estudiar la zona de hielo marginal?

La zona marginal de hielo marino es importante para los ecosistemas polares y para el clima global. Los estudios sobre metales en la zona de hielo marginal son muy limitados^{2,3} y no existen estudios que combinen los muestreos de las distintas fracciones físicas de los metales y tampoco expediciones que hayan completado el ciclo anual del hielo. Los estudios existentes han revelado que las concentraciones de metales como el hierro, el cadmio, el cobre, el zinc, el plomo o el manganeso en hielo marino son mayores que las del ambiente que lo rodea. En base a estos estudios se desprende que el potencial derretimiento del hielo marginal, en épocas estivales, puede tener un gran impacto en las concentraciones de metales traza disueltos en aguas superficiales. El hielo marino no es una fuente de metales sino un vehículo de almacenamiento, transporte, y liberación de metales accionado por el viento y las corrientes marinas. Variaciones en la extensión, volumen y duración del hielo marino controlan, en última instancia, la fuerza de proliferación de microalgas en primavera y verano. Esta proliferación de microalgas es la base de la cadena trófica marina en aguas antárticas y, en consecuencia, cambios en la cantidad de microalgas impactan en todos los escalones tróficos marinos y terrestres.

En el sistema de corrientes antártico existen varios frentes que dividen zonas con características biogeoquímicas diferentes (Fig. 2), es decir, con concentraciones distintas de nutrientes y metales. Dependiendo de la extensión del hielo marino anual,

esto puede afectar a que se forme el hielo en una zona rica en nutrientes, almacene los nutrientes y los transporte a una zona pobre en nutrientes para su liberación a través del derretimiento. Este proceso es clave en los ecosistemas marinos antárticos y debido, mayormente, a las fuentes antropogénicas de gases de efecto invernadero que estamos emitiendo, los patrones de formación, extensión y volumen de hielo marino están variando. La variación de estos patrones es natural. El problema son las escalas. Las escalas de variación natural son muy largas (milenios) y las escalas de variación que estamos experimentando ahora son muy cortas (decenios). Estos cambios globales en el medio ambiente están enfatizando el requerimiento y la importancia de entender mejor los ecosistemas polares y el funcionamiento de los factores que lo controlan. Por eso, se presenta importante e indispensable conocer cuáles pueden ser las consecuencias que los cambios drásticos observados pueden tener en el almacenamiento, transporte y liberación de metales y nutrientes por parte del hielo marino. Asimismo, este tipo de estudios puede ayudar a detectar futuras perturbaciones y ayudar a actuar en consecuencia.

Bibliografía

- (1) Parkinson, C.L. 2019. PNAS, 201906556.
- (2) Lannuzel, D., Schoemann, V., De Jong, J., Tison, J. L., Chou, L. 2007. Mar. Chem., 106(1-2): 18-32.
- (3) Lannuzel, D., Bowie, A.R., van der Merwe, P.C., Townsend, A.T., Schoemann, V. 2011. Mar. Chem., 124(1-4):134-146.

RECICLAR NO ES SUFICIENTE

LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES
PLÁSTICOS EN ESPAÑA

soy neopolitan
GREENPEACE



¿Qué **continentes** emiten más **plásticos** al mar?

Toneladas de plástico vertidas al mar en los ríos de cada continente

0,95%
NORTEAMÉRICA Y
AMÉRICA CENTRAL
13.400



0,28%
EUROPA
3.900



86,17%
ASIA
1.210.000



4,8%
SUDAMÉRICA
67.400



7,78%
ÁFRICA
109.200



0,02%
OCEANÍA
300



Fuente: Lebreton et al (2017)



Toda Crisis Alberga un
Océano de Oportunidades:

Foto: Alberto Romeo / Marine Photobank.

¡Ponemos Rumbo a la SOStenibilidad!

Mireya del Pilar Arcos Pulido

Fundadora de EnDéMICA (https://linktr.ee/yeya_arcospulido)

A estas alturas, no debería caber alguna duda de que la naturaleza es el soporte de la vida en el Planeta Tierra. Si algo nos identifica como seres humanos es que dependemos de los mismos elementos relacionados entre sí para sobrevivir: agua, aire, energía, espacio y alimentos tanto seguros como saludables. Actualmente estos elementos que desde los comienzos de la historia de la humanidad, nos han sido suministrados por el entorno natural ya no están garantizados. No se trata de ser catastrofistas sino realistas y de tomar las medidas apropiadas en el menor tiempo posible. La actitud más negligente que podemos adoptar es la de no hacer nada al respecto. Siendo evidente que podemos vivir más y mejor de lo que lo estamos haciendo.

El crecimiento exponencial de la población dentro de un modelo globalizado de Economía Lineal (Fig.1), donde se han ignorado todos los costes ambientales asociados a este tipo de estructura, que incentiva un consumo más allá de lo necesario, nos ha empujado a la crisis social y económica actual. Crisis de la cual, somos todos responsables.

Pero, ¿cuándo perdimos la conexión con la naturaleza, la humanidad y la ética y con ello, el sentido de perpetuación de nuestra propia especie? La desconexión posiblemente pudo haber comenzado durante la primera mayor transformación económica, tecnológica y social de la historia de la humanidad: la Revolución Industrial. Una drástica transición de un entorno rural a uno urbano de bienestar individual bajo la falsa concepción de un Planeta Tierra inagotable en recursos, con una capacidad de autorregulación ilimitada e incondicional a cualquier actividad y crecimiento humano.

A pesar de haber sido advertidos ya hace casi cinco décadas de las consecuencias de nuestro *modus vivendi*, cuando se publicó la primera modelización de la Economía Mundial dentro de los límites biofísicos del planeta, continuamos sin corregir el rumbo de nuestras acciones¹.

Está claro que ahora, dada la crisis global, urge de forma absoluta que los seres humanos volvamos a conectar con nuestro entorno natural. Más allá de estrechar el contacto directo con la naturaleza, para recordar que es la única razón de nuestra existencia, es indispensable mantener presente nuestra relación



Modelo de Economía Lineal. (Figura 1)

con ella. Y ¿Cómo? Una buena forma es, reconociendo el flujo de beneficios que nuestros sistemas naturales nos brinda a través de su función y procesos -Servicios Ecosistémicos-. Por otro lado, es necesario que seamos conscientes de la presión que ejercemos sobre el ambiente con cada una de nuestras actividades diarias. Los océanos en concreto, son esenciales para la pervivencia de nuestra civilización y se encuentran seriamente amenazados. Del mismo modo en que los océanos son la causa de nuestro origen y perpetuación, podrían convertirse en la razón de nuestra propia extinción si no los cuidamos.

Pero en realidad, ¿pecamos por ignorar el verdadero valor de nuestros mares y océanos?

Si se hiciera un sondeo de opinión sobre cuál es el valor o el mayor servicio de los océanos en la Tierra posiblemente la mayoría de personas, relacionándolo con su función en la alimentación, responderían que la pesca. Esta percepción no es de extrañar. El total mundial de la producción de la pesca de origen marino alcanzó en el 2014 los 81,5 millones de toneladas², una cifra nada despreciable. Los océanos nos proporcionan incalculables beneficios (Fig.2) de los que nos hemos apropiado por derecho de manera poco consciente.

Desde el punto de vista económico solo el rango de bienes y servicios marino-costeros, excluyendo el valor del océano en su totalidad, se ha subestimado en 2,5 billones de dólares anuales: “El Océano, es la 7ª Economía más grande del Mundo”³. Además nos ofrece valores intangibles, inmateriales e indirectos que se escapan a cualquier tasación económica y muchas veces son difícilmente perceptibles. Más aún, cuando el Medio Marino continua siendo un auténtico desconocido.



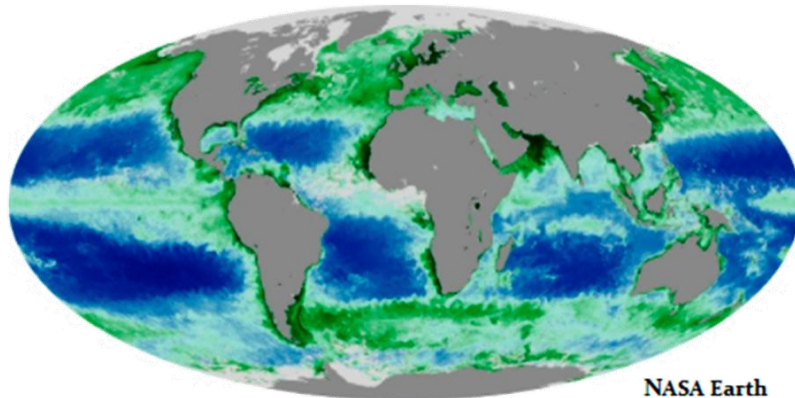
Algunos de los Servicios Ecosistémicos que nos proporcionan los océanos y que dependen de un Estado Saludable (Figura 2).

Los mares y océanos son los verdaderos pulmones de nuestro planeta no solo nos proporcionan más del 50% del oxígeno que respiramos, también consumen el CO₂ ambiental reduciendo su concentración en la atmósfera por intermediación del llamado *Bosque Invisible*: el fitoplancton⁴, el mayor bosque de todo el Planeta Tierra (Fig.3).

Siendo el Cambio Climático una de las grandes amenazas a las que nos enfrentamos, es fundamental tener claro que nuestros océanos juegan un papel crucial en la regulación del clima. Absorben una cantidad importantísima del CO₂ que emitimos a la atmósfera y el exceso de calor, redistribuyéndolo a través de los sistemas de vientos y corrientes marinas⁴. Sí. Las condiciones climáticas que nos han permitido subsistir hasta hoy, y de las que dependeremos mañana, son proporcionadas por los océanos. Estos han estado, y continúan estando, al servicio de la humanidad.

Clorofila
Marzo 2017

(mg/m³)
0.01 0.15 20



**NASA Earth
Observations (NEO)**

Concentración del fitoplancton -Bosque Invisible- en el Planeta, medido en miligramos de clorofila por metro cúbico de agua. Las mayores concentraciones se muestran en color verde oscuro, las más bajas en azul (Observaciones realizadas con el satélite Aqua de la NASA). (Figura 3)

Dadas las circunstancias actuales de presión y estado del medio marino, podemos extraer dos lecturas. Una de ellas, que es imperativo mantener nuestros mares y océanos saludables. La segunda, que estamos superando su capacidad para conservar nuestra demanda y conveniencia.

No obstante, ¿somos conscientes de cómo afectamos la salud y el valor de los océanos?

Los océanos soportan y mitigan los efectos globales de la presión antrópica ejercida en el Planeta. Esto tiene su precio, puesto que va en detrimento del mismo potencial del que seguimos dependiendo y del que hemos gozado hasta ahora para mantener la vida en la Tierra.

A grandes rasgos controlar el Cambio Climático, la contaminación y la sobrepesca pueden constituirse en los mayores desafíos que entre todos debemos afrontar³. Devolver la salubridad a nuestros océanos y mantenerla requiere de compromiso individual. El primer paso es reflexionar sobre cómo la manera en que vivimos afecta la salud de los océanos y en consecuencia, la nuestra. Somos verdugos y víctimas de nuestro estilo de vida.

Sin la pretensión de realizar un análisis exhaustivo y, simplemente con echar un vistazo al siguiente Diagrama de Arco (Fig. 4) como un intento por sintetizar la presión antrópica en el Medio Marino podemos concluir que: todos con nuestro estilo de vida occidental habitemos cerca o alejados del mar; contribuimos cada día a la pérdida del valor oceánico a escala global. La situación actual del océano deriva de tierra firme. El crecimiento exponencial de la población y nuestra actividad en el planeta está alcanzando los límites de capacidad de regeneración de los océanos.

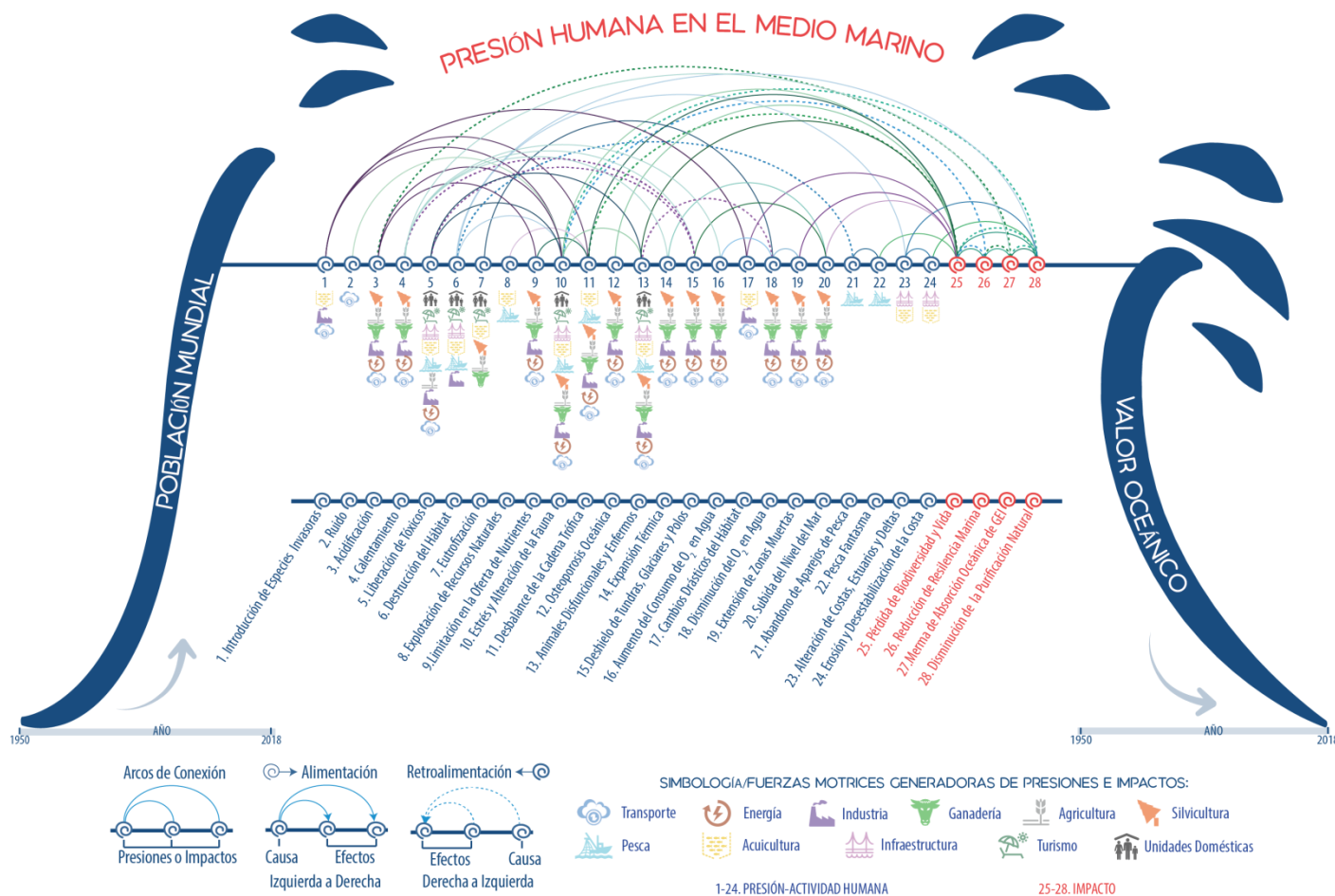
Siendo el Sistema Marino tan complejo, los diferentes impactos se retroalimentan unos a otros magnificando los efectos negativos y aumentando la presión (Fig. 4). Se hace imposible obtener una verdadera cuantificación del daño real ejercido y/o valorar de manera cualitativa, todos los efectos colaterales. Seamos objetivos, hoy por hoy, no tenemos el alcance para medirlos en su totalidad. Llamémoslo, para el caso que nos ocupa, el *hándicap* de los sistemas abiertos como son los océanos. Esta es la dificultad añadida que tenemos para evaluar todo cuanto sucede en su interior y que a veces, nos empeñamos en ignorar. Esto sí se encuentra más allá de nuestro control. Existirán consecuencias derivadas de nuestra actividad que tardemos décadas en dilucidar o que finalmente, para la especie humana, pasen totalmente desapercibidas.

Lo que sí está en nuestras manos es actuar de manera inmediata con responsabilidad y determinación. Lo peor que puede ocurrirnos si tomamos acción, para prevenir y mitigar los diferentes impactos sobre el Medio Marino, es que hallemos entre todos la forma de llevar una vida más óptima.

¿De qué manera nos perjudica la pérdida de valor de los mares y océanos?

A grandes rasgos las presiones e impactos de origen antrópico provocan en los océanos la pérdida de diversidad y vida, reducen su resiliencia, disminuyen su capacidad en la regulación del clima y ralentizan o anulan su proceso de purificación natural.

En diferentes Regiones del Planeta, y en la última década, hemos sido testigos de cómo han aumentado las catástrofes naturales relacionadas con el clima. Los desastres climáticos, entre otros, son cada vez más recurrentes y no disponemos del tiempo para



adaptarnos. En los países más pobres, donde se carece de medidas de protección básicas, la población es mucho más vulnerable. Encontramos aquí un componente ético de injusticia social a escala global. Algunos países contaminan a niveles descomunales y los que menos lo hacen pagan por las más graves de las consecuencias. Es una simple cuestión de justicia ambiental y de bienestar común. Atentamos a diario contra nuestros propios derechos inalienables, en este caso el de gozar de un ambiente sano. «El que esté libre de pecado, que tire la primera piedra».

A escala espacio-temporal la responsabilidad ambiental es desigual, sin embargo en términos de salud y dado que la contaminación es transfronteriza nos afecta a todos. Los daños ambientales cuestan dinero y perjudican directamente la salud. Entre el 90 al 95% de los casos de cáncer son atribuidos al ambiente y al estilo de vida siendo esta una enfermedad prevenible⁵. Es más costoso vivir con complicaciones que evitarlas y sin salud no hay bienestar. Esta debería ser la mayor motivación para activar el mecanismo que dirija todos nuestros esfuerzos hacia la sostenibilidad de los océanos y, con ella, asegurar la nuestra.

Pero, ¿qué es la sostenibilidad?

Y ¿qué podemos hacer?

Los problemas que amenazan la estabilidad de los Océanos, y en consecuencia de la Tierra, son diversos, por lo que adoptar una sola medida o dimensión es insuficiente. En este sentido, la solución realmente integradora se encuentra en el paradigma de la sostenibilidad y del desarrollo sostenible. Reduciéndose este último, entre muchas otras definiciones, en “Un proceso de transformación que se produce de forma armoniosa en las dimensiones espacial, social, ambiental, cultural y económica a partir de lo individual para lo global”⁶. Cada acción que se lleve a cabo debe centrarse en mantener el capital natural y a mejorarlo en su potencial de regeneración, reproducción y coevolución⁶.

¿Es esta la solución más inmediata? Seguramente no. En este contexto, la mayoría de los problemas a los que nos enfrentamos carecen de soluciones inmediatas. Sin embargo, adoptar una filosofía de vida sostenible a nivel individual si se constituye en la solución más razonable a mediano y largo plazo.

Las empresas, la industria y estamentos gubernamentales responden finalmente a los intereses y demanda de la sociedad. Es necesario que la sociedad continúe reclamando soluciones ante la situación en la que nos encontramos.

Pero, no podemos darnos el lujo de seguir esperando a que los gobiernos lideren el cambio, la industria innove o a que, jugando a ser dioses, se desarrollen planes de geoingeniería climática que seguramente terminarán abriendo muchos otros agujeros negros.

En ocasiones pareciera que confiamos plenamente en que *Superman* acudirá a rescatarnos o a que, en breve, la industria nos servirá la solución en *roll-on* para comprarla en el supermercado de la esquina. No debemos permitir que las consecuencias nos sigan atropellando pudiendo prevenirlas. Es necesario un cambio de conducta y conciencia pública. Es imperativo actuar de manera individual, consciente y rápida. Pensar antes de actuar, haciéndole honor a nuestra especie. La solución está en nuestras manos y la sostenibilidad de nuestros Océanos comienza por casa.

Bajo esta pauta trabaja EnDÉMIcA -Ecovalor Digital Media- una iniciativa creada para facilitar a cualquier persona, a través de las redes sociales, cambios razonables en el día a día para adoptar un Estilo de Vida Más Sostenible. Desde lo individual a lo global, en búsqueda siempre del tan anhelado, justo y único bienestar: el común. Promoviendo los pequeños cambios que nos harán alcanzar grandes retos. Donde existe un espacio para todos y cada uno de nosotros.

¡Os espero!

Bibliografía

- (1) Bardi, U. 2014. Los Límites del Crecimiento Retomados. ISBN: 978-84-8319-871-1. 232 pp. Los libros de la Catarata.
- (2) FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
- (3) Hoegh-Guldberg, O. et al. 2015. Reviving the Ocean Economy: the case for action - 2015. WWF International, Gland, Switzerland., Geneva, 60 pp.
- (4) Roberts, C. 2014. Océano de Vida, como están cambiando nuestros mares. ISBN: 978-84-206-9335-5. 512 pp. Alianza Editorial
- (5) Anand, P., Kunnumakkara, A.B., Sundaram, C., Harikumar, K.B., Tharakan, S.T., Lai, O.S., Sung, B., Aggarwal, B.B. 2008. *Pharmaceutical research*, 25(9):2097-116.
- (6) Boff, L. 2013. La Sostenibilidad: qué es y qué no es. ISBN: 978-84-293-2.100-5. 192 pp. SALTERRAE.

Agenda

Julio-Diciembre 2019

JULIO		
Fecha	Evento	Lugar
01-05	Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo.	La Habana (Cuba)
AGOSTO		
Fecha	Evento	Lugar
22-23	VI International Conference on Fisheries and Aquaculture.	Bangkok (Tailandia)
SEPTIEMBRE		
Fecha	Evento	Lugar
11-12	Aquaculture Innovation Europe 2019.	Londres (R.U.)
16-17	International Conference on Coastal Ecosystem and Management.	Amsterdam (Países Bajos)
24-26	ICE Coastal Management 2019.	La Rochelle (Francia)
OCTUBRE		
Fecha	Evento	Lugar
01-04	II Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar.	Málaga (España)
07-10	Aquaculture Europe 2019. Our Future growing from water.	Berlín (Alemania)
NOVIEMBRE		
Fecha	Evento	Lugar
04-08	COLACMAR. Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar 2019.	Mar del Plata (Argentina)
11-12	International Conference on Aquaculture and Fisheries 2019.	Bangkok (Tailandia)
13-15	XV International Symposium on Aquaculture Nutrition.	Mérida-Yucatán (México)
19-22	Latin American & Caribbean Aquaculture.	San José (Costa Rica)

Un mar para comérselo

Pejepeine

flambeado con tierra de almendras especiadas y algas

INGREDIENTES:

1 Pejepeine (1 unidad)

- Tierra de almendras (50 g)
- Polvo de algas (2 g)
- Algas frescas

2 Preparación de la tierra de almendras

- Harina de almendra (100 g)
- Mantequilla (100 g)
- Especias a gusto (cuchara sopera -c/s)

3 Preparación del polvo de algas

- Lechuga de mar (100 g.)

Abraham Ortega García

Chef Restaurante *El Santo* y Asesor Gastronómico

Hacemos una mezcla con la harina de almendra y la mantequilla en pomada, y le ponemos las especias que más nos gusten y en cantidad suficiente para nosotros. Enfriar durante dos horas, rayar sobre una bandeja con papel de horno y hornear a 180 °C durante 7 minutos.

Preparación del polvo de algas:

Lechuga de mar (100 g)

Deshidratamos durante 8 horas la lechuga de mar a 54 °C y trituramos, guardando en un lugar hermético.

Preparación del Plato:

Limpiamos el pejepeine sacando los lomos y limpiándolo de espinas. Con ayuda de un soplete, le damos por el lado de la piel al pescado para cocinarlo y que la piel nos sirva de protección. Ponemos en la base un poco de la tierra de almendras y el pescado encima, terminamos con un poco de polvo de algas y un poco de codium, salicornia, flor de borraja y capuchina.

Algo de información

El pejepeine, *Xyrichtys novacula*, es una especie de peces de la familia Labridae, en el orden de los Perciformes. Comúnmente esta especie es denominada galán, pez peine o pejepeine. En Baleares le denominan "raor". Tanto su nombre científico como el popu-

lar hacen referencia a su parecido con un cuchillo o navaja de afeitar. La talla máxima que alcanza es de 30 cm, siendo los machos mayores que las hembras.

Se encuentra en aguas cálidas y templadas del Mediterráneo y del Atlántico. Es más abundante en la zona meridional del Mediterráneo occidental. Una de las principales zonas de captura es Garrucha (Almería). En Canarias es un pescado de descarte y con muy poco valor comercial. Es pescado a caña, de manera deportiva, y los precios alcanzan cifras muy elevadas.

Cuando presiente peligro se entierra en la arena o desciende a mayores profundidades. Es muy apreciado en Baleares, sobre todo en Ibiza. La veda se levanta durante pocos días y los pescadores se afanan en su captura. Son muy apreciados en la gastronomía.

En Baleares están protegidos precisamente por su atractivo y su fama gastronómica exagerada, lo que ponen en riesgo su existencia. Además de su consumo habitual en Baleares durante la época de pesca, cocineros de la popularidad de Carme Ruscalleda y establecimientos del renombre del restaurante Vía Veneto de Barcelona los ofrecen.

En el Mediterráneo español, las medidas para proteger la especie empiezan con la veda, que en la última década se ha alargado. Hace años, era el 15 de agosto la fecha en la que terminaba la prohibición de pescarlos, ya que es en esta época, a finales de verano, cuando se reproducen. Ahora, se permite pescar 50 piezas por persona y por día, con un máximo de 300 ejemplares por barco. Curiosamente, en Canarias no tiene ninguna protección.





Ejemplares de *Rothpletzia rudista* Simonelli 1890, un fósil guía para el Plioceno marino de Canarias. (Figura. 1)



Cambio Climático

La perspectiva paleontológica

Juan Francisco Betancort Lozano

Laboratorio de Paleontología, Facultad Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España. E-mail: juanbetancort@gmail.com

La Tierra: un planeta con clima cambiante

El clima en la Tierra cambia de forma natural, se pasa de un clima a otro, de una situación de equilibrio a otra. El problema radica en que sobre este cambio natural, la acción antrópica sobre nuestro planeta está provocando una serie de desequilibrios. Se están alterando procesos naturales llegando a situaciones que se alejan mucho de las esperadas de forma natural. Estas nuevas situaciones ya se pueden constatar en el medio pero, si no se pone remedio, lo peor está por venir. Así, se definen una serie de escenarios posibles, elaborados a partir de la interacción de gran cantidad de variables climáticas y sociales.

Parte del problema es definir qué es lo “natural” y, a partir de ahí, identificar lo que se sale de la norma y sus efectos. Los cambios naturales en el clima, la evolución climática del Planeta Tierra, se deben a procesos de escala global como pueden ser el enfriamiento paulatino desde la masa de plasma y materiales incandescentes originaria hasta el planeta que actualmente conocemos, pasando por ciclos de erupciones volcánicas y acumulaciones de cenizas en la atmósfera, cambios en el eje de inclinación, que provocan a su vez cambios en la radiación solar incidente o modificaciones en la distancia o emisiones del Sol. Todos estos procesos han generado descensos o ascensos de la temperatura: inviernos largos en los que no se derrite la nieve y avanzan los frentes de hielos o, al contrario, la temperatura aumenta y los hielos retroceden, con veranos más intensos y calurosos. Esta sucesión de glaciaciones y periodos cálidos o interglaciales ha seguido un patrón más o menos periódico. De forma general, cuando nos referimos a cambio climático, solo nos referimos al cambio climático derivado de la acción antrópicas o inducido, a la desviación derivada de la alteración del planeta sobre los ciclos climáticos naturales.



Conglomerado marino con ejemplares de *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) correspondiente al máximo climático acontecido en circa 130.000 años. (Figura 2)

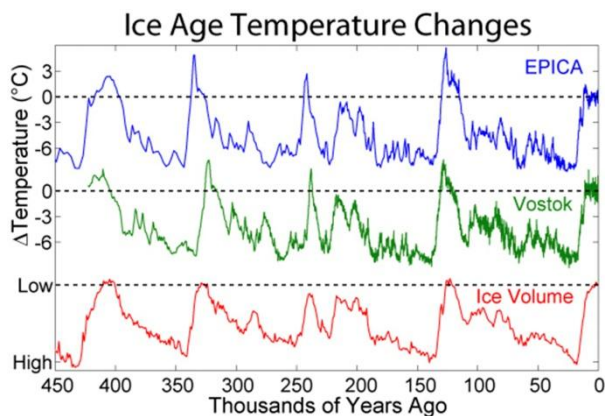
Pero, ¿Cómo sabemos esto? ¿Cómo podemos afirmar que el clima de la Tierra ha cambiado? ¿Podemos asumir que seguirá cambiando? ¿Cómo responderán los seres vivos a estos cambios? Existen numerosas evidencias fósiles que nos hablan de como han sido los climas del pasado y se disponen de una gran cantidad de herramientas y metodologías que permiten afrontar este problema.

Herramientas

La principal herramienta de la que se dispone para recrear ecosistemas del pasado son los fósiles. En primer lugar aparecen algunos restos fósiles denominados “fósiles guía” que son indicadores de una edad, un piso o una época determinada. A partir de su presencia en un determinado yacimiento podemos inferir una edad, que posteriormente será refutada por otros medios (por ejemplo, dataciones directas o absolutas mediante radiometría). Un ejemplo de fósil guía fácilmente identificable y que

permiten datar niveles geológicos es *Rothpletzia rudista*¹. Se trata de un gasterópodo únicamente citado para los niveles de edad pliocena de Canarias (un paleo-endemismo), datados en circa 5 millones de años. Su presencia en un determinado afloramiento permite conferir este a estos niveles sin lugar a dudas.

Junto con los fósiles guía, cualquier espécimen presenta interés. Cada resto o traza es una pieza del puzzle. Clasificar un espécimen y buscar relaciones con otros organismos, tanto fósiles como actuales, permite hacer una primera aproximación o reconstrucción de las condiciones ecológicas de este organismo y su distribución. A partir de identificar una especie o un género, y determinar la ecología (rango de temperatura, profundidad, salinidad, alimentación etc.) de este organismo en la actualidad o de un taxón equivalente o muy próximo, es posible extrapolar estas condiciones a un momento determinado de la historia del planeta. Un ejemplo puede ser el estudio de taxones fósiles en Canarias, como puede ser el



Curva que refleja el cambio en la temperatura terrestre a partir del estudio de los isótopos estables de oxígeno en hielos antiguos (Obtenida de EPICA 2004). (Figura 3)

Junto con los fósiles guía, cualquier espécimen presenta interés. Cada resto o traza es una pieza del puzzle. Clasificar un espécimen y buscar relaciones con otros organismos, tanto fósiles como actuales, permite hacer una primera aproximación o reconstrucción de las condiciones ecológicas de este organismo y su distribución.

estudio de la fauna presente en el máximo climático acontecido hace unos 130.000 años. En estos niveles, localizados entre 3 y 6 metros de altura sobre el nivel actual del mar en numerosos puntos de Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife, aparecerán los gasterópodos *Persististrombus latus* y *Harpa doris*. Estos animales están actualmente vivos, restringidos a zonas del Golfo de Guinea e Islas Cabo Verde, una franja climática y ecológica bien definida del planeta. A partir del estudio de las condiciones locales en estos puntos y el tratamiento de esta información, se ha podido concluir que la temperatura superficial del agua para que estos organismos se desarrollasen en Canarias hace 130.000 años debió ser, al menos, 3,3 °C superior a la actual².

Un paso más allá es el análisis de las concentraciones relativas de los isótopos estables de carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y azufre, entre otros elementos, presentes en las moléculas que conforman los fósiles o incluso en moléculas de agua o aire. Me-

diante el uso de técnicas de espectrometría de masas se obtienen valores de concentración de estos isótopos. Por ejemplo, a partir del análisis de las proporciones de isótopos estables de carbono ($^{12}_6\text{C}$ y $^{13}_6\text{C}$) se puede determinar cuál es la principal fuente de carbono del animal, esto es: si era carnívoro o herbívoro, incluso se puede definir el tipo de plantas, que estarán asociadas a un medio más húmedo o más desértico. Un caso concreto de este trabajo es el análisis de los isótopos estables de Carbono en muestras de cáscaras de huevos de aves gigantes no voladoras del Plioceno, encontradas en niveles sedimentarios terrestres en el norte de Lanzarote. A partir de su fuente de carbono se concluyó que estos animales eran vegetarianos y principalmente se alimentaban del grupo de las plantas que hacen un tipo de fotosíntesis C4. A este grupo pertenecerán plantas típicas de climas cálidos y áridos³.

El estudio de la proporción relativa de los isótopos del oxígeno ($^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$ y $^{18}_8\text{O}$) nos habla principalmente de temperaturas. A partir del análisis de las burbujas de aire y polvo atrapadas en hielos perpetuos, de miles y cientos de miles de años de antigüedad, se puede aislar y analizar las moléculas de oxígeno presentes en ese aire. Sobre este fundamento, el grupo internacional de investigadores denominado Proyecto EPICA (*European Project for Ice Coring in Antarctica*) elaboró una curva donde se recoge la evolución del $\lambda^{18}\text{O}$ en prácticamente los últimos 800.000 años. Este valor es equivalente a la variación de la temperatura respecto a un valor de referencia o actual. En este trabajo se llegan a identificar hasta 8 ciclos glaciares⁴. Esta curva supone una evidencia de la evolución del clima terrestre y es necesario destacar el peso e importancia que tienen estos resultados, junto con el esfuerzo internacional de esta iniciativa.

La perspectiva Paleontológica

Llegado a este punto, se concluye que es posible a partir de un resto de un organismo que ha llegado hasta nuestros días, conferir una edad a los niveles geológicos donde se encuentra y, además, tener información sobre su ecología y las condiciones climáticas que se daban en la región cuando este organismo vivía. Para entender como la paleontología, en cualquiera de sus ramas, tiene un papel destacado en la comprensión de los cambios acontecidos en el planeta y los ecosistemas derivados del cambio climático es necesario partir de una serie de premisas:

1. Algunos de los escenarios posibles dentro de los modelos de Cambio Climático son coherentes con otros que ya se han dado en el pasado.

2. Eventos climáticos globales y sus manifestaciones locales quedaran registrados en diferentes niveles y estratos geológicos.
3. Podemos definir organismos fósiles que actúen como indicadores climáticos pasados y futuros.

Cuando se dispone de las herramientas adecuadas, en forma de una serie de ejemplares y yacimientos fosilíferos, donde se ha identificado su mensaje estratigráfico y paleoclimático gracias a las metodologías adecuadas, es posible definir unas condiciones climáticas y ecológicas para un momento determinado. Si se extrapolan estas condiciones a escenarios futuros, donde se supone que se volverán a dar, se obtiene de entrada una lista sobre los organismos viables en esas mismas condiciones, y si esto se hace en relación a momentos anteriores y posteriores, se obtiene una lista de los organismos no viables en las mismas.

Esto es, la paleontología permite recrear ecosistemas del pasado que al ser equivalentes a algunos posibles en el contexto de los escenarios de Cambio Climático, son extrapolables para condiciones futuras. La desaparición de especies altamente adaptadas a un ecosistema y la llegada de nuevas especies animales o vegetales, y que sean capaces de establecerse con éxito se puede estudiar con perspectiva paleontológica.

Bibliografía

- (1) Meco, J., Koppers, A.A.P., Miggins, D.P., Lomoschitz, A., Betancort, J.F. 2015. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeo-ecology*, 435: 53-69.
- (2) Montesinos M., Ramos A.J.G, Lomoschitz A., Coca J., Redondo A., Betancort J.F. y Meco J. 2014. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 410: 153-163.
- (3) Lazzerini, N., Lécuyer, C., Amiot, R., Angst, D., Buffetaut, E., Fourel, F., Daux, V., Flandrois, J.P., Betancort, J.F., Sánchez Marco, A., Lomoschitz, A. 2016. *Science of Nature*, 103: 81.
- (4) EPICA Community members. 2004. *Nature* 429, 623–628.



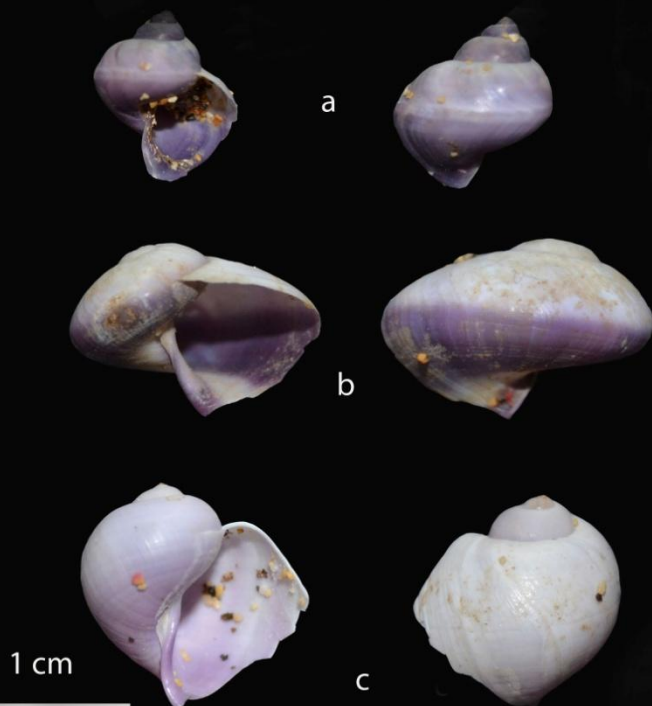
**LA VIDA
PASA PARA
TODOS
PERO NO PARA
TODOS PASA
IGUAL**

#efectosdelapobreza

Ayúdanos a eliminar sus efectos
HAZTE SOCIO. COLABORA



www.efectosdelapobreza.org
902 40 07 07
envía sms **MANOS UNIDAS** al 28014



a.- *Janthina exigua* Lamarck, 1816; encontrada en la playa de Las Canteras, Gran Canaria
b.- *Janthina jantina* (Linné, 1758), encontrada en la playa de Las Canteras, Gran Canaria
c.- *Janthina pallida* Thompson, 1840, encontrada en la playa de Las Canteras, Gran Canaria

Janthinas, pequeños navegantes azules

Juan Francisco Betancort Lozano

Laboratorio de Paleontología, Facultad Ciencias del Mar, ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. España.

Las Janthinas son un curioso grupo de gasterópodos navegantes. Son en su mayoría de carácter pelágico, esto es: viven en alta mar, formando parte del plancton, donde flotan dejándose llevar por las corrientes. Solamente las veremos en nuestras playas cuando mueren y las olas las acercan y, aun así, es algo relativamente excepcional, ya que estas conchas son tan delicadas como bellas.

Un poco sobre su biología y ecología

Las especies pertenecientes al género *Janthina* son escasas y se distribuyen por mares y océanos tropicales y templados. En aguas atlánticas se cita la presencia de *Janthina exigua* Lamarck, 1816; *Janthina globosa* Swainson, 1822; *Janthina pallida* Thompson, 1840 y *Janthina jantina* (Linné, 1758), siendo esta última la más reconocible de este grupo por su mayor tamaño, espira corta y apertura muy marcada¹. En general, se trata de conchas más o menos globosas, muy frágiles, con un marcado color violeta. La belleza y delicadeza de su concha puede llevar a error, ya que se trata de despiadados y eficientes cazadores. Son activos predadores de medusas y otros celentéreos planctónicos como por ejemplo: *Velella velella*

Lamarck, 1801 o *Physalia physalis* (Linné, 1758), también conocida como fragata portuguesa, a los que atrapan mediante sus tentáculos y una mucosidad pegajosa que secretan. A su vez, son unas de las presas del dragón de mar azul (*Glaucus glaucus* Foster, 1777). Las Janthinas ponen sus huevos en su balsa de burbujas. Una vez eclosionan las larvas, estas si pueden nadar hasta que desarrollan su propia balsa.

Un flotador natural

Estos animales forman parte del neuston (organismos planctónicos que viven en la película superficial del agua, en la interfase entre el agua y el aire) y flotan gracias a que desarrollan desde el manto una serie de burbujas a modo de “flotadores”, que recuerdan a un racimo de uvas, gracias a la secreción de mucosidad. Con este flotador natural, el animal se deja llevar por las corrientes superficiales flotando boca abajo, siempre al acecho de presas.

Trazadores de corrientes superficiales

Al dejarse llevar por las corrientes superficiales, a veces pueden verse grandes arribadas en las playas, junto con otros organismos (como las mencionadas *Velellas* o *Physalias*). Por eso, pueden ser consideradas como buenos trazadores de corrientes superficiales, tanto actuales como corrientes antiguas o paleocorrientes si aparecen en el registro fósil. Es

malacológicos



Janthina jantina (Linné, 1758) envuelta en su flotador de burbujas, varada en la playa de Cofete, Costa de barlovento de Fuerteventura (Islas Canarias). (Figura 1)

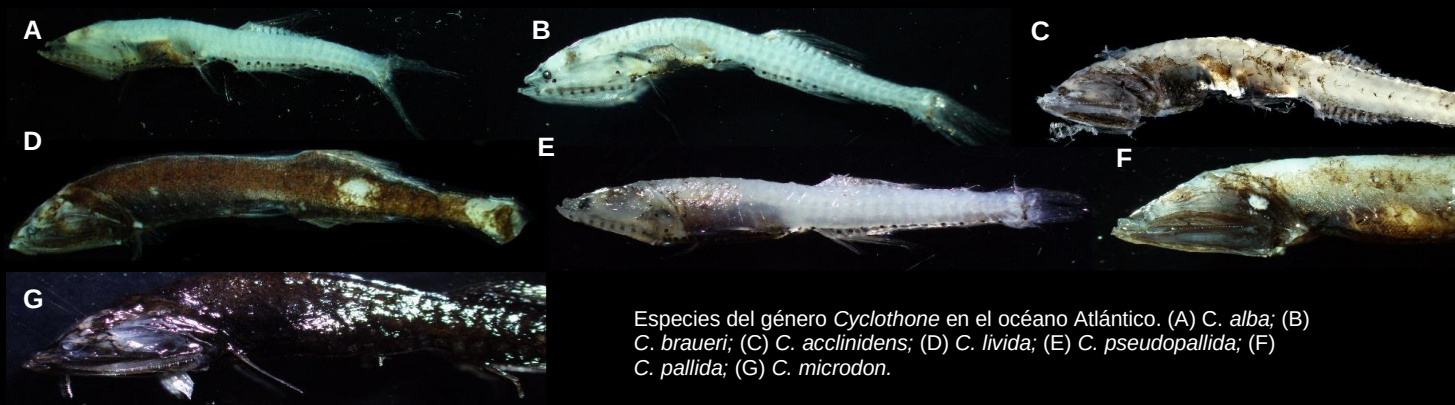


Arribada de Janthinas y otros organismos planctónicos, principalmente *Veleva veleva* Lamarck, 1801, en la costa de Fuerteventura (Islas Canarias). (Figura 2)

decir, es posible seguir su procedencia en diferentes momentos y a diferentes latitudes, aportando información sobre el recorrido de las corrientes superficiales en relaciones a su registro en playas, ya sean fósiles o actuales.

Bibliografía

- (1) 1- Hernández, J.M., Rolán, R., Swinnen, F., Gómez, R., Pérez, J.M. 2011. Moluscos y Conchas Marinas de Canarias. Ed. ConchBooks.



Cyclothone spp., los pequeños peces luciérnaga

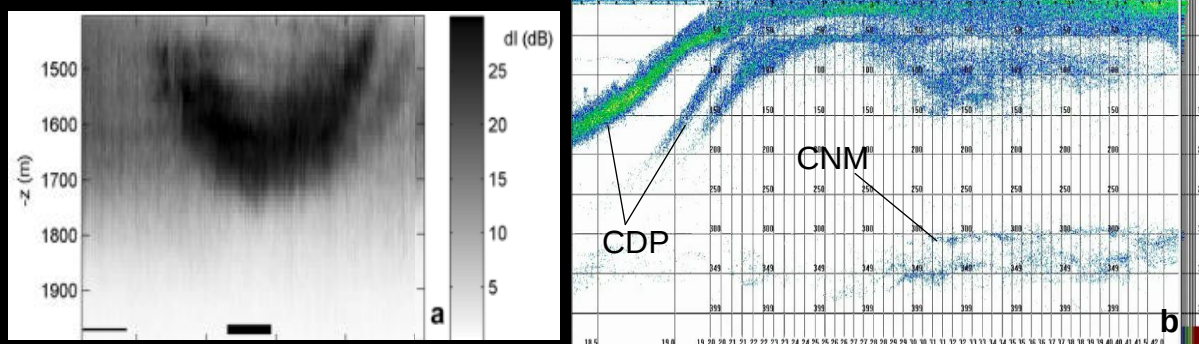
Una porción importante de los peces no migradores de zonas profundas del océano enormemente desconocida

Airam N. Sarmiento Lezcano

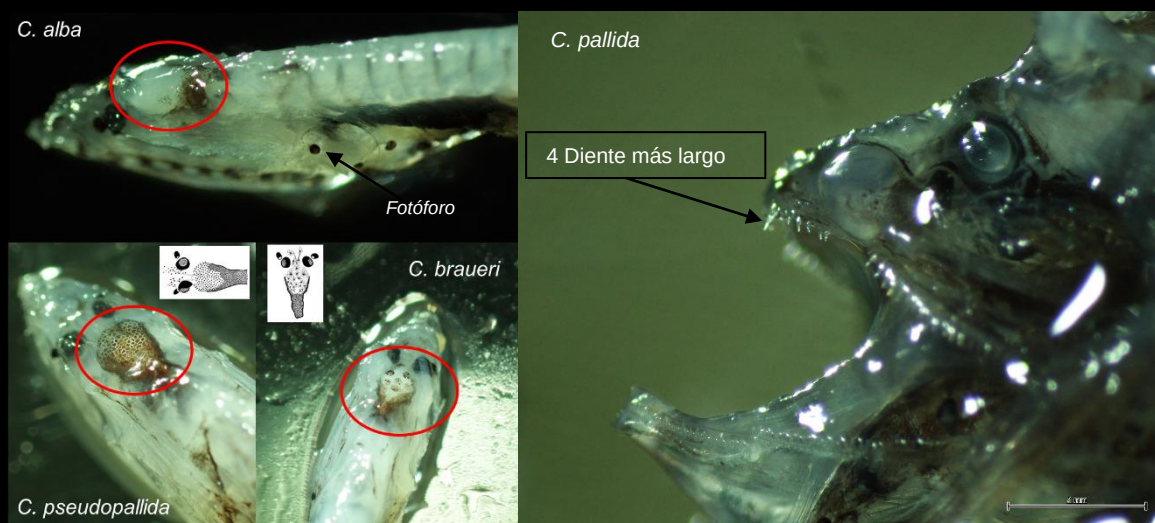
Instituto Universitario IOCAF, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. E-mail: sarmientolez@gmail.com

Durante el último siglo, los científicos han abandonado las zonas más productivas del planeta económicamente hablando, para entender y conocer con profundidad otras zonas que por no tener interés económico no han sido exploradas. Globalmente, la parte pelágica del océano ha sido dividida verticalmente en 3 franjas: la *zona epipelágica* (0-200 m), distinguida como la parte del océano donde se extrae la mayoría de los recursos, la *zona mesopelágica* (200-1000 m) caracterizada por presentar especies marinas que realizan migraciones verticales diarias entre la superficie y aguas profundas con el objetivo de alimentarse y evitar ser predados, y la *zona batipelágica* (1000-2000 m) caracterizada por albergar especies que permanecen en general en aguas profundas en su fase adulta.

En el dominio mesopelágico ocurre una agregación masiva de organismos de diferentes taxones marinos, que durante el día se encuentran entre los 400 y 700 m de profundidad en la columna de agua, conocida como Capa de Dispersión Profunda (CDP). La mayoría de estos organismos (eufausiáceos, crustáceos decápodos, peces y especies de pequeños cefalópodos) migran hacia la superficie durante la noche, los cuales, por su abundancia, son un componente clave en el ecosistema pelágico¹. Además, se ha calculado que estos organismos representan probablemente la mayor biomasa de peces en el océano, con aproximadamente 10 mil millones de toneladas en todo el mundo². Esta estimación ha sido posible gracias a equipos acústicos como ecosondas o perfiladores de corriente acústicos (ADCP, en sus siglas en inglés), que además han ayudado a conocer tanto la existencia de capas migrantes, como aquella porción de organismos que permanecen en profundidad (Fig. 1).



(a) Representación de datos de ecos en la Cuenca Subtropical Canaria en la zona batipelágica³; (b) Ecograma de la costa occidental de la Península de Baja California en la zona mesopelágica. CDP: Capa de Dispersión Profunda; CNM: Capa No Migrante⁴. (Figura 1)



Diferencias entre las especies *Cyclothone alba*, *C. braueri*, *C. pseudopallida* y *C. pallida*. (Figura 2)

Mediante muestreos biológicos se ha podido determinar la composición de aquellas capas no migrantes o remanentes en profundidad en el océano Atlántico, determinando que un porcentaje elevado de esta capa está compuesto por peces del género *Cyclothone*, también conocidos como peces luciérnaga. Además de ser las especies más abundante del Atlántico, es el género más abundante de la familia Gonostomatidae. Las especies representativas de este género en Atlántico son: *Cyclothone alba*, *C. braueri*, *C. pseudopallida*, *C. pallida*, *C. parapallida*, *C. livida*, *C. microdon*, *C. obscura* y *C. acclinidens*.

Su distribución espacial y vertical depende de las especies. Alcanzan una longitud estándar de entre 16 y 75 mm, siendo *Cyclothone alba*, *C. braueri* y *C. pseudopallida* las especies más pequeñas, no sobrepasando los 32 mm. La distribución vertical de estas especies de menor tamaño se encuentra en la

zona mesopelágica, entre los 300 y 700 m de profundidad. Las otras especies más grandes suelen alcanzar hasta los 1900 m de profundidad. Tomando las Islas Canarias como referencia geográfica, especialmente la mayoría de estas especies se distribuyen en latitudes más altas, siendo *C. braueri* y *C. microdon* las especies dominantes.

Estas especies son muy parecidas morfológicamente, la cual hace difícil su identificación. Además, algunos autores han indicado que se dañan fácilmente al manipularlas debido a su alto contenido en lípidos (~30%) y, con frecuencia, los individuos son capturados en una condición muy dañadas como para facilitar su identificación con claves convencionales. No obstante, las especies *Cyclothone alba*, *C. braueri* y *C. pseudopallida* se pueden identificar por la presencia y forma de los pigmentos que se encuentran justo detrás de los ojos (Fig. 2). En el caso de *C. pallida*, el cuarto diente de la mandíbula superior es

más largo y además, se puede distinguir de las otras especies por la disposición de los fotóforos cercanos a la aleta caudal y el color del espécimen.

En cuanto a la alimentación, al ser especies no migradoras que permanecen en capas profundas, utilizan la energía transportada a esas zonas a través de procesos físicos (hundimiento por gravedad) y biológicos (migración vertical de otros organismos). La dieta de todas las especies de *Cyclothone* no ha sido estudiada, sin embargo, han sido objeto de estudio las especies de *Cyclothone* más abundante en la zona mesopelágica (*C. braueri*) y batipelágica (*C. microdon*). Ambas especies son carnívoras y tienen preferencia por componentes del plancton, como los copépodos y ostrácodos. *Cyclothone braueri* también consumen larvas y huevos de eufausiáceos y anfípodos, además de copépodos migradores durante el día, y copépodos y ostrácodos no migradores durante la noche. En el caso de *C. microdon* aparte de una amplia preferencia por especies de copépodos calanoides y ostrácodos, también se alimenta de anfípodos adultos. Hay que destacar, que estos organismos al encontrarse en zonas bastante profundas es normal encontrar en sus estómagos un material marrón verdoso no identificable, denominado “nieve marina”, que es una mezcla de materia orgánica formada por restos de dinoflagelados, tintínidos, diatomeas y fitoplancton. Por otra parte, todas estas especies de peces son presas de túnidos, que realizan grandes desplazamientos verticales en la zona mesopelágica, y también de algunos cetáceos.

La importancia de estas especies en el ecosistema radica también en que forma parte del 60% de la abundancia total en la zona mesopelágica y un 82% en la zona batipelágica, debido a que, con la excepción de *Cyclothone parapallida* que no está presente en el océano Índico, están presentes en todos los océanos, en mayor o menor medida. Alcanza un 42% de la biomasa en la zona batipelágica y la mitad de la presente en la zona mesopelágica. Por ello que Burghart⁵ sugiere que en la cadena trófica oceánica, las especies de *Cyclothone* son el segundo grupo más importante dentro de los consumidores secundarios. Desafortunadamente, cabe destacar que aunque estos individuos alcanzan una distribución vertical bastante amplia y profunda, alejándose de la zona más afectada por la contaminación, también han sido afectados por los microplásticos. Davinon y Asch⁶ estimaron que la tasa de ingestión de desechos plásticos por peces mesopelágicos sólo en el Pacífico norte es de 12000-24000 toneladas por año, valores fácilmente extrapolables al resto de océanos.

Mediante muestreos biológicos se ha podido determinar la composición de aquellas capas no migrantes o remanentes en profundidad en el océano Atlántico, determinando que un porcentaje elevado de esta capa está compuesto por peces del género *Cyclothone*, también conocidos como peces luciérnaga.

Su distribución espacial y vertical depende de las especies. Alcanzan una longitud estándar de entre 16 y 75 mm, siendo *Cyclothone alba*, *C. braueri* y *C. pseudopallida* las especies más pequeñas, no sobrepasando los 32 mm.

Bibliografía

- (1) Hays, G.C. 2003. *Hydrobiologia*, 503:163–170 p.
- (2) Irigoien, X., T. A. Klevjer, A. Røstad, U. Martínez, G. Boyra, J. Acuña, A. Bode, F. Echevarria, J. I. González-Gordillo, S. Hernández-León et al. 2014. *Nature communications*, 5.
- (3) Sarmiento-Lezcano, A., 2018. Dinámica de la capa de dispersión profunda en el Pacífico noroeste de México. M.Sc. Thesis. 109 p.. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN).
- (4) van Haren, H. 2019. *Mar. Biol.*, 166(4), 43.
- (5) Burghart, S.E. 2006. Micronektonic community composition and trophic structure within the bathypelagic zone in the eastern Gulf of Mexico. PhD. Thesis, University of South Florida.
- (6) Davinon, P., Asch, R.G. 2011. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 432:173-180.



EL 12% DE LA POBLACIÓN MUNDIAL CONSUME EL 85% DEL AGUA.

Fuente: The Institute for Food and Development Policy, 2001.

Con tu apoyo, en Intermón Oxfam trabajamos para equilibrar la injusta repartición de agua. En Ecuador, los campesinos del Páramo ya lo están consiguiendo. Tienen acceso al agua, pueden cultivar y con ello, progresar. Hazte socio. Gracias a ti, más personas saldrán de la pobreza.

Consulta nuestras cuentas y conoce todos nuestros proyectos en www.IntermonOxfam.org.

ANTE LA INJUSTICIA, REACCIONA.

HAZTE SOCIO
902 330 331
www.IntermonOxfam.org



A black and white photograph of Francis Aston in his laboratory. He is a middle-aged man with glasses, wearing a suit, looking down at a piece of equipment. The equipment is a mass spectrometer, with various tubes, wires, and a large circular component visible. The background is a brick wall.

Francis Aston con espectrómetro de masas (extraída de Emilio Segre Visual Archives, American Institut of Physics). (Figura 1)

Pequeñas partículas aliadas a la investigación

Isótopos estables

Una fuente microscópica de información

Raibel Núñez González

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, México. E-mail: raibel.nunez@gmail.com

Muchas veces nos preguntamos cómo se llevan a cabo algunos estudios científicos y cómo se hacen hallazgos generando información tan precisa, sobre temas que poco se conocen y parecen imposibles de comprender. Cada día la creatividad y la invención humana ha permitido llegar más lejos en diversas áreas de la ciencia y eso ha permitido lograr algunos objetivos en cuanto a la conservación, la ecología y manejo de las especies a nivel mundial. Una de las técnicas que actualmente está siendo muy utilizada en el campo de la biología y la ecología es el análisis de isótopos estables, la cual tiene un gran alcance para el conocimiento sobre algunos procesos que ocurren en la naturaleza, como por ejemplo el flujo de la biomasa en las cadenas tróficas, rutas metabólicas, la distribución de organismos vivos y fósiles y hasta saber el origen de algunos alimentos como la miel, y esto es posible debido a algunos procesos que ocurren de manera repetida en la vida de cada organismo.

Pero antes de entender cómo funciona, es necesario saber qué son los isótopos y cuáles son las premisas con las cuales funcionan estos estudios.

Un descubrimiento que cambió la perspectiva de las cosas

En el año 1919, el científico inglés Francis William Aston creó un primer espectrómetro de masas de doble enfoque con el cual determinó que el neón no era solo un simple elemento, sino que su estructura hacía un triplete con 3 configuraciones, en donde había una variación entre las masas de éste (Fig. 1). Se dio cuenta que cada una de las configuraciones tenían 8 electrones y 8 protones, mientras que el número de neutrones variaba entre 12, 13 y 14, dando entonces origen a los isótopos de neón con 20, 21 y 22 de número atómico (número de protones más el número de neutrones), respectivamente. En el año 1922, Aston fue acreedor del Premio Nobel de Química por su descubrimiento de la presencia de isótopos no radioactivos usando un espectrómetro de masas.

Tabla Periódica de los elementos e Isótopos IUPAC

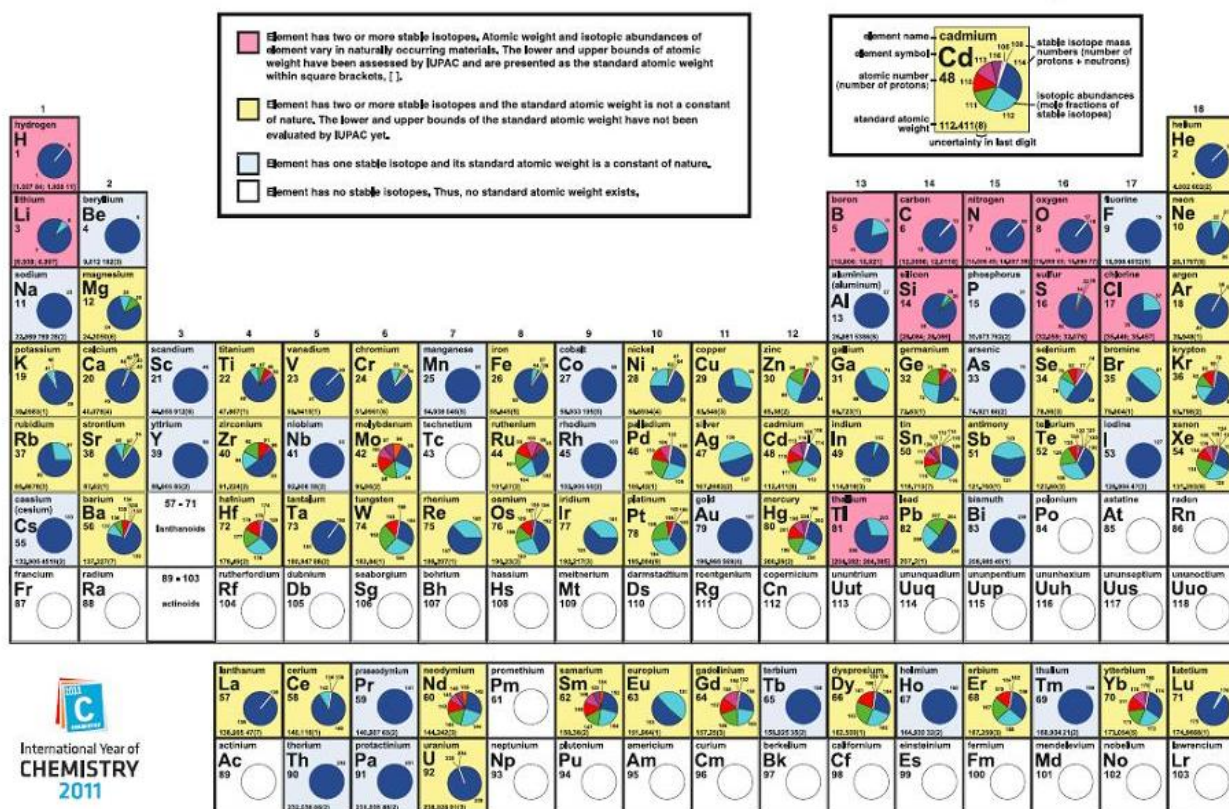


Tabla periódica de los elementos mostrando aquellos que poseen isótopos: elementos con solo isótopos radiactivos (en color blanco), elementos con 2 o más isótopos usados para determinar el peso atómico estándar (en color rosa y amarillo), y los elementos con un solo isótopo (en color azul) (extraído de Holden et al., 2011)². (Figura 2)

Luego de este descubrimiento, se hicieron pruebas posteriores en las cuales se descubrió que el neón no era el único elemento que tenía este comportamiento. De hecho, hasta hace unos años se conocía que existían al menos 12 elementos con propiedades isotópicas, las cuales, si se suman sus configuraciones, se obtendrían más de 3000 isótopos tanto estables como radioactivos.

¿Qué son los isótopos?

Recordemos que los átomos están compuestos por 3 tipos de partículas: los protones (cargados positivamente), los electrones (cargados negativamente) y los neutrones (que no poseen una carga, estando los neutrones y protones en el núcleo del átomo y los electrones girando sobre el mismo). Los isótopos a su vez son elementos que ocupan el mismo lugar en la tabla periódica pero que varían en el número de neutrones que tienen en su núcleo, lo cual no afecta la carga del átomo pero que, al haber mayor o menor cantidad de partículas en dicho núcleo, el peso atómico del mismo puede variar.

En la naturaleza existen aproximadamente 92 elementos, y en algunos de estos conseguimos desde 3 hasta 8 isótopos en cada uno¹ (Fig. 2).

También, dependiendo de su estabilidad y permanencia en la naturaleza, se pueden clasificar en 2 tipos de isótopos: los estables y los radioactivos. Los primeros son los más frecuentemente encontrados en la naturaleza, y su estructura atómica no varía en el tiempo, a diferencia de los segundos que son inestables debido a que la cantidad de neutrones en el núcleo no son fijos, y al cambiar o desintegrarse emiten partículas α β y radiación γ , y a medida que se desintegran producen un nuevo isótopo el cual puede ser estable o inestable de acuerdo con su composición.³

En el caso de los isótopos estables, también llamados isótopos pesados, debido a su permanencia en el tiempo, es posible que los mismos puedan ser rastreados en algunos componentes de la naturaleza. Esto ocurre debido a que estos isótopos, al ser más pesados, tienden a ser procesados de manera lenta en el metabolismo de los organismos, quedándose retenidos en los tejidos por tiempos más largos que los isótopos ligeros.

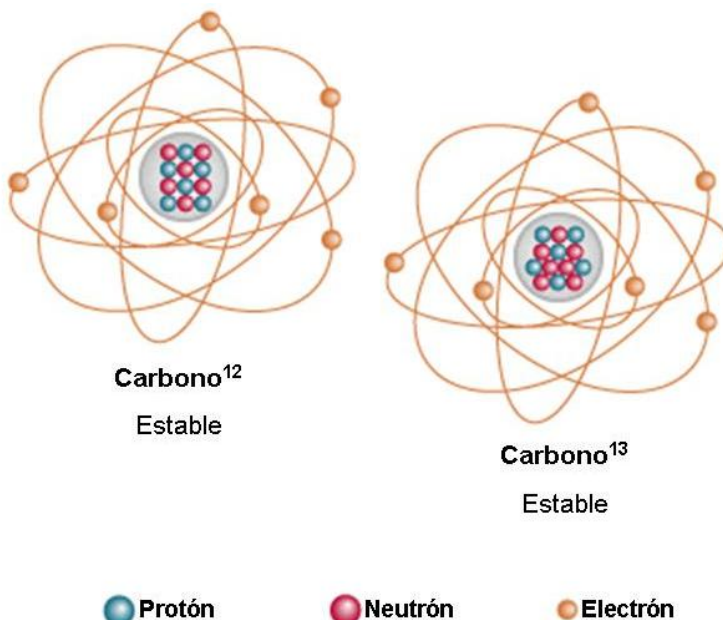
Esta mayor cantidad de elementos en el núcleo de los isótopos no varía de acuerdo a los elementos. Por ejemplo, el oxígeno tiene 17 isótopos de los cuales 3 son estables y están representados por el

^{16}O , ^{17}O y ^{18}O , cada uno con 16, 17 y 18 neutrones, respectivamente, y en el caso del carbono de sus 15 isótopos solo 2 de ellos son estables, el ^{12}C y ^{13}C , con 12 y 13 neutrones, respectivamente (Fig. 3).

Adicionalmente hay dos reglas que hasta ahora se cumplen y que han sido claves para entender e interpretar las concentraciones de estos elementos, tomando en cuenta el comportamiento de los isótopos en los ciclos de los elementos en la naturaleza: (i) los isótopos ligeros reaccionan más fácilmente en reacciones cinéticas y, por lo tanto, son más difíciles de rastrear, ya que no se concentran; y (ii) los isótopos pesados se concentran donde los enlaces son más fuertes en las reacciones de intercambio, lo cual hace que la distribución de los mismos en los procesos biológicos varíe. Esto produce que no siempre su distribución sea predecible con los estudios que se tienen hasta ahora³.

Los isótopos estables al estar presentes en la naturaleza se fijan en los tejidos de los organismos o son perceptibles durante reacciones metabólicas cuando ocurren procesos específicos en el cuerpo de estos, y pueden ser rastreados mediante técnicas avanzadas de análisis químicos. No obstante, es importante mencionar que la disponibilidad de los elementos en la naturaleza varía de acuerdo a algunos procesos como lo son la fotosíntesis, la productividad primaria, el movimiento de nutrientes de los fondos marinos debido a los afloramientos costeros y, por lo tanto, la manera en la que llegan a los organismos es diversa. Además, la tasa de en la que los tejidos asimilan estos elementos varía, por lo que no es la misma información la que puede encontrarse en tejidos como músculo, vértebras, sangre o hígado, estando todos dentro del mismo organismo. Por ejemplo, se conoce que los músculos de algunos animales como los peces pueden retener estos isótopos estables por pocos meses, a diferencia del tejido óseo de los mismos organismos donde se retienen estos isótopos en las capas o anillos de crecimiento a medida que el animal aumenta de tamaño y, por lo tanto, tiene información sobre toda la vida del mismo organismo.

En el caso concreto del tejido óseo, compuesto por minerales como el carbonato de calcio, los isótopos de Carbono y Calcio llegan a los tejidos a través de la alimentación, siendo los productores primarios quienes toman el CO_2 del ambiente (aire o del agua) y lo transforman en materia orgánica rica en carbono y asimilable por los organismos superiores en la cadena trófica (Fig. 4). Lo mismo ocurre en el caso de la respiración, haciendo entonces que el O_2 proveniente del CO_2 sea asimilable por los organismos heterótrofos.

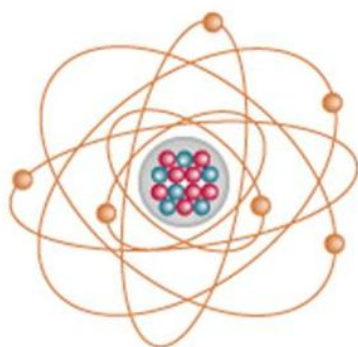


Isótopos de carbono, con sus respectivas configuraciones (Tomada de <http://images.encarta.msn.com/xrefmedia/aencomed/targets/illus/ilt/T050525A.gif>). (Figura 3)

De los átomos a la ecología

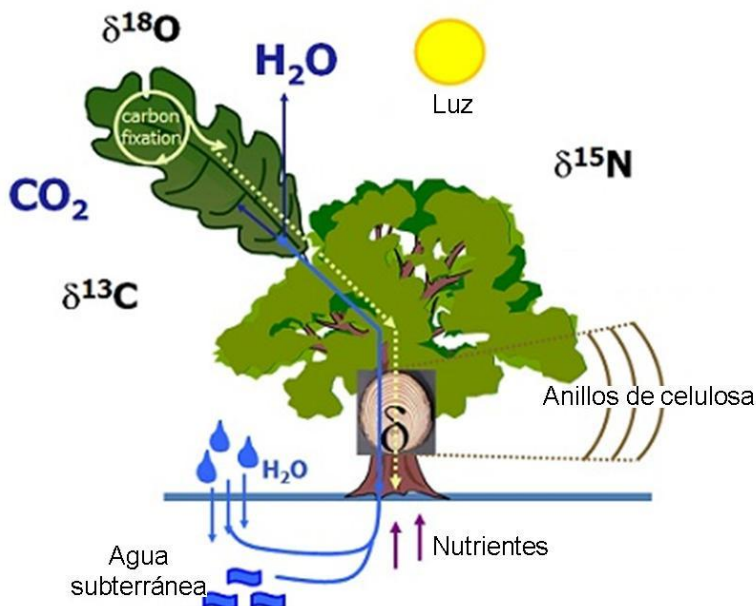
Desde hace más de 20 años, los isótopos estables son utilizados en la investigación con diversos enfoques, siendo en el caso de la antropología uno de los primeros hallazgos. Y es gracias a estas técnicas que se han determinado que las poblaciones humanas migraban de un lugar a otro, ya que al alimentarse de diversos organismos y estos últimos estar asociados a un ambiente específico, se podía saber lo que consumían en una época determinada.

Los isótopos que han sido más utilizados en el área de la ecología son los de nitrógeno, azufre, hidrógeno, sílice, oxígeno y carbono, y cada uno de ellos provee información distinta sobre el organismo o sobre el área de estudio. En el caso del nitrógeno se ha utilizado en animales para hacer seguimiento de la alimentación de estos, en donde cada componente de la cadena trófica aporta una concentración de dicho isótopo en los tejidos. En este caso, mientras mayor sea el nivel trófico que tenga dicho organismo, se espera que su concentración de isótopos pesados de nitrógeno sea mayor. Por otro lado, los isótopos de carbono son utilizados principalmente para determinar la distribución de los organismos, tomando en cuenta la fuente de carbono. En el caso de los organismos marinos, en los océanos el CO_2 atmosférico es captado por las algas, base de la cadena trófica, de modo que a medida que los organismos están más cercanos a la costa, las concentraciones de CO_2 son mayores, y viceversa.



Carbono¹⁴

Inestable (radioactivo)



Los isótopos estables fijados en los tejidos provienen del ambiente donde se desarrolla el organismo. En este caso, en una planta superior, se pueden fijar en tejidos como el tronco del árbol, en el cual se puede hacer seguimiento debido a la prevalencia de los anillos de crecimiento, en donde cada uno de estos daría información de una temporada específica donde fueron fijados dichos elementos (Modificada de: Stable Isotope Research Centre SIRC. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. <https://www.wsl.ch/en/about-wsl/instrumented-field-sites-and-laboratories/laboratories/isotope-laboratory.html>). (Figura 4)

Uno de los trabajos más recientes, en el que determinaron los patrones de migración y alimentación de Neandertales (*Homo neanderthalensis*) y de los primeros humanos modernos (*Homo sapiens*) de Europa del Pleistoceno tardío, hace aproximadamente 45 mil años, fue el realizado por Wißing y colaboradores⁴. Para ello usaron el colágeno de los huesos que estaban muy bien preservados, no solo de los organismos de estudio, sino de las posibles presas que podían haber consumido en la época, como caballo (*Equus ferus*), reno (*Rangifer tarandus*), mamut (*Mammuthus primigenius*), lobo (*Canis lupus*) y el león de las cavernas (*Panthera spelaea*), y usando simulaciones por ordenador pudieron determinar cuán cercanos eran los valores de los depredadores (humanos) con respecto al de sus presas potenciales. Con este estudio pudieron determinar que tanto los neandertales como los humanos modernos tenían dietas similares, prefiriendo los herbívoros terrestres sobre otro tipo de organismos, y siendo los mamuts una de las presas más consumidas entre 50-30 mil años atrás (Fig. 5).

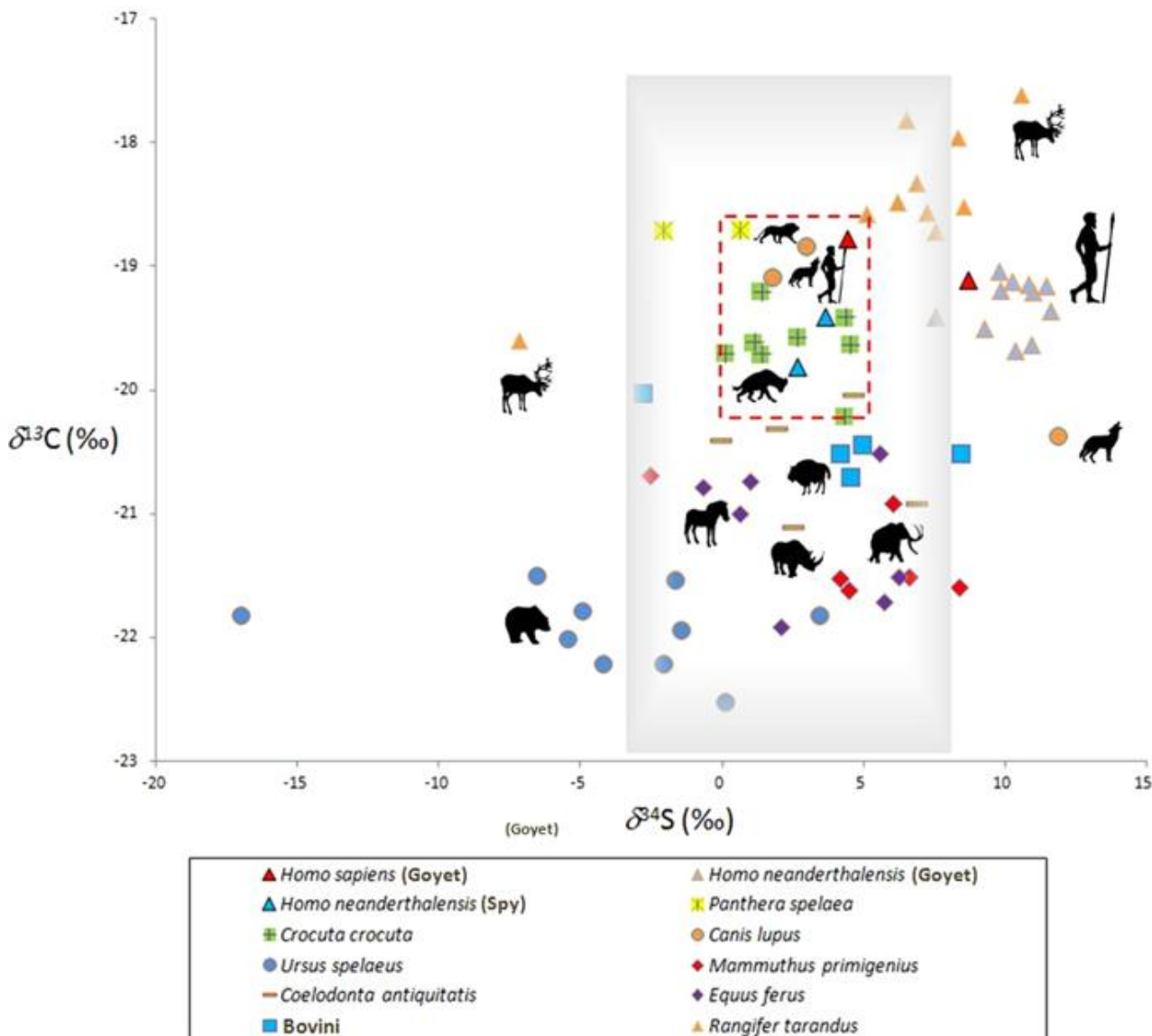
Pero la ciencia ha ido avanzando cada vez más y las aplicaciones de los isótopos estables como trazadores naturales son cada vez más utilizados en la investigación, ya que adicionalmente pueden realizarse con animales vivos, al ser métodos menos invasivos, y que en algunos casos permiten tener una información continua sobre la vida de los organismos sin tener que sacrificarlos o simplemente usando partes encontradas en fósiles (como en el ejemplo dado anteriormente).

Isótopos estables en la ecología marina

En el medio marino, la dinámica de muchos de los organismos, su distribución y las características ambientales hacen que en muchas ocasiones sea muy complejo obtener información sobre las especies, principalmente de aquellas que están asociadas a ecosistemas oceánicos pelágicos y que presentan migraciones diarias y estacionales.

Algunos de los organismos no sólo son complejos de estudiar por sus hábitos, sino que adicionalmente se encuentran bajo protección internacional, dificultando aún más la toma de muestras para conocer dichas especies. Dentro de los grupos que han sido más difíciles de estudiar en estos ecosistemas se encuentran los elasmobranchios (tiburones, rayas y quimeras) y los mamíferos marinos, como lobos marinos, orcas, ballenas, entre otros. Éstos han tenido un alto decrecimiento de sus poblaciones debido a las actividades humanas, dentro de las cuales cabe resaltar las pesquerías y la contaminación de las aguas por la minería y por los desechos químicos, lo cual no solo afecta a los depredadores sino a las presas que éstos consumen.

Es por ello que actualmente los estudios sobre estos organismos usando las técnicas de análisis de isótopos estables cada día son más frecuentes a nivel mundial. Con tan solo obtener pequeños fragmentos de muestras, bien sea de los organismos vivos durante trabajos de campo, como de tejidos obtenidos de individuos que se han encontrado muertos en la costa,



Valores de elementos isotópicos en *Homo neanderthalensis* y *Homo sapiens* de dos localidades (Goyet y Spy) y de las presas potenciales de los mismos (Tomada de Wißing et al., 2019).⁴ (Figura 5)

coloca a esta técnica como una de las más eficientes para obtener información importante que complementa en la mayoría de las ocasiones los estudios ecológicos de los animales objetivo.

Es interesante mencionar que este esfuerzo de diferentes investigadores por conseguir la información usando diversos tejidos, es sumamente importante debido a que amplía la posibilidad de obtener datos con recursos no tradicionales, y quizás con técnicas menos invasivas en el animal, ayudando así al entendimiento de las poblaciones y también generando información para mejorar el manejo y conservación de las mismas, así como también interpretar patrones de movimiento y hasta de cambios climáticos a nivel mundial.

Bibliografía

- (1) Sánchez León, J.G. 1994. Los isótopos radiactivos y nuestro pasado. Revista Mundo Científico. España.
- (2) Holden, N. E., Coplen, T. B., Böhlke, J. K., Tarbox, L. V., Benefield, J., de Laeter, J. R., ... & Walczyk, T. 2018. IUPAC Periodic Table of the Elements and Isotopes (IPTEI) for the Education Community (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, 90(12):1833-2092.
- (3) Fry, B. 2006. Stable isotope ecology (Vol. 521). New York: Springer.
- (4) Wißing, C., Rougier, H., Baumann, C., Comeyne, A., Crevecoeur, I., Drucker, D. G., ... & Matthies, T. 2019. Sci. Rep., 9(1):4433.



1 DE CADA 6 PERSONAS EN EL MUNDO NO SABE SI COMERÁ HOY.

Fuente: FAO 2009

Gracias al apoyo de Intermón Oxfam, los campesinos del Páramo de Ecuador sí lo saben. Porque ya tienen acceso al agua, pueden cultivar sus tierras y con ello, alimentarse y progresar. Hazte socio. Gracias a ti, más personas saldrán de la pobreza.

Consulta nuestras cuentas y conoce todos nuestros proyectos en www.IntermonOxfam.org.

ANTE LA POBREZA, REACCIONA.

HAZTE SOCIO
902 330 331
www.IntermonOxfam.org



Macroalgas

como indicadores de contaminación por bacterias fecales en el intermareal rocoso

El caso de El Confital

(Las Palmas de Gran Canaria)



Zona de observación fotográfica, señalada por una flecha de color blanco a trazos, cuyos extremos indican el punto de fotografía más al sur (Los Nidillos), y el extremo norte de la rasa intermareal. Se indican las zonas de ubicación más notoria de las comunidades de macroalgas (flechas en verde y en rojo) y también el punto de toma de muestras (flecha amarilla) para los análisis bacteriológicos. Nótese que buena parte del litoral estudiado es aledaño a una zona urbana. (Figura 1)



Vista general de la zona de estudio, desde el final sur de la rasa intermareal hasta el norte. La flecha roja señala el punto de toma de muestra para análisis bacteriológicos de calidad de aguas de baño y la flecha blanca un trozo de la baja muy poblado por *Enteromorpha* spp. Nótese que los asentamientos de estas algas se extienden por buena parte de la rasa. (Figura 2)

Leopoldo O' Shanahan Roca^{*1}, Juana Rosa Betancort Rodríguez², Roberto Santana Rodríguez³

¹Sociedad Atlántica de Oceanógrafos; ²Instituto Tecnológico de Canarias; ³Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria. E-mail: leopoldo.oshanahan@gmail.com

Algas indicadoras de la calidad del agua

El establecimiento de índices e indicadores en la prevención del deterioro de las áreas costeras es uno de los temas de actualidad en los estudios y publicaciones científicas sobre el mar. En este sentido, la composición específica y la estructura de las comunidades bentónicas, dominadas por macroalgas en las zonas intermareal y submareal de los litorales rocosos, suele estar condicionada por la presencia y la riqueza (concentración) de nutrientes procedentes de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales, aportaciones fluviales o de otra índole^{1,2}. Por esta razón, el conocimiento detallado de la respuesta de las comunidades a los impactos propiciados por el ser humano (impactos antrópicos) es esencial para la valoración de estos índices e indicadores. Diversos estudios sobre comunidades bentónicas muestran un gran potencial al revelar los efectos acumulativos de las alteraciones que se ejercen en contra o sobre el medio marino, dado que los organismos bentónicos pueden integrar los efectos de la exposición a largo plazo de las variaciones naturales y antropogénicas.

La utilización de las comunidades bentónicas del intermareal rocoso en la evaluación de la contaminación marina se basa en el concepto de que estas poblaciones no sólo reflejan las condiciones existentes en el momento del muestreo, sino también las condiciones a las que han estado sometidas estas comunidades¹. En este sentido, las comunidades algales del intermareal se ven más afectadas que otras comunidades bentónicas del submareal por los efluentes domésticos e industriales, a causa de que el agua dulce que concentra nutrientes y contaminantes, al ser mucho menos salina y por tanto menos densa que el agua de mar, fluye sobre la superficie marina.

Diferentes autores preconizan que el estudio de las comunidades de macroalgas en los litorales rocosos se considera de utilidad para analizar los cambios en la calidad del agua, al tener estas poblaciones un gran potencial para revelar los efectos acumulativos de las alteraciones producidas a lo largo del tiempo. De hecho, las macroalgas, el grupo dominante de organismos que mejor prolifera en el litoral rocoso, son uno de los elementos biológicos clave a tener en cuenta en la determinación del estatus de calidad de cualquier masa de agua, según considera la Directiva Marco de Agua Europea³.



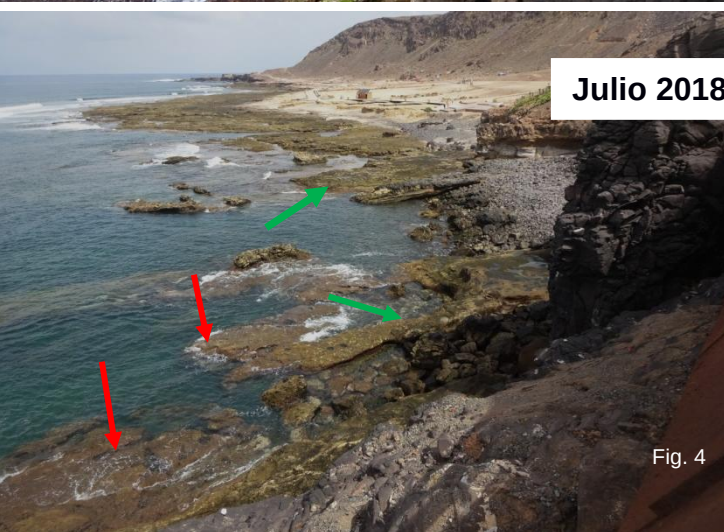
Abril 2018

Fig. 3

Comunidades de macroalgas verdes (indicadas con flechas verdes) y rojas (indicadas con flechas rojas) en abril de 2018, en el margen sur de la Playa de El Confital. (Figura 3)

Lugares de asentamiento de las comunidades de macroalgas verdes (indicadas con flechas verdes) y rojas (indicadas con flechas rojas) en el Margen Sur de la Playa de El Confital que aparecen muy disminuidas, prácticamente inexistentes en julio de 2018 posiblemente por el cese de la eutrofización. (Figura 4)

Comunidades de macroalgas del Género *Enteromorpha* spp. (Ulváceas) en la rasa del Margen Sur de la Playa de El Confital en abril de 2018. La notable exuberancia de ulváceas confirma evidentes signos de eutrofización. (Figura 5)



Julio 2018

Fig. 4

Escasamente dos meses más tarde, véase como ha desaparecido prácticamente la población de algas verdes de la misma rasa del Margen Sur de la Playa de El Confital (ver Figura 5). El limitadísimo poblamiento de ulváceas que se observa en la fotografía indica que el nivel de eutrofización que había anteriormente en la zona ahora es escasísimo o nulo, lo que puede indicar la inconstancia del proceso contaminante. (Figura 6)

Algas y bacterias fecales

La presencia de macroalgas de las Clases Chlorophyceae (algas verdes) y Rhodophyceae (algas rojas) en la zona intermareal rocosa de El Confital ha sido documentada con fotografías y correlacionada con la calidad del agua de esta playa de Las Palmas de Gran Canaria. De este modo se ha podido estimar de forma aproximada la intensidad de los niveles de contaminación, de forma que la eutrofización ocasionada por las aguas residuales puede cambiar las variables ambientales y la abundancia de las especies (Figs. 1 y 2).

Los cambios que se producen en la estructura de las comunidades de macroalgas, sin tenerse conocimiento de que en la zona haya comenzado a actuar algún sistema de desagües o efluentes, pone de relieve que dichos cambios se asocian a variaciones en las condiciones ambientales que favorecen la proliferación de determinadas especies, algunas de ellas de marcado carácter nitrófilo, lo que indican la presencia de un vertido ilegal. La presencia casi constante de estas comunidades algales a lo largo de muchos meses, más allá de los posibles cambios de carácter estacional, y su estrecha relación con niveles muy altos de bacterias fecales detectados en la costa próxima, invita a pensar que la zona ha estado recibiendo una carga de nutrientes y de materia orgánica que genera eutrofización de ese entorno, probablemente inducida por aguas fecales de origen antrópico que se vierten al mar desde puntos aún desconocidos. En decir, la observación de las comunidades algales en la franja intermareal del litoral rocoso y sus posibles cambios puede ser de utilidad, máxime si, además, los análisis bacterianos



Abril 2018

Fig. 5



Julio 2018

Fig. 6

en la zona indican la presencia de bacterias de origen fecal con concentraciones en ocasiones muy superiores a la llamada Calidad Pobre (o Insuficiente), que es la categoría más pesimista de los límites de Calidad señalados por la legislación relativa a la calidad de las aguas de baño (Real Decreto 1341/2007 y Directiva europea 2006/7/CE).

Macroalgas en la playa de El Confital

Entre noviembre de 2017 y julio de 2019, se realizó un seguimiento de las poblaciones de algas verdes y roja asentadas a lo largo de la zona intermareal de la playa de El Confital (Gran Canaria), las cuales mostraban poblamientos más densos desde el extremo sur, el lugar llamado “Los Nidillos”, hasta, aproximadamente, la mitad de la rasa, varias decenas de metros al norte. Otro de los puntos de referencia fue el lugar llamado “Casa Roja”, en donde, al igual que en Los Nidillos, se observó un abundante crecimiento de estas algas, lo mismo que a lo largo del litoral acantilado que se extiende desde Los Nidillos hasta la rasa intermareal de la playa de El Confital. Sin embargo, en algunas observaciones también se constató la ausencia casi total de ambas comunidades de macroalgas en toda la extensión de la zona afectada, con importantes variaciones temporales en la densidad de algas.

Esta variabilidad en la distribución espacial y temporal de las comunidades de macroalgas invita a pensar que la zona experimenta un proceso de vertido de aguas residuales de origen urbano con una importante carga de nutrientes y de materia orgánica, y que este vertido no es constante ni homogéneo (Figs. 3 a 6), a diferencia de los que suele ocurrir en vertidos directos al litoral o en la desembocadura de emisarios submarinos.

Aspectos microbiológicos

El agua de la playa de El Confital ha sido sometida a controles analíticos bacteriológicos durante muchos años, con la determinación de concentraciones de *Escherichia coli* y enterococos intestinales, que son los parámetros establecidos por la legislación europea (Directiva 2006/7/CE) y la española (Real Decreto 1341/2007) para el control de la calidad de las aguas de baño. Desde 2010 (Figura 7) y hasta 2015, los valores de *Escherichia coli* y Enterococos se han mantenido dentro de los umbrales que dan una Calidad Excelente del agua de baño. Pero, a partir de marzo de 2016 y hasta julio de 2019, se han producido grandes elevaciones en las concentraciones de Enterococos intestinales, pero no así en las de *Escherichia coli* que han permanecido siempre muy bajas (salvo alguna excepción), lo que pone

de manifiesto la presencia de una contaminación por aguas residuales de origen desconocido (Figs. 8 y 9). Esta circunstancia es poco frecuente en el litoral que recibe la influencia de vertidos abiertos, tanto en la orilla del mar como en los penachos de los emisarios submarinos donde lo más frecuente es que las concentraciones de *Escherichia coli* (y coliformes fecales) sean superiores a las de Enterococos intestinales (y *Streptococcus fecales*), cuando hay contaminación causada por vertidos directos, como emisarios submarinos, aguas sin depurar, aguas de escorrentías de barrancos contaminadas por aguas del alcantarillado, etc.

De esta manera, en 2016, de 22 muestras analizadas, solamente 9 (40%) han satisfecho la Calidad Excelente para los Enterococos y, en el año 2017, de 22 muestras solamente 8 muestras (36,3%) cumplieron con la Calidad Excelente. Sin embargo, en 2018 los valores de Enterococos han sido más moderados dado que de 20 muestras analizadas, un total de 15 muestras (75%) han satisfecho el límite de Calidad Excelente y, en 2019, (hasta el 1 de julio), de 11 muestras analizadas, siete (63,6%) han satisfecho los criterios de Calidad Excelente. Esto nos permite suponer que en 2016 y 2017 hubo una afluencia considerable de aguas contaminadas a la zona de estudio que produjeron un proceso de eutrofización-contaminación muy importante. A partir de 2018 este proceso ha empezado a moderarse, aunque todavía en julio de 2019 no ha llegado a desaparecer. Por ello, las autoridades municipales han realizado diversos estudios de las conducciones en tierra de aguas urbanas, en un amplio entorno del lugar, y proximidades de las zonas contaminadas, pero aún no se han alcanzado conclusiones que permitan determinar la procedencia de las aguas fecales que están produciendo la contaminación y eutrofización de una parte del litoral. Desde nuestro punto de vista, los estudios de toda índole para dilucidar el origen de las aguas contaminadas y su acceso hasta el medio marino han de continuar hasta que la playa pueda considerarse apta para el uso de los ciudadanos. Y, en este sentido, la distribución espacial de las comunidades de macroalgas indica que este punto o puntos de vertido deben estar muy próximos a la zona urbana al sur de la playa y, además, dicho vertido no es constante en el tiempo. Dado que, aunque de forma más moderada, el vertido de aguas contaminadas continúa apareciendo en el área de estudio, las autoridades sanitarias y municipales siguen prohibiendo el baño en la zona afectada mientras no se conozca fehacientemente la procedencia de los vertidos contaminantes.

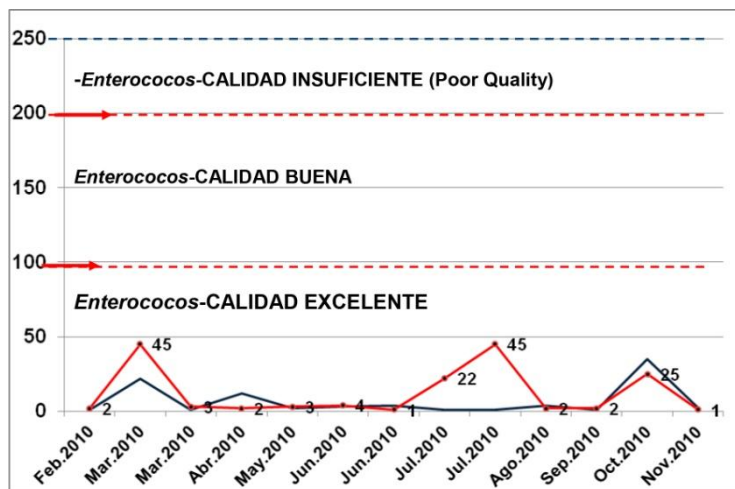


Fig. 7

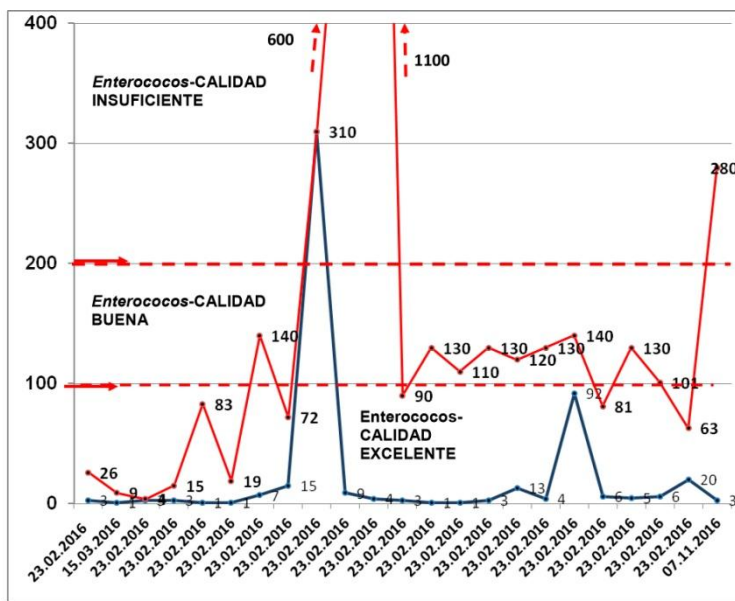


Fig. 8

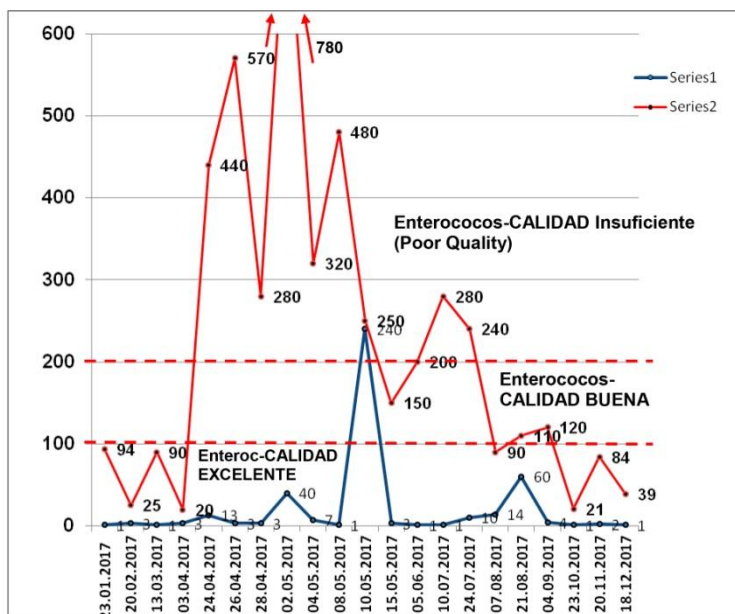


Fig. 9

Evolución de las concentraciones de Enterococos Intestinales (línea roja) y de *Escherichia coli* (línea azul) durante el año 2010 en la Playa de El Confital. Todos los valores se encuentran dentro de la Calidad Excelente para ambos parámetros bacterianos. Los datos han sido obtenidos de la página web NÁYADE, del Ministerio de Sanidad de España, a partir de análisis bacterianos realizados en los Laboratorios de Microbiología del Servicio de Sanidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias. (Fig.ura 7)

Evolución de las concentraciones de Enterococos Intestinales y de *Escherichia coli* durante el año 2016 en la Playa de El Confital. Los valores de *E. coli*, salvo alguna excepción, se encuentran dentro de la Calidad Excelente. Estos datos han sido obtenidos de la página web NÁYADE, del Ministerio de Sanidad de España, a partir de los análisis bacterianos realizados en los Laboratorios de Microbiología del Servicio de Sanidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias. (Figura 8)

Evolución de las concentraciones de Enterococos Intestinales y de *Escherichia coli* durante el año 2017 en la Playa de El Confital. Obsérvese como los valores de enterococos superan de forma reiterada los umbrales de calidad del agua, mientras que *E. coli* se mantienen prácticamente dentro de valores de Calidad Excelente. Datos obtenidos de la página web NÁYADE, Ministerio de Sanidad de España, de análisis bacterianos realizados en los Laboratorios de Microbiología del Servicio de Sanidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias. (Figura 9)

Algunas conclusiones

En este estudio se ha combinado la observación de las Comunidades de macroalgas indicadoras de eutrofización-contaminación asentadas en el entorno litoral rocoso de El Confital, con los niveles de bacterias de origen fecal observados en los análisis bacterianos del agua de baños de la zona. Estos últimos son preceptivos con objeto de conocer si la calidad de dichas aguas es adecuada para el baño al cumplir las normas legales. De hecho, las comunidades algales macroindicadoras de contaminación están presentes en la misma época y en una extensión bastante importante de ese litoral rocoso coincidiendo con elevadas cifras de indicadores bacterianos que muestran Calidad Insuficiente.

En la bibliografía especializada se encuentran trabajos en donde se evalúa la calidad del agua solamente considerando las poblaciones algales que se asientan en el intermareal y el submareal, mientras que otros estudios lo hacen exclusivamente usando como referencia los niveles de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Es claro que ambos tipos de indicadores y análisis se apoyan entre sí. Mientras que un valor bacteriano elevado sólo nos informa de la riqueza en nutrientes del agua analizada en el momento de la toma de muestras, las comunidades macroalgales reflejan no sólo el estado nutricional del momento en cuanto a los aportes de nutrientes, sino además

los que ha estado recibiendo tiempo atrás. Hasta cierto punto podríamos afirmar que desde el punto de vista ecológico las macroalgas son mejores indicadores de contaminación mientras que desde el punto de vista sanitario lo serían las concentraciones de *E. coli* y Enterococos.

El fenómeno que se ha observado en la playa de El Confital no es el habitual en las aguas costeras. Lo más frecuente es que en los controles sanitarios de las aguas de baño, cuando se detecta una contaminación elevada, es *Escherichia coli* (o los Coliformes Fecales) el parámetro más abundante que no alcanza la Calidad Excelente, que es la que se exige para el área de baños. Los enterococos suelen presentar concentraciones inferiores, aunque está claramente definido el proceso por el cual a medida que nos alejamos del punto de vertido, las concentraciones de *E. coli* disminuyen más rápidamente que la de enterococos, lo cual se atribuye a la menor resistencia de los coliformes fecales a las condiciones ambientales del medio marino.

El agua de la playa de El Confital ha sido sometida a controles analíticos bacteriológicos durante muchos años, con la determinación de concentraciones de *Escherichia coli* y enterococos intestinales, que son los parámetros establecidos por la legislación europea (Directiva 2006/7/CE) y la española (Real Decreto 1341/2007) para el control de la calidad de las aguas de baño.

Bibliografía

- (1) Pinedo, S., García, M., Satta, M.P., Torres, M., Ballesteros, E. 2007. Mar. Pollution Bull., 55:126-135.
- (2) Soltan, D., Verlaque, M., Franc, C., Boudouresque, L., Francour, P. 2001. Mar. Pollution Bull., 42(1):59-70.
- (3) Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006 relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE.



El Cambio Climático y las Islas Canarias

David Bramwell



La especie humana tiene, a lo largo de su existencia, un gran efecto en el medio ambiente natural de la Tierra, pero en ningún momento ha sido tan destructivo como el presente. Tal vez sea la hora de que consideremos lo que estamos haciendo e intentemos hacer algo positivo para las generaciones futuras que tienen el derecho moral de heredar y vivir entre la maravillosa diversidad del planeta.

Un análisis y una reflexión sobre el tiempo en el que vivimos

Okeanos de fotos



Fotos:

- 01 Pargo de ojos grandes (*Priacanthus* sp.).
- 02 Pez diablo espinoso (*Inimicus didactylus*).
- 03 Medusa *Chrysaora fuscescens*.
- 04 Pez escorpión a contraluz (*Taenianotus triacanthus*).
- 05 Fotografía de sobreexposición del nudibranchio *Thecacera picta*.
- 06 Pez rana peludo *Antennarius striatus*.
- 07 Pez cardenal de dientes grandes cuidando su puesta con la boca (*Cheilodipterus macrodon*).
- 08 Bocón cuidando de la puesta (*Opistognathus* sp.).
- 09 Simbiosis entre el nudibranchio *Jarunna rubescens* y el camarón *Periclemenes emperator*.
- 10 Pez sapo *Uranoscopus sulphureus*.
- 11 Larva pelágica del pulpo *Wunderpus photogenicus*.
- 12 Larva pelágica del calamar diamante *Thysanoteuthis rhombus*.
- 13 Pulpo manta *Tremoctopus gracilis*.
- 14 Pez volador (*Exocoetus* sp.).
- 15 Larva de lenguado (especie no identificada).
- 16 Detalle de las espinas de la larva de lenguado (negativo creado mediante Photoshop).
- 17 Crustáceo amfípodo *Phronima sedentaria* con sus crías dentro de una salpa.
- 18 Molusco cefalópodo *Argonauta hians* sobre medusa *Pelagia nocticula*.
- 19 Labido limpiador tropical (*Labroides dimidiatus*) limpiando a un pez mariposa (*Cheatomon kleini*).
- 20 Fase globo de larva de estomatópodo no identificado.

Mike Bartick es fotógrafo de naturaleza marina y residente en Anilao, Filipinas. Posee un deseo insaciable por encontrar vida marina única, observar y fotografiar su comportamiento para compartir su visión y conocimiento con el público general. Su curiosidad y afán por experimentar de primera mano encuentros con criaturas especiales, lo han llevado a viajar por todo el mundo.

Mike es fotógrafo, escritor y orador público internacional ampliamente galardonado y publicado, con trabajos que aparecen mensualmente en revistas internacionales, webs y publicaciones en Internet.

También organiza clinics, talleres y seminarios fotográficos sobre los diferentes aspectos de la fotografía submarina y la historia natural del sudeste asiático y el Indo-Pacífico.

Para más información pueden contactar en: saltwaterphoto@live.com o Mike@divecbr.com



1



2





4



5

6



7





8



9

10



11



12



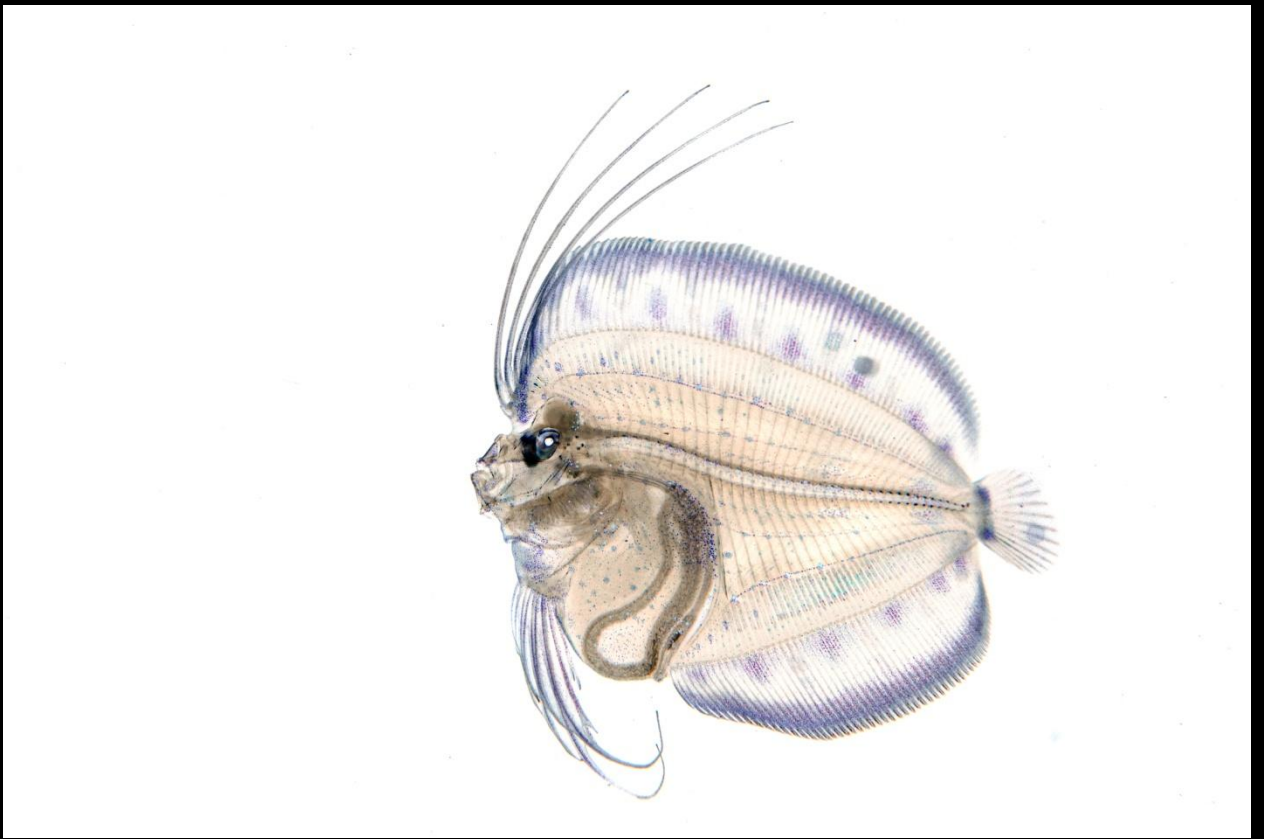
13



14



15



16



17





19



20



La pesca submarina

y su impacto sobre los recursos
pesqueros en Canarias



Ejemplar pequeño de mero *Epinephelus marginatus* observado en aguas de Gran Canaria. (Figura 1)

**Aarón Santana-Ojeda, David Jiménez-Alvarado,
Airam Guerra-Marrero y José J. Castro**

Instituto Universitario EcoAqua, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Edif. Ciencias Básicas, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, España. E-mail: jose.castro@ulpgc.es

La pesca submarina moderna, usando máscara de buceo y fusil (de aire comprimido o con ligas de goma), se desarrolló en el Mediterráneo, en la década de 1930¹. No obstante, esta actividad extractiva es mucho más antigua y se ha efectuado tradicionalmente en Canarias con arpón metálico o fija, como una actividad inicialmente ligada al marisqueo, aunque ya en la década de 1960 se introdujo el uso del fusil para la captura de grandes peces, principalmente meros (*Epinephelus marginatus*) (Fig. 1). La realización de este tipo de pesca, a diferencia del resto de modalidades de pesca recreativa, demanda de una gran capacidad física por parte del pescador, principalmente por la necesidad de hacer buceos prolongados en apnea y largos periodos de exposición al agua. Además, los pescadores submarinos pueden verse sometidos a diversos peligros, entre los que destacan el riesgo de ahogamientos e hipotermia, lo que se puede minimizar con la adecuada preparación física y mental, y la vestimenta específica diseñada para conservar el calor corporal y garantizar la seguridad.

En Canarias, para la realización de esta modalidad de pesca se ha de estar en posesión de la licencia de 2º clase, para la cual se necesita un informe médico que acredite que la persona tiene el adecuado estado de salud que le permite realizar dicha actividad. Entre 2005 y 2011, el número total de licencias de pesca submarina se ha incrementado notablemente hasta alcanzar un máximo de 8166 pescadores en el año 2011, para posteriormente reducirse hasta algo más de 6200 en 2017. No obstante, no existe un registro de capturas asociado a esta modalidad de pesca recreativa, por lo que resulta imposible constatar de forma directa su papel en el estado actual de sobrepesca que están sufriendo muchas de sus especies objetivo.

Selectividad versus sostenibilidad

Este tipo de modalidad de pesca es altamente selectiva, pudiendo el pescador elegir la especie objetivo y su tamaño. No obstante, muchas veces estos pescadores confunden los conceptos de selectividad y sostenibilidad², de modo de que su alta selectividad ha producido, en ciertos lugares, importantes problemas en algunas poblaciones de peces que hacen insostenible este modo de pesca. La selección dirigida hacia unas pocas especies, ya sea por el notable valor gastronómico de las mismas o por sus características físicas (tamaño, color, etc.), que las convier-

te en verdaderos trofeos que estimulan el ansia competitiva de estos pescadores, hace que la información sobre el impacto de esta pesca sobre las comunidades de peces pescadas esté muy distorsionada y limitada. Pero, además, en el caso de Canarias, todas las especies objetivo de los pescadores submarinos son también objeto de captura de otros pescadores profesionales y recreativos, situación que también ha sido descrita en otras áreas y en las que se ha puesto de manifiesto que su acción selectiva puede acentuar, en ciertos casos, los problemas de sobrepesca. Entre el 50 y 60% de las especies objetivo de estos pescadores en las islas presentan índices de vulnerabilidad intrínseca alta o muy alta, aumentando la vulnerabilidad e inhibir la recuperación de estas especies ante la presión pesquera. Además, es de destacar que los censos realizados tanto en las zonas sometidas a pesca submarina como en otras donde este tipo de pesca no está permitida, mostraron que los peces presentaban tallas medias más pequeñas que las establecidas como de primera madurez, lo que resulta preocupante ya que la falta de grandes reproductores es un síntoma claro de sobrepesca y de la existencia de desequilibrios poblacionales y ecológicos.

En las islas se ha podido constatar que los pescadores submarinos tienen una alta preferencia hacia especies como el mero y abade, así como ejemplares de gran talla de sargos, samas, viejas, etc., algunas de ellas catalogadas actualmente como enrarecidas o sobrepescadas, o en las que se manifiestan procesos de inversión sexual en los ejemplares con tallas grandes. En este sentido, la pesca submarina al ser más eficiente que las otras modalidades de pesca en la captura de grandes reproductores, hace que esta actividad pueda llegar a ser "más destructiva" para las poblaciones de peces más vulnerables. Existen varios ejemplos en la literatura científica que ponen de manifiesto el impacto de la pesca submarina sobre las poblaciones de peces en el sentido antes indicado.

Falta de autocrítica colectiva

Por otra parte, es de destacar que más de la mitad de los pescadores submarinos canarios aseguran que la pesca ha disminuido entre un 25 y más de un 60% desde que comenzaron a desarrollar esta actividad, y declaran observar tendencias decrecientes en la biomasa de las especies objetivo en los últimos cinco años. Es más, afirman de forma mayoritaria que más del 25% de estas especies están sobrepescadas, así como que tanto la abundancia como las tallas de los ejemplares aumentan con la profun-

dididad. Sin embargo, estos claros síntomas del impacto que la pesca en general (profesional y recreativas de todo tipo), no los relacionan con su propia actividad extractiva (no hay autocrítica), incluso cuando observan que los síntomas de agotamiento se revientan parcialmente a partir de las profundidades donde existe una progresiva reducción de su propia presión pesquera, puesto que no son zonas accesibles a la gran mayoría de los buceadores por las dispares condiciones físicas de estos.

Con buen tiempo más presión

Aunque la pesquería parece mostrar una cierta estacionalidad, la pesca de recreo submarina en las Islas Canarias se desarrolla a lo largo de todo el año, consecuencia de las buenas condiciones de mar de las que disfruta casi todo el año el Archipiélago. No obstante, las mayores capturas se obtienen en los meses de verano y otoño, con un máximo en octubre y noviembre. Estas buenas condiciones de mar, permiten que la gran mayoría de estos pescadores salgan a pescar de 1 ó 2 veces por semana, aunque una de cada 3 veces no obtienen captura.

Otro aspecto importante a considerar es la contribución económica que la pesca submarina representa en el contexto pesquero del Archipiélago. En este sentido, se asume que la pesca recreativa genera una importante actividad económica en su entorno, al igual que muchas otras actividades deportivas que movilizan un gran número de seguidores. Sin embargo, en Canarias no existe ninguna cuantificación que nos dé certeza sobre esta afirmación. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación³, en un estudio sobre la pesca recreativa en Canarias realizado en 2005, hace una estimación de la contribución económica de la pesca recreativa, de cañas y submarina, que se efectúa con ayuda de embarcaciones en una cifra próxima a los 117 millones de euros anuales. Gran parte de esta valoración es debida a los costes asociados a la adquisición de las embarcaciones, amarres, equipamiento, combustible y seguros de las mismas. Por otra parte, en el conjunto de la pesca recreativa, la pesca submarina es practicada por un número relativamente reducido de pescadores, no alcanzando el 7% del total de las licencias vigentes en 2017, en contraste con el 83,4% de los pescadores de caña o el casi 10% de los pescadores desde embarcación. Así, su representatividad económica debe ser también menor que las otras dos modalidades, al no contar con los costes asociados a las embarcaciones y su mantenimiento, o al aporte que proporciona el elevado número de practicantes de la pesca con caña.

Según nuestras estimaciones, la pesca submarina de recreo moviliza anualmente, en el conjunto del Archipiélago, un capital en torno a los 10 millones de euros sólo en desplazamientos y manutención. Si a esto se le añade el coste del equipamiento (sin tener en cuenta su correspondiente amortización), y las licencias de pesca, asciende a un total de 12,7 millones de euros, cifra que es casi 2,5 veces más alta que la estimada para Galicia⁴.

Por otra parte, entre los pescadores submarinos existe un alto grado de furtivismo, que hace que no aporten información fidedigna sobre el esfuerzo que despliegan y las capturas obtenidas, ya que, además de actuar sin la correspondiente licencia, venden parte de sus capturas de forma ilegal.

Canarias es diferente, porque es climática, geomorfológica y biológicamente muy singular

Por último, entre los pescadores submarinos se está creando una corriente de opinión negativa y relativa a la discriminación que, según ellos, se establece en la actual Ley de Pesca. Esta opinión se fundamenta en las limitaciones espaciales que se establecen en la Ley y que constriñen la realización de esta actividad a ciertas zonas del litoral de cada isla, y que no se encuentran en otras áreas de pesca del País. En este sentido, entienden que son víctimas de un agravio comparativo respecto al resto de pescadores recreativos, que no tienen una limitación espacial, y que no está fundamentado en datos científicos. Además, con una total falta de autocrítica, entienden que su actividad, al ser altamente selectiva, es la más respetuosa con el medio marino, sobre todo cuando se les compara con la pesca artesanal, la cual tampoco tiene limitación espacial ni de capturas y que, según su opinión, es la causa principal de la sobrepesca. Pero, es necesario hacer hincapié en que los sistemas ecológicos de las islas presentan un nivel de singularidad y fragilidad, sin réplica en el resto de España, que requieren de medidas de gestión que, muchas veces, han de ser singulares. Sin embargo, en un sistema de pesca pobre en datos, como es el caso de Canarias, la mayoría de las medidas de gestión carecen del suficiente respaldo científico, lo cual no necesariamente las invalida. Es esta falta de datos lo que hace que muchas de estas medidas de excepcionalidad tengan carácter precautorio, pero por eso deben también ser sometidas a un plan de verificación científica, definido en un marco temporal claro (programas de seguimiento y recopilación de la información biológica y pesquera necesaria), evitando el *sine día*. Desgraciadamente, éste no ha sido el caso.



Pescador en una prueba de pesca submarina celebrada en San Sebastián en 1960 (Fondo Marín-Kutxa Fototeca; Autor: Paco Mari).

Bibliografía

- (1) Ivanovic, V. 1955. Modern Spearfishing. London; Nicholas Kaye: 203 pp.
- (2) Birkeland, C., P.K. Dayton. 2005. Trends in Ecology & Evolution, 20:356-358.
- (3) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2006. Análisis y la ordenación de la pesca de recreo en el ámbito de las Islas Canarias. Secretaría General de Pesca Marítima.
- (4) Pita, P., K. Hyder, P. Gomes, C. Pita, M. Rangel, P. Veiga, J. Vingada, S. Villasante. 2018. Fisheries Research, 208:58-69.



Vida Macro de costa en las Islas Canarias

Fotos:

- 01 Anémona de bolas naranjas (*Pseudocorynactis caribbeorum*).
- 02 Anémona joya (*Corynactis viridis*).
- 03 Babosa de mar (*Stiliger llerae*).
- 04 Camarón (*Balssia gastii*) sobre gorgonia amarilla (*Leptogorgia viminalis*).
- 05 Camarón (*Hippolyte inermis*) sobre alga.
- 06 Camarón avispa (*Gnathophyllum americanum*) sobre un pepino de mar.
- 07 Camarón avispa rojo (*Gnathophylleptum teller*).
- 08 Camarón de lunares (*Gnathophyllum elegans*) resguardado entre los brazos de una estrella peine (*Astropecten aranciatus*).
- 09 Cangrejo de arena (*Cryptosoma cristatum*).
- 10 Cangrejo esponja (*Dromia marmorea*).
- 11 Caprélido sobre una hoja de fanerógama marina (*Cymodocea nodosa*).
- 12 Caracol (*Oxynoe viridis*) sobre una hoja de *Caulerpa* sp.
- 13 Chupasangre de seba (*Opeatogenys cadenati*) con su puesta sobre una hoja de *Caulerpa* sp.
- 14 Caracol (*Smaragdia viridis*) en una hoja de fanerógama marina (*Cymodocea nodosa*).
- 15 Gamba de erizo (*Tuleariocaris neglecta*) sobre una púa de *Diadema* cf. *antillarum*.
- 16 Retrato de pez pipa diminuto (*Minyichthys sentus*).
- 17 Primer plano de gamba mantis (*Pseudosquilla oculata*).
- 18 Grupo de isópodos parasitando una catalufa (*Heteropriacanthus cruentatus*).
- 19 Pequeña gamba no identificada sobre *Dictyota dichotoma*.
- 20 Puesta de barriguda mora (*Ophioblennius atlanticus*).
- 21 Pulga de mar (*Jassa slatteryi*) sobre una pluma de mar.
- 22 Camarón peludo (*Trachycaris restricta*).
- 23 Vaca de mar (*Aplysia* cf. *parvula*) sobre una hoja de *Caulerpa* sp.

Sacha Lobenstein, fotógrafo submarino. Natural de Puerto de la Cruz ha estado siempre ligado al mar y la fotografía. Participando en competiciones Fotografía Submarina ha obtenido títulos como Campeón de Tenerife, de Canarias y de España, siendo seleccionado en 2019 para representar a España en el Campeonato Mundial de Fotografía Submarina. También participa en múltiples certámenes de fotografía submarina habiendo ganado el Open Fotosub “Lanzarote Mar de Lava”, “Tenerife-Güimar” o “La Gomera”. Obtuvo el premio como “Mejor fotógrafo de medio acuático” en el Primer Festival Nacional de Biodiversidad. Colabora habitualmente con publicaciones de buceo, guías turísticas, trabajos de investigación y revistas especializadas y ha participado en varias muestras sobre imagen de naturaleza como NaturaJazz. Es coautor de una “Guía de Peces de Canarias” y lleva, desde el año 2010, el blog “www.enelmar.es” compartiendo sus experiencias y fotografías submarinas.



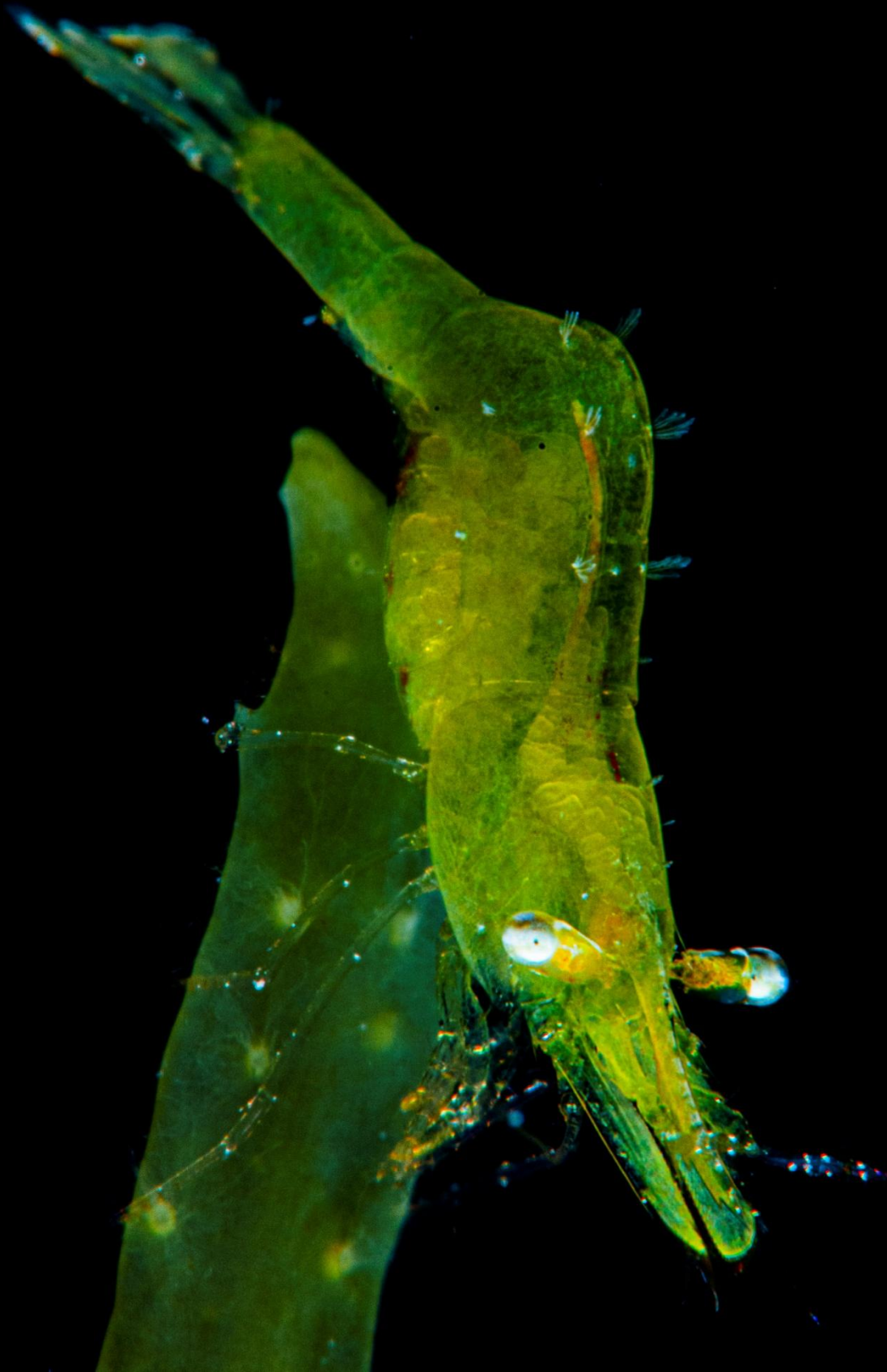


2



3







6



7





9



10





13



14









17

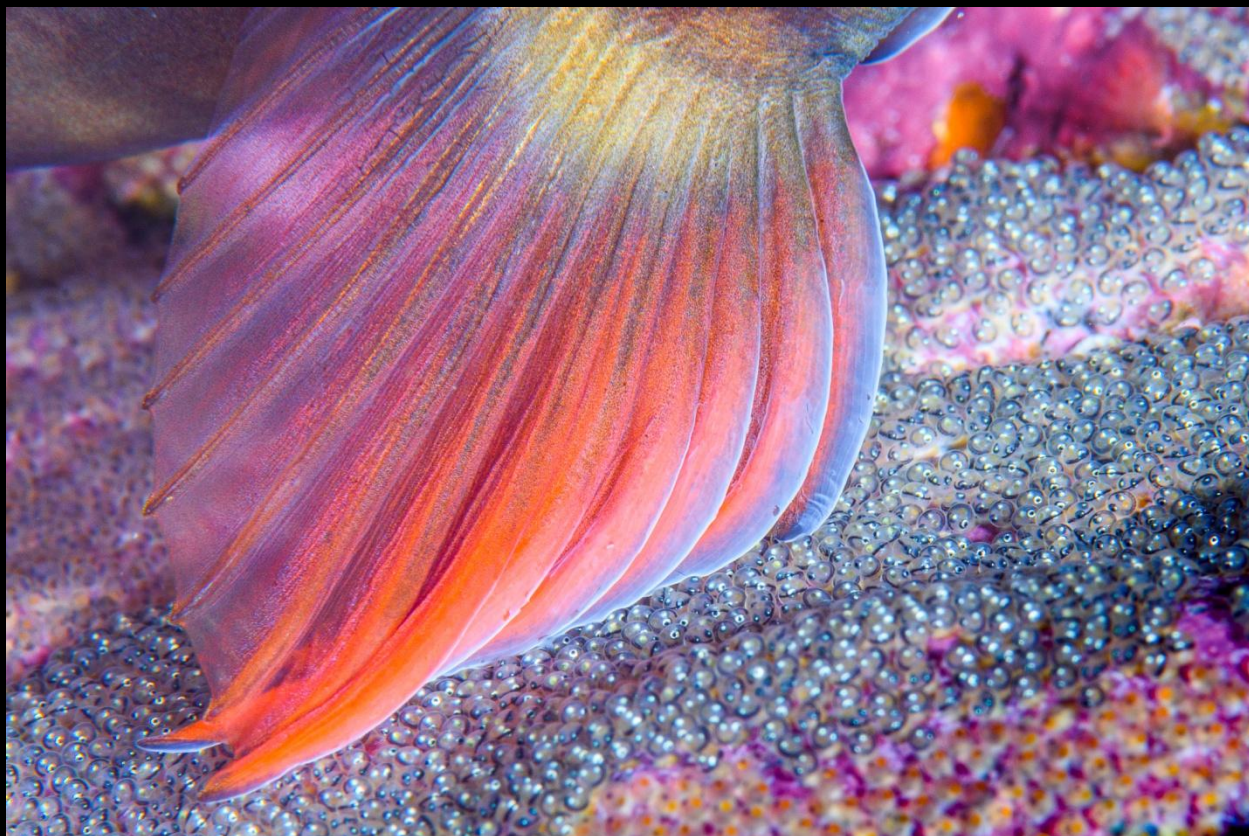


18

19



20





21



22



¿DICES O HACES?



HAZTE SOCIO/SOCIA
900 100 014 dicesohaces.org

Cada vez más cerca de las personas





Foto: Domingo Castro

Monitorización acústica del comportamiento del angelote en Canarias

Diego Gamo Campos², David Jiménez Alvarado¹, Jorge Cabrera Gámez^{2,3}, Antonio C. Domínguez Brito³, Airam Guerra Marrero¹, Ángelo Santana del Pino⁴, José J. Castro¹

¹ Instituto Universitario ECOAQUA – ULPGC. ² Servicio Integral de Tecnología Marina (SITMA) – ULPGC.

³ Instituto Universitario SIANI – ULPGC. ⁴ Departamento de Matemáticas – ULPGC.

El estudio para la conservación del angelote en Canarias ha conseguido dar un nuevo salto cualitativo tras la finalización del proyecto “ACUSQUAT: Seguimiento acústico del comportamiento del angelote (*Squatina squatina*) en áreas críticas para su conservación”, apoyado por el Ministerio para la Transición Ecológica a través de la Fundación Biodiversidad. La importancia de este nuevo hito se ve ampliada, además, por dos razones fundamentales: el hecho de que las Islas Canarias constituyan hoy en día el último reducto de poblaciones estables de esta especie, así como su reciente inclusión en el Catálogo Español de Especies Amenazadas bajo la categoría “En peligro de extinción” (Orden TEC/596/2019, de 8 de abril, BOE 134 de 5 de junio de 2019).

ACUSQUAT ha logrado cumplir todos sus objetivos, enfocados al estudio del comportamiento espacio-temporal del angelote y su interacción con bañistas. Mediante el uso de marcas y sensores acústicos, se han monitorizado los desplazamientos y ritmos circadianos de varios ejemplares en el entorno de estas áreas de importancia crítica, tanto por su valor para la reproducción de la especie como para la protección de crías y juveniles, pero también sometidas a una presión turística intensa. Así, se ha podido consolidar una red de monitorización acústica en el suroeste de Gran Canaria (Fig. 1), constituida por tres receptores fijos y apoyada mediante rastreos con un receptor móvil desde embarcaciones neumáticas y un velero autónomo (Fig. 2). A su vez, la red ha permitido establecer los períodos donde la posibilidad de interacción entre el angelote y los usuarios de las playas es alta (Fig. 3). Por otro lado, el proyecto ha perseguido (junto a diferentes actores sociales como administraciones y centros de buceo) sentar las bases para el impulso de Planes de Uso y Gestión en estas áreas, así como favorecer procesos de gobernanza, participación social y sensibilización ambiental en torno a la especie (Fig. 4).



Entidades y empresas que han participado en el desarrollo del proyecto Acusquat. (Figura 4)

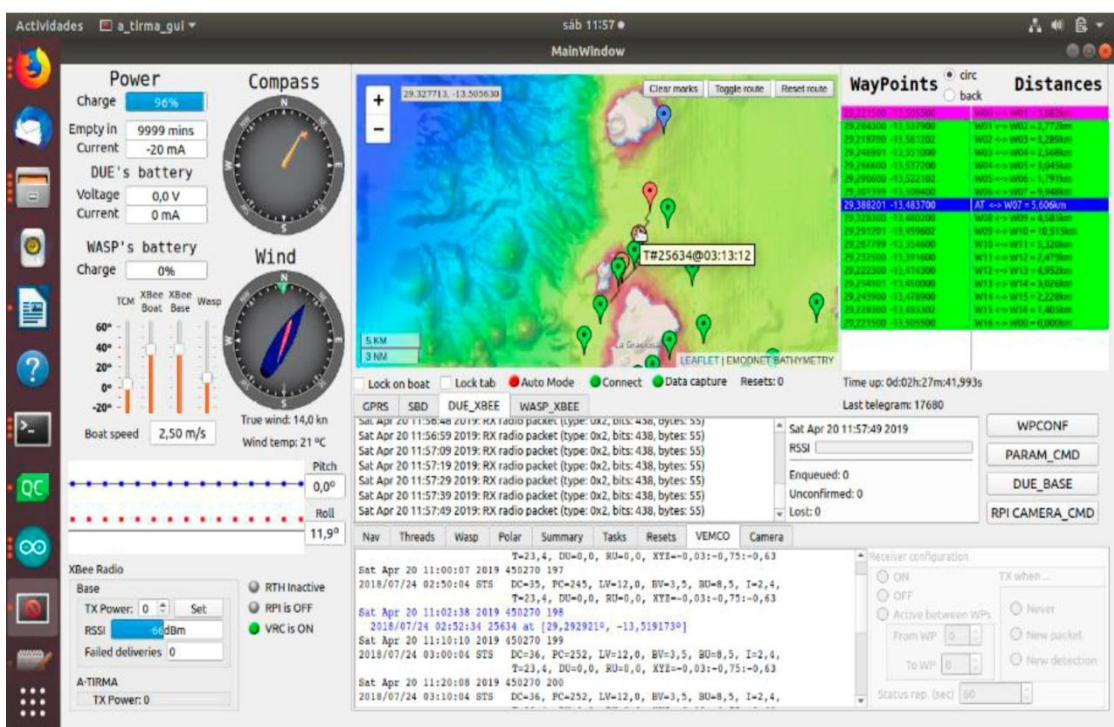
Apoyan:

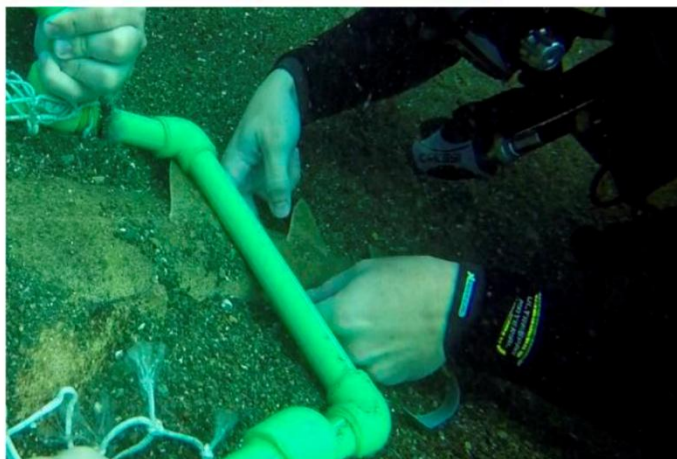


Colaboradores:



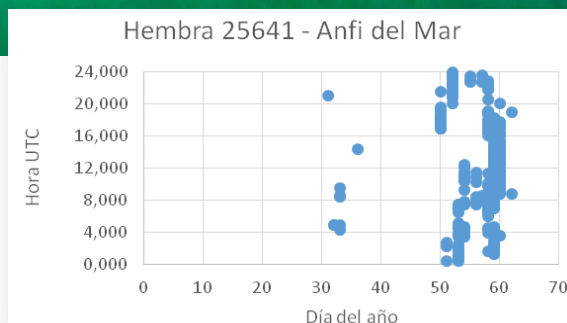
Velero autónomo A-Tirma en La Graciosa, receptor VR2C-Mini conectado al A-Tirma, e interfaz de control del vehículo mostrando una simulación de detecciones de angelo-tes. (Figura 2)





De izquierda a derecha y de abajo a arriba, marca Vemco V9, marcas con soportes adaptados, receptor VR2W fondeado, proceso de marcaje, ejemplar marcado y liberado. (Figura 5)

Patrón de residencia de la hembra 25641 en la proximidad de una playa utilizada como área de reproducción, entre el 31 de enero y el 3 de marzo de 2019. (Figura 3)



La metodología de marcaje se ha basado en el bagaje previo acumulado por los investigadores de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en el seguimiento de altos estándares éticos para la manipulación de los animales, y en la utilización de marcas acústicas versátiles y con un tamaño óptimo para su colocación en angelotes. Entre los sistemas de colocación se han ensayado dos opciones diferentes, ambas con materiales que pueden desprenderse del animal en unos 18 meses (Fig. 5).

Entre los resultados del proyecto cabe destacar, en primer lugar, que el área de actuación del mismo ha englobado hasta 5 playas diferentes, 4 de ellas sometidas a un uso turístico intenso (tal y como establecían los objetivos iniciales), permitiendo la monitorización automatizada de unas 385 hectáreas de Red Natura 2000 marina. A lo largo de al menos 8 campañas de mar se han desarrollado pruebas, muestreos, marcajes y tareas de revisión de la red de telemetría acústica. Hasta la fecha, se han podido obtener datos de 3 hembras marcadas entre enero y junio de 2019 (se espera que el número de detecciones aumente en los próximos meses). De manera

complementaria, pudieron desarrollarse pruebas con el velero autónomo A-Tirma en la Reserva Marina de Interés pesquero de La Graciosa. En cuanto a la participación social y difusión del proyecto, se realizó un taller en Arguineguín con 13 participantes de 6 entidades diferentes y se participó en FIMAR 2019 (más de 40.000 asistentes). Además se han editado varios materiales divulgativos y se ha realizado una notable labor de difusión en medios online, radio y televisión.

La iniciativa ACUSQUAT, por tanto, ha supuesto un nuevo paso adelante en el contexto de una serie de acciones en las que viene trabajando la ULPGC en los últimos años en torno a la conservación del angelote, tales como el "Angel Shark Project" (ULPGC, Sociedad Zoológica de Londres y Museo Alexander Koenig), el Plan de Acción para el Angelote en las Islas Canarias o el Programa de Conservación de Tiburones de la UICN (IUCN SSG - Shark Specialist Group).



ATENCIÓN
ESPECIALIZADA



SERVICIO
24 HORAS



ASISTENCIA
D.E.M.A.



ACOGIDA
INMEDIATA

ACTIVAR



EN CASO DE VIOLENCIA MACHISTA

En caso de violencia de género, da la alarma en el **112** y se activará el
Dispositivo de Emergencia para Mujeres Agredidas (D.E.M.A.).
Te puede cambiar la vida.

Accede a la Red de Servicios y
Centros de Atención a las Víctimas.
www.DaLaAlarma.com



MINISTERIO
DE LA PRESIDENCIA, RELACIONES CON LAS CORTES
E IGUALDAD



Gobierno de Canarias
Instituto Canario de Igualdad

David González Santana

“Recomiendo aprovechar la oportunidad de optar a las becas ERASMUS para estudiar en otro país y conocer otras culturas”

David González Santana, Graduado en Ciencias del Mar por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Máster en investigación (MRes) en Ciencias del Mar por la Universidad de Southampton e investigador en formación en la Universidad de Bretaña Occidental (Francia). Su tesis doctoral se desarrolla en el Instituto Europeo del Mar (IUEM, Plouzané, Francia). David es ejemplo de esos jóvenes formados en nuestro país, en nuestra universidad, que han emprendido un viaje para continuar su formación académica en el extranjero, primero en El Reino Unido y luego en Francia.

Sr. González Santana, empezando por el principio, ¿cómo fue su paso por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria?, ¿Qué destacaría de su formación? Cuando ha salido fuera, ¿se ha visto preparado?

Durante los tres primeros años de la carrera en la ULPGC, todo fue normal. Como cualquier otro estudiante, estudiando, valga la redundancia, para sacar las asignaturas cada año. A mediados del tercer año, la universidad organizó unas jornadas para hablar sobre los programas de movilidad. Viendo el interés del resto de compañeros, y escuchando testimonios

sobre las buenas experiencias de antiguos alumnos, me entró el gusanillo. Me preguntaba, ¿qué puede haber distinto por ahí fuera? ¿qué ha hecho que todos estos alumnos se hayan ido de ERASMUS y les haya convencido de querer volver a salir?

Con esta nueva motivación me dirigí a los profesores de química y les pregunté sobre la posibilidad de hacer las prácticas externas y el trabajo de fin de grado en algún país extranjero con la ayuda de las becas ERASMUS PRÁCTICAS. Los profesores, se pusieron en contacto con investigadores en el Plymouth Marine Laboratory, en el Reino Unido, y me organizaron un trabajo de fin de grado. Un par de meses después el vicedecano de movilidad, nos informó sobre la posibilidad de hacer una estancia durante el próximo semestre en el Eckerd College, en Florida (EE.UU.). Ya que me iba fuera durante el segundo semestre, decidí que por qué no también irme durante el primero.

Conseguí una beca ERASMUS MUNDUS para irme al Eckerd College, y con una maleta me fui para EE.UU.. Lo que más me impresionó fue que la ULPGC nos había preparado mejor de lo que pensaba. Con las asignaturas de estadística, química, física, biología, geología e incluso un poco de computación me sentí como pez en el agua.

Posteriormente, durante las prácticas externas, en el centro de investigación de Plymouth me sorprendió escuchar la cantidad de investigadores que conocían



a gran cantidad de mis profesores de carrera. Ese fue el momento en el que me di cuenta que no solo nos habían preparado, sino que a la misma vez eran capaces de ser grandes investigadores a nivel internacional. Algo que, aunque hubiera escuchado anteriormente, no me había impactado tanto.

Sabemos que ha realizado un máster de investigación en Reino Unido bajo la supervisión de la Dra. Maeve Lohan, en el centro nacional de oceanografía situado en Southampton (NOCS). ¿Qué le ha aportado? ¿Sobre qué realizó su trabajo final de máster?

El MRes es un master de 12 meses continuos. De los cuales, en los primeros cuatro meses se imparten asignaturas y de los próximos ocho se espera que el alumno investigue con un nivel de doctorado,

aunque en un proyecto más corto y asista a una asignatura intensiva de tres/cuatro semanas.

Lo primero que note es que la ULPGC me había formado con unos cimientos muy estables que me habían dejado muy preparado para afrontar esta nueva etapa. No sólo era conocimiento teórico, sino conocimiento práctico. La mayoría de los alumnos habían pasado menos tiempo en el laboratorio que lo que la facultad de Ciencias del Mar imparte cada año. Lo segundo, es que el estudio era mucho más individual. A clase se iba con los apuntes ya estudiados y subrayados. Los profesores iban a clase no a contar lo que teníamos en los apuntes, sino a profundizar en ciertos aspectos. La mayoría de las asignaturas no tenían examen final, sino que había una evaluación continua estremecedora. Fallar un trabajo semanal conllevaba que la nota final fuera gravemen-

te afectada. No estudiar los apuntes de la siguiente clase antes de asistir conllevaba que no pudieras profundizar tanto como el resto de alumnos.

Aun así, el MRes estaba formado por 10 alumnos internacionales (un alemán, dos japonesas, dos americanos, tres británicos y dos españoles). Por lo que fue una experiencia muy enriquecedora en la que pude hacer nuevos amigos y crear nuevos contactos.

Durante el proyecto de investigación ya no era un simple alumno, sino que tenía que trabajar como un científico. Las horas de trabajo eran las horas de los experimentos. Se acabó lo de irse a casa al terminar las clases, tenía que pensar por mi propia cuenta. Si se rompía algo, tenía que buscar una solución rápidamente, y si había que quedarse hasta tarde, pues eso era lo que tocaba. Mi trabajo consistía en medir las concentraciones de hierro en el agua de mar considerando su tamaño, para poder así mejorar el conocimiento del ciclo del hierro en el agua de mar, un micronutriente esencial para la vida.

Fue tanto mi interés que mi supervisora rápidamente se dio cuenta. Esto conllevó que pudiera ir a una campaña oceanográfica. La gran ilusión de la mayoría de los oceanógrafos.

Actualmente está en Francia realizando una Tesis Doctoral. ¿Qué nos puede avanzar sobre ella?

La tesis está siendo una experiencia muy enriquecedora. Nuevas supervisoras (Dra. Géraldine Sartou y Dra. Hélène Planquette), nuevas técnicas de trabajo, nuevo país, nuevo idioma, nuevos compañeros y amigos.

En Francia sigo trabajando en el ciclo del hierro. La diferencia es que ahora me estoy centrando en la evolución del hierro en fuentes hidrotermales situadas en la dorsal atlántica. Estamos viendo como distintas fuentes hidrotermales influyen en el océano de manera distinta, desde efectos en la zona más local hasta afectar a zonas situadas a 4000 km.

En términos generales, dada su alta experiencia, ¿recomendaría a los alumnos y alumnas seguir formándose en otros países? ¿qué ventajas les puede aportar?

Los últimos 4 años he estado en 4 países (España, Estados Unidos, Reino Unido y Francia) y en 5 centros (ULPGC, Plymouth Marine Laboratory, University of Southampton, National Oceanographic Centre y Université de Bretagne Occidentale). Por ahora solo sé que me queda un año más en Francia y que la formación que he recibido, y los contactos que he adquirido, me facilita poder conseguir un postdoc en muchas universidades internacionales.

“Conseguí una beca ERASMUS MUNDUS para irme al Eckerd College, y con una maleta me fui para EE.UU.. Lo que más me impresionó fue que la ULPGC nos había preparado mejor de lo que pensaba. Con las asignaturas de estadística, química, física, biología, geología e incluso un poco de computación, me sentí como pez en el agua”.

“La mayoría de los alumnos habían pasado menos tiempo en el laboratorio que lo que la facultad de Ciencias del Mar imparte cada año. Lo segundo, es que el estudio era mucho más individual. A clase se iba con los apuntes ya estudiados y subrayados”.

Yo recomiendo a todas las personas aprovechar las oportunidades que se les ofrece. Optar a las becas ERASMUS para estudiar en otro país y conocer a otras culturas. En cuanto a formación, hay mejores y peores por ahí fuera, aunque si no comparas, no aprovecharás todas las oportunidades, ni las buenas ni las malas. De todas las experiencias se aprenden. Salir de la isla y de España aporta numerosas ventajas a largo plazo, desde amistades hasta laborales (otros científicos, nuevas técnicas de trabajo, otras opciones laborales que no creías posibles). Por tanto, quiero aprovechar para recomendar a todos los alumnos, incluyendo doctorandos, las magníficas ventajas de estudiar y trabajar en otros laboratorios, aunque solo sea por unos meses. Si se aprovechan debidamente de todas las experiencias en otros países, siempre habrá oportunidad de volver a España.

A sea turtle is shown in a glass of water with ice cubes. A white plastic straw with two red stripes is stuck in its mouth. The straw is bent at a sharp angle, with one end pointing upwards and the other end in the turtle's mouth. The background is a soft, out-of-focus light color.

**No absorbas la vida
de los océanos**

#BreakFreeFromPlastic

GREENPEACE



Nora Perera Betancort

“El mar era una figura muy importante para los pueblos aborígenes de Canarias”

El nombre de Nona (Argana, Arrecife de Lanzarote) ha estado ligado al Patrimonio de Canarias durante décadas. Ha trabajado en diferentes aspectos de la interpretación y gestión de los testimonios de los primeros pobladores de Canarias, su relación con el medio y hechos y personajes históricos de Canarias. Su carrera profesional ha estado ligada al Servicio de Patrimonio del Cabildo de Lanzarote. Recientemente, ha pasado a ocupar el cargo de Directora General de Patrimonio del Gobierno de Canarias, abriéndose nuevos e interesantes caminos. En esta entrevista se tratan algunos de los principales aspectos de su carrera profesional, pero sobre todo como el mar ha tenido un papel predominante en la historia de Canarias, tanto como vía de entrada de los primeros pobladores, pueblos del norte de África o Europa, como un aspecto fundamental en la vida doméstica y espiritual de estos.

Nona Perera Betancort es Arqueóloga y Doctora en Prehistoria. Tiene como epicentro profesional Lanzarote, donde estudia los diferentes pueblos que habitaron la isla, de donde vinieron, como llegaron y como se

relacionaban con el medio. Pero para poder entender esto, su área de trabajo es no sólo toda Canarias, sino el Norte de África e incluso Oriente medio. Su trabajo se centra en áreas como la antropología, la arqueología, la paleontología y otras herramientas que permitan responder a la pregunta de “¿Quiénes somos?”.

Los pozos: un punto de encuentro en el Atlántico. ¿Cuál es la importancia de este yacimiento?

El proyecto de los Pozos de San Marcial del Rubicon¹ es un proyecto financiado por el Gobierno de Canarias a través de dos convenios con las universidades canarias para poner en valor, conocer, investigar y comprender lo que pasó en este punto a partir de 1402. Pero también antes, ya que es un escenario donde también participa el mundo aborigen previamente a la conquista. Buscamos conocer qué sucedió en ese barranco, donde se encuentra el punto de agua dulce más importante de la región, en relación a la conquista franco-normanda de la isla de Lanzarote.

¿Qué trabajos se han realizado hasta ahora?

Sobre todo trabajos de limpieza y prospectiva. Se trata de un yacimiento muy poco estudiado, descubierto por Antonio Mayor Manrique y excavado por los hermanos Sierra, Antonio Tejera y Eduardo Az-



nar, siendo la última intervención en la década de 1980. Desde ese momento, solo se han realizado labores de limpieza. Con esta nueva intervención se obtiene una nueva visión general del yacimiento que permite programar futuras intervenciones; no se trata solo de trabajar sobre los pozos que se conocen y que eran el motivo de visita de muchos navegantes durante siglos, sino la posibilidad de estudiar otros pozos y estructuras que estén soterrados de origen aborigen y de ocupación franco-normanda. Este proyecto se engloba en un trabajo de prospección que engloba toda la zona de Los Ajaches, al sur de Lanzarote, ya que previamente a la conquista, la población aborigen se concentraba alrededor de estos puntos de agua en la zona de Papagayo, La Torre y Barranco Blanco y adquiere una dimensión atlántico-mediterránea. Hablamos de una región donde pueden converger en busca de agua los grandes pueblos navegantes de la antigüedad y los pobladores originales de Lanzarote.

Navegantes de la Antigüedad ¿Cuáles destacaría?

Sin ser Martín Ruiz de Albendano², que provoca un problema de sucesión en la isla al tener una hija con una mujer de ascendencia aborigen, quien más me llama la atención es el personaje de Lanceloto Malocello³. No está claro si esta figura (de donde posiblemente deriva el nombre de la isla de Lanzarote) es un mito o se trata de navegante real; un explorador que llega y funda un castillo, una torre o fortín que es recogido en las crónicas de la conquista en *Le Canarien*⁴. Esta torre de existir debería estar por la zona de Zonzamas. Buscando desentrañar si la figura de este mítico navegante era real o no, hemos realizado unas excavaciones en el entorno de la Caldera de Guanapay, encontrándose cimientos de una estructura militar, posiblemente de en torno al año 1600, que no se trata de la torre de Lanceloto. Debemos seguir investigando y es posible que esté más al sur, por la zona de los Pozos de San Marcial de Rubicón, y que cuando en *Le Canarien* se hace



Grabado de la expedición de Jean de Bethencourt para la conquista de Canarias, que se inició por Lanzarote (1402).

“El proyecto de los Pozos de San Marcial del Rubicón permitirá poner en valor, conocer, investigar y comprender lo que paso en este punto a partir de 1402”.

referencia a que esta torre esta en Guanapay, en realidad se refiera a Papagayo. Hemos encontrado una estructura, una gambuela aborígen tradicionalmente denominada La Torre.

Los primeros pobladores de Canarias y el mar

El mar presenta una doble importancia en la vida de los primeros pobladores de Lanzarote, que continua hasta nuestros días. El mar es un recurso alimenticio de primer orden, quedando patente tanto en los numerosos concheros como en las zonas de desecho de hábitat donde se encuentran abundantes materiales de origen marino. Pero este mismo mar también es una parte fundamental del mundo espiritual. La industria malacológica es muy importante tanto en Lanzarote como en Fuerteventura. El uso de materia-

les provenientes del mar para obtener abalorios, placas ornamentales, figuras, botones, etc., y la alta calidad y sofisticación de los mismos es una muestra de la alta tecnificación que tenían alrededor de estos recursos y su papel en la sociedad.

Una línea de trabajo que me interesa mucho es la que tiene que ver con los mitos y la relación del mundo aborígen con el mar desde un punto de vista espiritual. En las diferentes escrituras y textos tallados por estos pueblos en las rocas, aparecen numerosas referencias al mar en relación a registros de fechas destacadas del año (días mayores), a la propia mitología que rodea el autoconocimiento como pueblo, textos que mencionan “los bien aventurados que viven en el mar”. En la costa este de las islas aparecerán excavadas en rocas los denominados “pilones”. Se trata de cazoletas sin ninguna utilidad práctica. Se ha realizado un estudio comparativo sobre estas estructuras de La Palma, Fuerteventura y Lanzarote, y se ha constatado que su uso no es práctico: no se fabricaron para coger sal ni están relacionados con la pesca. Su finalidad puede estar asociada con aspectos espirituales en relación con el mar, con la comunicación y el llamamiento a los antepasados y los mitos de origen. Un trabajo tan laborioso como el de tallar en roca agrupaciones de cientos de cazoletas denota que su función, la relación e interacción de estos antiguos pobladores de Canarias con el mar, era muy importante en el mundo espiritual aborígen.

Notas

- 1.- Pozos de San Marcial del Rubicón. Ubicados en el sur de la isla de Lanzarote, en Papagayo, se trata de varias estructuras alrededor de varios pozos de origen incierto, atribuidos a aborígenes de Lanzarote, conquistadores normandos o incluso otros pueblos que posiblemente dejaron la marca de la diosa mediterránea Tanit, de la mitología cartaginesa, fenicia y bereber. Se trata del principal punto de agua de la región y puerta de entrada de pueblos que visitaron la isla.
- 2.- Martín Ruiz de Avendaño, caballero vizcaíno que llegó a la isla en torno a la mitad del siglo XIV. Se estableció en un fortín y tuvo una relación con una princesa aborígen, Fayna, de la que nació la Princesa Ico, madre a su vez de Guardafía, último representante del linaje real de la isla, extinto con la conquista. El nacimiento de Guardafía supuso un grave problema en la línea sucesoria de la realeza aborígen, posiblemente afectando a los eventos de la conquista normanda.
- 3.- Lanceloto Malocello. Es una figura que se encuentra entre la leyenda y la realidad. Se supone que se trató de un navegante y explorador genovés al que se le atribuye el redescubrimiento de las Islas Canarias durante la edad media. De su nombre parece derivar Lanzarote.
- 4.- *Le Canarien*. Es el texto más antiguo donde se recoge la crónica de la conquista de Canarias. Escrito por los religiosos franceses Jehan Le Terrier y Pierre Boutier, capellanes en la expedición de conquista franco-normanda de 1402 y dirigida por Jehan de Béthencourt y Gadifer de La Salle.

Presentes en las redes sociales



El día a día de OKEANOS
lo encontrarás en Facebook
(www.facebook.com/revistaokeanos)



Los números anteriores los puedes conseguir
en versión digital en plataformas profesiona-
les o solicitar en papel en tu librería habitual.
Los índices están disponibles en:
www.mercurioeditorial.com



Día mundial de las especies extintas



Fotografía de los miembros fundadores de UICN en Fontainebleau, el 5 de octubre de 1948 (Extraída del repositorio de la UICN). (Figura 1)

Airam Sarmiento Lezcano

Sociedad Atlántica de Oceanógrafos

Desde la extinción de los dinosaurios, hace 65 millones de años, las recientes desapariciones masivas de especies ha producido cambios importantes en los ecosistemas en todo el conjunto del planeta. Los bosques se han reducido a la mitad desde 1970 y lagos y humedales también han perdido parte de su biodiversidad original debido a extensos periodos de sequía. Así como los ecosistemas marinos donde la contaminación, sobrepesca, el cambio climático y la intrusión de especies invasoras han acabado con una cuarta parte de la biodiversidad marina. Por este motivo, el 30 de noviembre se celebra el Día Internacional para la memoria de Especies Extintas.

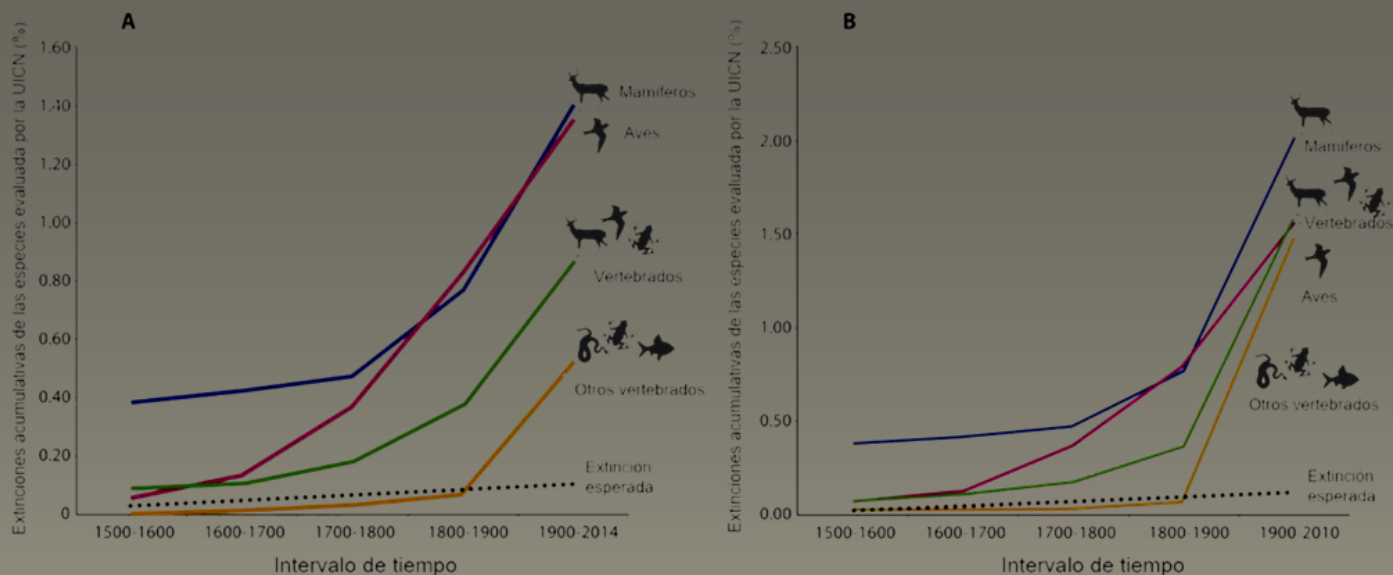
En julio de 2018 se elaboró en España el primer Listado de Especies Extintas para la región, publicado en el Boletín Oficial del Estado (BOE). Este listado incluye 33 especies autóctonas de flora y fauna que han desaparecido de su área natural (Tabla 1), y permanece abierto a nuevas inclusiones mediante una solicitud justificada científicamente al Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

Por otro lado, el 5 de octubre de 1948 se fundó la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en Fontainebleau (Francia) (Fig. 1), con el objetivo de informar y fortalecer los esfuerzos de conservación a nivel mundial. La UICN está formada

por la unión de estados soberanos, agencias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil, y su objetivo principal es aportar conocimientos científicos actualizados de las especies que se encuentran en riesgo de extinción, así como dar recomendaciones para su adecuada gestión y conservación. En este sentido, gran parte de su misión se centra en recopilar toda la información necesaria que sirva para la toma de decisiones importantes y que ayude al establecimiento de programa o estrategias de conservación de la biodiversidad.

Desde sus inicios hasta la actualidad, la UICN se ha convertido en la red ambiental más grande y diversa del mundo. Cuenta con más de 13000 expertos y con más de 1300 organizaciones. Dentro de la organización existen seis comisiones dedicadas a la supervivencia de las especies, el derecho ambiental, las áreas protegidas, las políticas ambientales, sociales y económicas, la gestión de los ecosistemas, y la educación y la comunicación.

En su lema, “Unidos Por La Vida Y El Desarrollo”, desde la década de 1950, la UICN señala los efectos nocivos de los pesticidas y promueve las evaluaciones de impacto ambiental. En la década de 1960 alertó sobre el cambio climático y, además, crea la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Una década más tarde, desempeñó un papel central en la creación de la Convención de Ramsar sobre los Humedales, la Convención sobre el Patrimonio Mun-



Especies de vertebrados registradas como extintas por la UICN en 2012. Los gráficos muestran el porcentaje del número de especies evaluadas entre mamíferos (5513), aves (10425), reptiles (4414), anfibios (6414), peces (12457) y todos los vertebrados combinados (39223). La línea discontinua de color negro representa el número de extinciones esperadas. (A) Estimación altamente conservadora. (B) Estimación conservadora (Imagen modificada de Ceballos et al., 2015). (Figura 2)

Animales			Plantas
Mamíferos	Peces	Aves	
<i>Lynx lynx</i> <i>Monachus monachus</i> <i>Eubalaena glacialis</i>	<i>Acipenser sturio</i> <i>Lampetra fluviatilis</i>	<i>Haliaeetus albicilla</i> <i>Falco biarmicus</i> <i>Bonasa bonasia</i> <i>Tetrao tetrix</i> <i>Alectoris graeca</i> <i>Turnix sylvatica</i> <i>Grus grus</i> <i>Arthropoides virgo</i>	<i>Aeonium mascaense</i> <i>Astragalus algerianus</i> <i>Astragalus baionensis</i> <i>Aurinia sinuata</i> <i>Cicuta virosa</i> <i>Draba incana</i> <i>Kunkeliella psilotoclada</i> <i>Lysimachia minoricensis</i> <i>Nolletia chrysocentoides</i> <i>Nonea calycina</i> <i>Normania nava</i> <i>Oenanthe aquatica</i> <i>Potentilla grandiflora</i> <i>Pulicaria undulata</i> <i>Sagittaria sagittifolia</i> <i>Silene uniflora thorei</i> <i>Stratiotes aloides</i> <i>Trapa natans</i> <i>Verbascum faurei</i>

Listado de especies extintas según el Consejo Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad y al comité científico del Listado y Catálogo Español de Especies Amenazadas, para España (BOE 195, de 13 de agosto de 2018). (Tabla 1)

dial Cultural y Natural, y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Entre las décadas de 1980 y 1990, publica la Estrategia Mundial para la Conservación y dio lugar a la creación de las llamadas Convenciones de Río: Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el de Cambio Climático (CMNUCC), y el de la Desertificación (CNULD). Se le otorga la condición oficial de observador ante las Naciones Unidas.

En la primera década del siglo XX, prioriza la participación del sector privado para garantizar que el uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible; es pionera en el desarrollo de “soluciones basadas en la naturaleza” para responder a los retos mundiales. Y finalmente, en los años 2010, esta institución sigue apoyando las soluciones basadas en la naturaleza como un elemento clave para implementar acuerdos internacionales como el Acuerdo de París sobre el cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

Trabajos científicos como los de Ceballos y colaboradores¹, con datos de la UICN, indican que ya se está produciendo una sexta extinción masiva. La pérdida de distintas especies es relevante (Fig. 2) a partir de la década de 1960, incluso haciendo estimaciones altamente conservadoras. Aun así, los mismos autores y la UICN creen que evitar una disminución de la biodiversidad y la subsiguiente pérdida de los servicios de los ecosistemas todavía es posible a través de esfuerzos intensivos de conservación, aunque esa ventana de oportunidades se esté haciendo cada vez más pequeña.

Bibliografía

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., Palmer, T. M. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253.
IUCN (2018-2019). UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (<https://www.iucn.org>).

Más barcos y menos peces

Según Yannick Rousseau y su equipo del Instituto de Estudios Marinos y Antárticos (Universidad de Tasmania, Australia), desde 1950, el número de barcos de pesca se ha duplicado y sus motorizaciones son mucho más potentes para alcanzar caladeros más distantes. Pero a medida que aumenta la capacidad de pesca se está haciendo un mayor esfuerzo para encontrar peces, debido a la disminución significativa de los stocks. El número de barcos ha pasado de los 1,7 millones de 1950 hasta más de 3,7 millones de 2015, aumento que ha sido más importante en Asia, donde se han cuadruplicado. Además, en la década de 1950, solo alrededor del 20% de los barcos de pesca de todo el mundo tenían motores, pero en 2015 esta cifra aumentó hasta el 68%, la mayoría con una potencia inferior a 60 cv. Aunque la flota mundial está dominada por pequeños buques, contribuyen solo con el 27% de la potencia global en motores, que ha aumentado de 25 a 145 GW (entre flotas artesanales e industriales). Junto con la expansión de las flotas, la captura efectiva por unidad de esfuerzo (CPUE) ha disminuido constantemente desde 1950, lo que muestra la creciente presión de las pesquerías sobre los recursos oceánicos. La CPUE efectiva de la mayoría de los países en 2015 fue una quinta parte de su valor de 1950. Sin embargo, es posible que a mediados del presente siglo haya 1 millón más de barcos de pesca a nivel mundial, lo que hará más insostenible y obliga a mejorar la gestión de la pesca en muchos lugares (PNAS, 2019).

El Mar de los Sargazos, la agrupación de algas más grande del mundo, se expande hacia zonas inesperadas

El *Sargassum*, un alga parda que es común en el Atlántico Norte y que conforma el conocido como Mar de los Sargazos, una extensión que florece en un tramo de océano abierto entre África y América del Sur, ha comenzado a expandirse hacia lugares donde antes era muy rara. Desde 2011 las floraciones de esta alga tropical han crecido en tamaño, con frecuentes arribazones en las playas del Atlántico y Caribe, atrapando a las tortugas marinas que anidan en estas costas y afectado de forma significativa a la industria turística local. En 2018, la floración de sargazos alcanzó un récord de 20 millones de toneladas, aproximadamente 10 veces el tamaño de la floración de 2011. Ahora, los investigadores de la Facultad de Ciencias Marinas, de la Universidad Sur de Florida (EE.UU.), creen que estas floraciones tropicales de *Sargassum* parecen deberse a un incremento en los nutrientes presentes en el Océano Atlántico central, procedentes de fuentes naturales, tanto por los afloramientos de agua rica en nutrientes a lo largo de la costa occidental de África, como posiblemente por aportes del río Amazonas, una fuente de nutrientes que puede estar en aumento debido a las actividades forestales y agrícolas (Wang et al., 2019; Science 365(6448):83-87).



Masas de sargazos arribadas a una playa de Belize (Autor desconocido).



Representantes de las naciones firmantes del Acuerdo de París sobre Cambio Climático en 2015.

Viento más fuerte y olas más grandes

La información suministrada por altímetros, radiómetros y dispersómetros a bordo de satélites que están continuamente analizando los océanos y midiendo diferentes parámetros oceanográficos y climáticos, ha permitido a Ian Young y Agustinus Ribal (Universidad de Melbourne, Australia) determinar que en los últimos 33 años (1985 a 2018) la velocidad media del viento ha aumentado (hasta 2 cm/s), al igual que la altura significativa de las olas, con aumentos más grandes en condiciones extremas. Los mayores aumentos se han producido en el Océano Austral, pero también en las regiones al sur del ecuador de los océanos Pacífico y Atlántico. En el Atlántico norte el viento ha experimentado un incremento que alcanza los 4 m/s y año. Por otra parte, el aumento de la altura de ola en el Pacífico sur y Atlántico meridional ha sido de 0,3 cm/año, mientras que en el Pacífico norte ha disminuido 0,5 cm/año, pero en el Atlántico norte las olas han aumentado en altura hasta 0,8 cm/año (Science, 364:548-552; 2019).

Los beneficios pesqueros del Acuerdo Climático de París

El Acuerdo de París tiene como objetivo mitigar los posibles impactos del cambio climático en los sistemas ecológicos y sociales. El equipo de Rashid Sumaila (Universidad de British Columbia, Canadá), utilizando un modelos de de simulación climática y económica, estimaron los efectos de la implementación del Acuerdo de París en los pescadores y consumidores de pescado en todo el mundo, y descubrieron que su implementación podría suponer la protección de millones de toneladas anuales de capturas de especies de peces que generan mayores ingresos, así como la protección de los ingresos de los pescadores. Además, han predicho que el 75% de los países marítimos se beneficiarían de esta protección, y que aproximadamente el 90% de esta captura protegida se produciría dentro de las aguas territoriales de los países en desarrollo. Por lo tanto, la implementación del Acuerdo de París podría resultar crucial para el futuro de los ecosistemas y economías oceánicas del mundo.



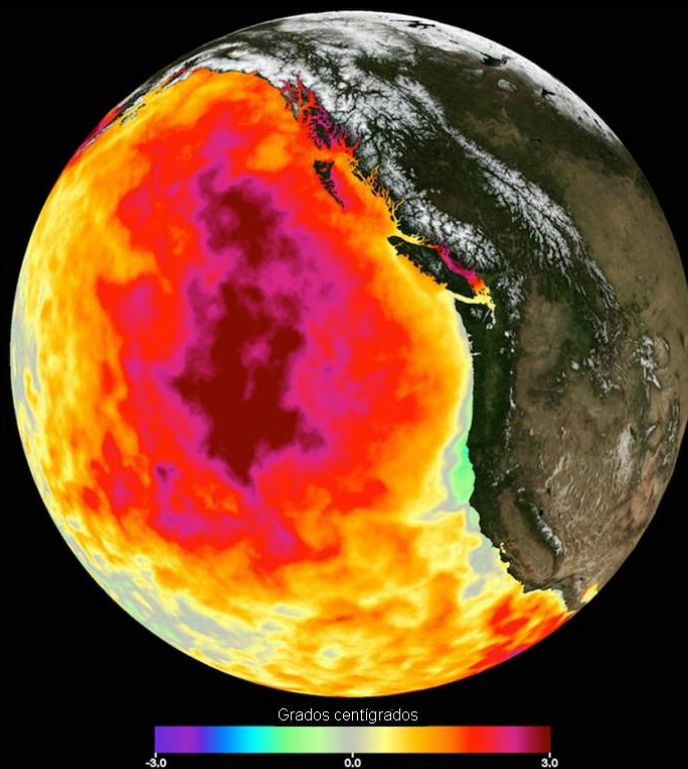
El Blob y la desaparición de los bacalaos

En 2017 la pesquería de bacalao de Alaska experimentó una pérdida de capturas del orden del 70% en solo 2 años, colapsando una pesquería con un valor de 100 millones de dólares anuales, y detrás de esta desaparición se encontraba "El Blob". A finales de 2013 se detectó una intrusión de agua oceánica caliente en el Golfo de Alaska, que en el verano de 2015 había duplicado su tamaño y afectaba a más de 4 millones de km² de océano, desde la península de Baja California de México hasta las islas Aleutianas de Alaska. La temperatura del agua alcanzó 2,5 °C por encima de lo normal. Esta masa de agua caliente reorganizó las cadenas alimentarias, reduciendo las floraciones de fitoplancton por una disminución del afloramiento, y causando la desaparición de los pequeños peces y crustáceos presas de animales más grandes. Tras ello se produjeron elevadas mortandades de aves marinas, cambios en la distribución espacial de las ballenas y la desaparición del bacalao, añadiendo al impacto ecológico un importante impacto económico.

El Blob se generó como consecuencia de un bloqueo atmosférico de un centro de alta presión de larga duración que se formó sobre el Golfo de Alaska en el otoño de 2013. Este bloqueo impidió la llegada de las fuertes tormentas de invierno que típicamente barren el golfo, evitando la llegada de agua más fría y profunda a la superficie, lo que provocó que el golfo permaneciera inusualmente cálido durante el año siguiente. Pero en el invierno de 2014-15, los vientos del sur trajeron aire más cálido, manteniendo altas las temperaturas del mar, y empujaron el agua cálida hacia las costas de Oregón y Washington. En 2015 y en 2016, el calentamiento periódico del Pacífico central conocido como El Niño añadió más calor, alimentando el crecimiento del Blob. La ola de calor finalmente se rompió cuando La Niña llegó a fines de 2016, trayendo tormentas que agitaron y enfriaron el océano.

Según los investigadores, están surgiendo nuevas masas de aguas cálidas en el Océano Pacífico Norte, y el evento del Blob puede ayudar en las predicciones sobre su evolución y comportamiento de estas olas de calor marinas. Si el calentamiento global no se frena, los científicos advierten que las olas de calor serán más frecuentes, más grandes, más intensas y más duraderas, dando lugar a un océano muy diferente.

Anomalía superficial de la temperatura del mar (mayo 2015)





25,9
MILLONES
refugiados



41,3
MILLONES
desplazados
internos



3,5
MILLONES
peticionarios
de asilo

Como resultado de la persecución, conflicto,
violencia o violación a los derechos humanos.



4 DE CADA 5
REFUGIADOS

viven en los países vecinos de su
nación de origen

kappa

CEA(R)

Comisión Española
de Ayuda al Refugiado

Cuerpos de fuego (pirosomas)

Pirosoma gigante observado en aguas de Nueva Zelanda (Autor: desconocido).

José J. Castro

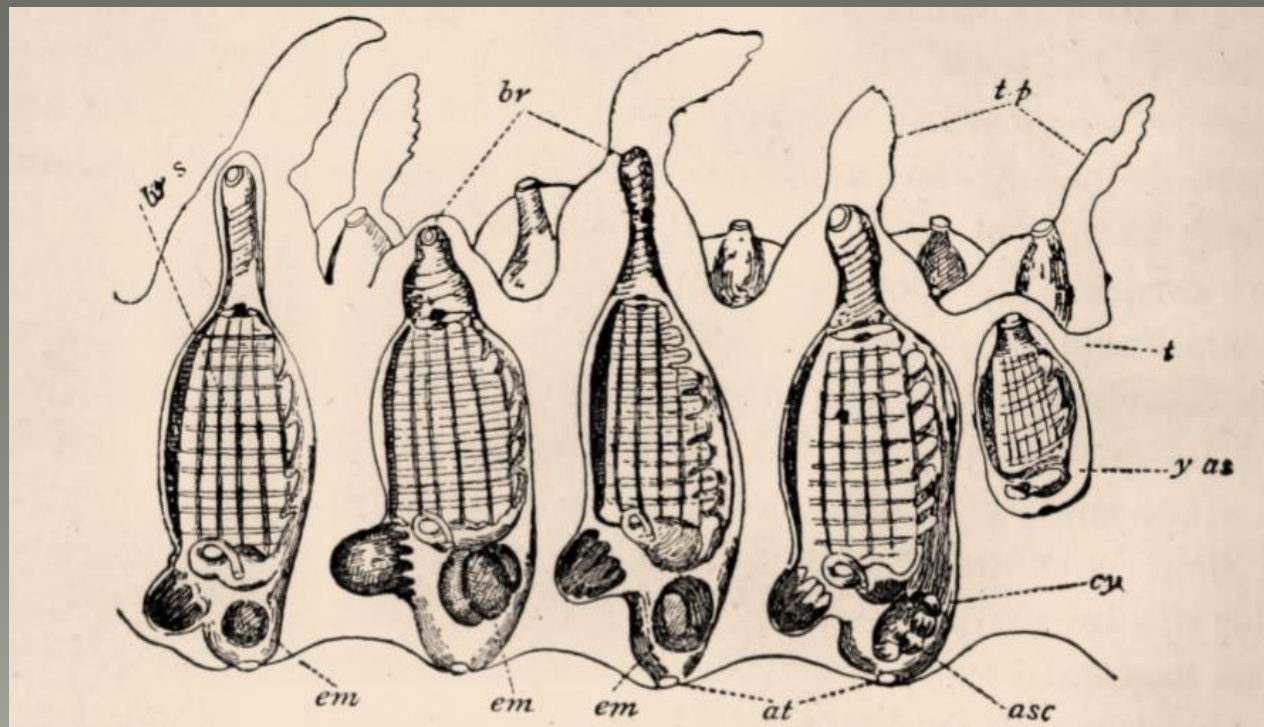
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Los pirosomas no son un animal, sino una colonia formada por cientos de miles de pequeños animales, conocidos como zooides, del grupo de los tunicados, que se asocian para dar lugar a organismos gelatinosos con tamaños muy variables, desde unos pocos centímetros a más de 20 m de longitud. Pertenecen al grupo de las ascidias y, a pesar de que la mayoría de especies de este grupo son sésiles (viven fijadas al fondo), son de vida pelágica y se desplazan libremente, de forma errante, por las aguas cálidas de todos los océanos, aunque algunos de estos organismos han sido fotografiados en aguas abisales. Estas colonias tienen forma cilíndrica, a modo de largas y frágiles medias, o dedos gigantes, totalmente transparentes y huecos en su interior. El carácter gelatinoso viene dado por el entramado formado por el tejido o túnica del conjunto de zooides que da sostén a toda la colonia o zoon (nombre que recibe el organismo colonial y que deriva de la palabra griega zōon, que significa animal).

Estos organismos fueron descritos por primera vez por el naturalista francés François Péron, en aguas de Australia, en 1804, y fue la capacidad de producir bioluminiscencia lo que motivó que los denominase como *Pyrosoma* (cuerpo de fuego; en griego, *Pyros* significa fuego y *soma* cuerpo). Es cada zooides el que tiene capacidad de emitir esta luz verde-azulada y coordinar su emisión con la del resto de zooides que forman la colonia. No tienen ningún tipo de conexión nerviosa entre ellos.

Cada zooides se abre hacia el exterior del cuerpo del pirosoma a través de los que se conoce como sifón inhalante y, también, al espacio o hueco interior por medio del sifón exhalante, de modo que el agua es arrastrada desde la cara exterior del cilindro, pasando por una malla de filtrado o canasta branquial, donde retiene las partículas del plancton de las que se alimenta, y luego la expulsa hacia el interior del cilindro de la colonia (ver diagrama). Esta estructura corporal pone en evidencia que estos animales se alimentan fundamentalmente de diferentes componentes más pequeños del plancton, de menos de 25 μ , lo que significa que su distribución y movimientos están condicionados por las corrientes marinas. No obstante, y aunque la estructura de la colonia y su consistencia gelatinosa, con una cierta rigidez, no les confiere ninguna capacidad de controlar los movimientos del pirosoma, algunos científicos apuntan a que es posible que la colonia pueda moverse lentamente por el proceso de propulsión generada por los flujos de salida del agua dentro del cilindro, consecuencia de movimientos coordinados de los cilios en las cestas branquiales de todos los zooides durante la entrada y salida de agua en los procesos de alimentación/respiración y excreción.

Una característica muy llamativa es la emisión de bioluminiscencia por parte de los pirosómidos, que se produce a menudo como si fuese un onda de luz que se propaga a lo largo de toda la colonia, ya que cada zooides individual detecta la luz y luego emite luz en respuesta a esa estimulación fótica. No obstante, se ha observado que la bioluminiscencia



Sección de la pared de un pirosooma donde se observan los zooides: br) sífon inhalante o boca; at) orificio exhalante o atrial; br s) saco branquial o canasta branquial (Extraído de Guía de láminas de conchas y estrellas marinas del Museo Británico, página 100; 1901).



Pirosomas obtenidos en una campaña de investigación en el Océano Pacífico (Autor: NOAA, EE.UU.).

también se produce como consecuencia de una estimulación mecánica, al tocarlo. Cada zooides contiene un par de órganos de luz localizados en la superficie exterior de la túnica donde se alojan bacterias bioluminiscentes intracelulares.

Como la mayoría de las ascidia coloniales, los zooides que conforman la colonia del pirosooma se reproducen de forma asexual, a partir de yemas que dan lugar a nuevos individuos que se van añadiendo a la colonia e integrándose en la matriz gelatinosa que conforman las túnicas del conjunto de zooides y que sirve de base a la estructura alargada del pirosooma.

La especie que forma las colonias más grandes es *Pyrosomma spinosum*, de la cual hay registros de una colonia, vista en Nueva Zelanda, que rondaba los 20 metros. Por otro lado, otras especies, como *Pyrosomma atlanticum* no suelen superar los 60 cm de longitud y los 6 cm de grosor, con una coloración rosacea pálida del tubo y la particularidad de que uno de sus extremos es más estrecho y está cerrado, mientras que el otro está abierto y presenta un fuerte diafragma. Esta última especie puede realizar desplazamientos verticales diarios entre las aguas superficiales, hacia el anochecer, y profundidades de hasta los 760 m, a partir del amanecer. Los pirosoomas pueden servir de refugio a algunos invertebrados que habitan en su interior, como pequeñas gambas y anfípodos. Por otra parte, algunos peces, como los pámpanos, defines, ballenas y cachalotes suelen alimentarse de estos grandes organismos coloniales.

Foro Océanos 2019

Canarias y el Cambio Climático

Aridane G. González^{1,2}, Airam Guerra-Marrero², David Jiménez-Alvarado², José Juan Castro Hernández^{1,2}

1- Sociedad Atlántica de Oceanógrafos (SAO), 2- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

Durante el pasado mes de mayo (días 9 y 10), la Sociedad Atlántica de Oceanógrafos (SAO), en colaboración con la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y el Gobierno de Canarias, organizó el Foro Océanos 2019.

La Sociedad Atlántica de Oceanógrafos (SAO) lleva más de 8 años desarrollando actividades a favor de la transferencia de conocimientos desde los centros de investigación a la sociedad y las administraciones públicas. Desde 2017, comenzamos una iniciativa de análisis crítico sobre la capacidad de resiliencia de entorno marino de Canarias frente al impacto del Cambio Climático, con el fin de buscar y conseguir compromisos vinculantes a todos los niveles, desde la sociedad civil hasta los organismos públicos. Así nació Foro Océanos y se ha convertido en la puerta para grandes movimientos sociales, incluso para visibilizar problemas como los vertidos de aguas residuales, los efectos de plásticos y microplásticos en el océano, la sobrepesca, invasión de especies exóticas, etc. Pero, Foro Océanos tiene entre sus objetivos que la comunidad científica retorne su es-

fuerzo y conocimiento a la sociedad en forma de propuestas de alternativas, y en 2017 se generaron más de sesenta iniciativas y compromisos que están recogidos en su documento final.

Desde la SAO se ha detectado que en la sociedad existe un problema de pérdida de credibilidad de científicos y técnicos, generada por una transferencia errónea, de forma interesada o no, de ciertos problemas ambientales y climáticos. Son muchos los ejemplos donde se tacha a la comunidad científico-técnica de no realizar esfuerzos para el estudio del cambio climático o, incluso, se les intenta desacreditar anteponiendo opiniones particulares sin fundamento ni demostración científica. Esto es muy dañino para poder llevar a cabo una transferencia del conocimiento, lógica y rigurosa, hacia la sociedad civil.

Tras estos dos años, se hace necesario hacer una revisión de determinados procesos e ideas para lograr un mayor avance. En esta ocasión, queríamos enfocar el III Foro Océanos hacia dos puntos que entendemos determinantes para el futuro de Canarias:

1- Trabajos realizados en organismos públicos de investigación de Canarias sobre el impacto del Cambio Climático en las islas y el océano que las rodea.

El objetivo de esta primera parte del evento era dar visibilidad, y poner en valor, las investigaciones sobre el Cambio Climático y sus efectos que se hacen

en Canarias sobre Canarias. Una jornada de un día, con puertas abiertas, donde la sociedad ha tenido la posibilidad de saber que conocimiento se genera en nuestras instituciones de investigación. De esta forma, se ha podido establecer un diálogo directo entre la sociedad y los investigadores/as, desmontando los falsos conceptos y argumentos que nunca han sido demostrados y dando valor a la generación de conocimiento.

2- Depuración de aguas residuales en Canarias: modelos, aplicabilidad y realidad.

Esta segunda jornada estaba destinada a la depuración de aguas residuales en Canarias, tema que está en plena discusión social e institucional. Pero la realidad, es que los debates que han existido no han sido capaces de transmitir o llegar a la sociedad en su conjunto. Esto ha generado una gran cantidad de informaciones que no se ajustan a la realidad o, en casos, erróneas tanto en medios como en debates sociales.

En esta segunda jornada han participado muchos de los profesionales de la depuración de aguas residuales de Canarias, incluyendo los dos mayores Consejos Insulares de Aguas de Canarias, con el objeto de establecer un debate sobre aspectos técnicos y bases científicas, de plantear las opciones más óptimas para cada una de las realidades que se viven en los diversos municipios de Canarias.



Breve resumen de la primera jornada

El Dr. Antonio J. González-Ramos, desde la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), mostró el alto valor de los vehículos autónomos de navegación (gliders) para estudiar el océano. Así por ejemplo, se mostraron resultados preliminares de estudios recientes donde, gracias al uso de este tipo de instrumentación, se ha demostrado la compleja estructura del frente de Cabo Verde entre las masas de agua central noratlántica y suratlántica, sus procesos de mezcla horizontal y vertical a diferentes escalas. También indicó el potencial de Canarias en el uso de gliders, que pueden servir a la administración pública para el seguimiento de eventos emergentes y de interés marino.



El Dr. Alonso Hernández-Guerra, director del Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG) de la ULPGC, presentó el trabajo de muchos años en la Cuenca de Canarias, en un esfuerzo conjunto con el Instituto Español de Oceanografía (Centro Oceanográfico de Canarias). De acuerdo a estos resultados, se pone de manifiesto un aumento de la temperatura de 0,2 °C y un aumento, también, de la salinidad de 0,024 unidades desde el año 1997 al 2019. Esto implica elevación de la superficie del mar y una menor precipitación en la región de Canarias.

El Dr. Melchor González-Dávila, del grupo QUIMA del IOCAG en la ULPGC, presentó los datos de CO₂ y pH en la región de Canarias a través de estudios que llevan más de 20 años desarrollándose en las Islas. En este sentido se puso de manifiesto la necesidad de estudios temporales para comprender los cambios químico-físicos del océano. En este caso, en los datos de la estación ESTOC (aproximadamente a 100 km al norte de Canarias) muestran una clara disminución del pH en la región debido al incremento de las concentraciones de CO₂.

El Dr. Javier Arístegui, del IOCAG en la ULPGC, presentó la importancia de estudios de producción primaria en esta región dado el impacto del cambio climático en la misma. Mostró como el afloramiento de la Corriente de Canarias ha aumentado la temperatura superficial en aproximadamente 0,5 °C/década, con una disminución de clorofila promedio de 0,5 mg/m³ por década en los últimos 30 años. Estos cambios de temperatura han favorecido la presencia de cianobacterias como *Trichodesmium* sp. En esta presentación el Dr. Arístegui mostró que no existen evidencias de relación alguna entre las floraciones masivas de cianobacterias con vertidos de aguas residuales.

El Dr. Santiago Hernández-León, miembro del IOCAG en la ULPGC, presentó el papel de la fauna pelágica en la bomba biológica del océano. Estos organismos realizan migraciones verticales diarias, transportando carbono dentro del océano. El papel del zooplancton en este sentido sólo se conoce parcialmente, pero sobre el papel del micronecton no se conoce prácticamente nada. En su presentación

mostró que, en general, el flujo activo de ambas comunidades significa un valor similar al flujo pasivo calculado por trampas de sedimentos, subestimando mucho el papel de la bomba biológica oceánica.

El Dr. Fernando Real-Valcárcel, investigador del Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA) de la ULPGC, presentó las consecuencias del cambio climático sobre la sanidad animal y la seguridad alimentaria. En esta presentación se mostró como algunas variaciones relacionadas con el Cambio Climático han provocado la aparición de enfermedades que afectan a la salud humana y animal. En un mundo globalizado es fundamental establecer redes de cooperación para la seguridad y vigilancia sanitaria y alimentaria.

El Dr Félix Acosta-Arbelo, miembro del grupo de investigación en Acuicultura del IU Ecoaqua en la ULPGC, presentó el problema creciente en Canarias de la Ciguatera. Los casos de ciguatera se han confirmado en Canarias y Madeira, por lo que es muy importante analizar los riesgos de la región. Este trabajo se engloba en el marco del proyecto MIMAR e indicó que las áreas cercanas a Canarias, las especies de peces y el tamaño de los mismos determinan la probabilidad de capturar peces con ciguatoxinas.

La Dra. Sabrina Clemente, desde la Universidad de La Laguna, explicó las evidencias del cambio climático en los ecosistemas litorales de Canarias. En su grupo de investigación llevan muchos años trabajando en la búsqueda de indicadores biológicos y de refugios climáticos marinos, con el fin de conservar áreas del litoral que garantizan la persistencia de las comunidades bentónicas más productivas de Canarias en un contexto de cambio climático.

El Dr. Fernando Tuya Cortés, del Instituto Universitario Ecoaqua de la ULPGC, presentó la degradación de sebadales. Estos sebadales son hábitats cruciales en áreas costeras que están expuestas a perturbaciones humanas causando un impacto y regresión. En este trabajo explicó y vinculó, por primera vez, datos paisajísticos, demográficos y genéticos de un sebadal para explorar respuestas ante el impacto humano a largo plazo.

El Dr. Emilio Soler-Onís, del Banco Español de Algas (BEA), explicó como los efectos del cambio climático en Canarias hacen que sea un escenario para la aparición de especies de algas tóxicas bentónicas (BHABs, de sus siglas en inglés). En esta línea se mostró como en Canarias se está produciendo una paulatina tropicalización, identificando especies de algas y microalgas de zonas más cálidas, sobretudo en floraciones de especies de dinoflagelados bentónicos capaces de producir biotoxinas.





El Dr. Alejandro Lomoschitz Mora-Figueroa, del IOCAG en la ULPGC, presentó registros paleoclimáticos para ofrecer un nuevo enfoque sobre el cambio climático, centrando sus esfuerzos en conocer las condiciones que existieron en la región de Canarias en el pasado geológico. Canarias atravesó épocas cálidas de tipo tropical y subtropical, y demostró que es vital conocer el pasado para atender a las necesidades futuras.

El Dr. Juan Francisco Betancort-Lozano, del Laboratorio de Paleontología, Paleoclimatología y Pa-

leoceanografía de la ULPGC, presentó una perspectiva también paleotológica del impacto del cambio climático en Canarias. Estas disciplinas permiten entender y reconstruir los ecosistemas en tiempos geológicos para poder extrapolar a escenarios futuros. En este trabajo se presentó la trayectoria de diversos paleoindicadores y se aproximó la respuesta de algunos de los ecosistemas Canarios en relación a su comportamiento en el pasado.

Dña. Teresa Carreiro-Galbán, del IOCAG en la ULPGC, mostró datos sobre el impacto de la subida del nivel del mar en Canarias, centrándose específicamente en Las Palmas de Gran Canaria. Estos estudios mostraron que el impacto causado se debe tener en cuenta para planificar la ciudad en el futuro próximo y atender a las necesidades que lleva consigo una subida de este calibre.

El Dr. Pablo Máyer-Suárez, del IOCAG en la ULPGC, presentó un análisis en áreas turísticas costeras de Canarias desde el punto de vista de la fragilidad que supone por el impacto de inundaciones. Estos eventos hacen que estemos obligados a analizar los diversos escenarios desde múltiples perspectivas.

El Dr. Ricardo Haroun-Tabraue, del IU Ecoaqua en la ULPGC, mostró como las microalgas son bioindicadores de la acidificación de los océanos. En esta presentación se centró en el ejemplo de la erupción del volcán Tagoro, en El Hierro. Estos casos presentados ponen de manifiesto la repercusión de la acidificación oceánica en las cadenas tróficas y como las macroalgas y microalgas pueden ser sensores biológicos para conocer los impactos derivados del cambio global.

Breve resumen de la segunda jornada

D. Juan Ramón-Pidre, Director de Servicios Tecnológicos de la Fundación CENTA, presentó los nuevos y antiguos retos en la depuración de aguas. La necesidad de depurar agua y devolverla al medio en las mejores condiciones sanitarias y ambientales posibles, ha supuesto distintos retos a lo largo de las últimas décadas. Un reto que implica a ciudadanos e instituciones. Actualmente hay muchos retos como son la alteración de la interacción del ciclo natural del agua con el ciclo urbano, el cambio climático, la tendencia hacia un nuevo paradigma de economía circular, nuevos modelos de gestión, etc.

D. Gerardo Henríquez-Pérez, Gerente del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, presentó como la depuración de aguas es también una fuente de oportunidades en Gran Canaria. Durante su presentación se centró en los aspectos más destacados de la depuración en Gran Canaria y focalizó la necesidad de reutilizar el agua regenerada.

D. Javier Davara-Méndez, Gerente del Consejo Insular de Aguas de Santa Cruz de Tenerife, hizo un repaso de la situación actual y futura del tratamiento de aguas residuales en la isla de Tenerife. Explicó y presentó las dificultades en la isla, además de indicar las actuaciones que llevarán a una mejora significativa de la situación, a través del Plan Hidrológico de Tenerife.

D. Enrique Martín de Lorenzo, Jefe de Servicio del área de aguas del Gobierno de Canarias, presentó el saneamiento, depuración y vertido en la planificación de Canarias.

D. José Luis Peraza-Cano, Tecnólogo especializado en EE.RR., presentó su modelo de depuración natural de aguas residuales que ha instalado en diversos lugares de Canarias.

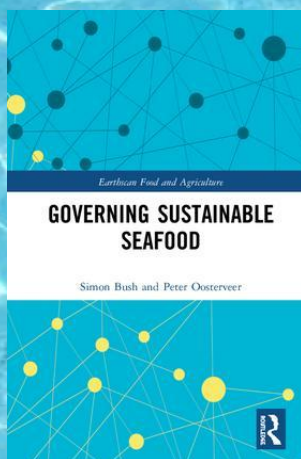
La Dra. Luisa Vera Peña, de la Universidad de La Laguna, presentó el papel de los bioreactores de membrana (MBRS) en la recuperación de recursos. En la actualidad, la necesidad de avanzar en la configuración de una economía de carácter circular, orientada a la valorización de los residuos y la minimización de su impacto ambiental y económico, promueve el desarrollo de nuevas configuraciones y aplicaciones de los MBRs orientados a regenerar las aguas y a recuperar los recursos presentes en las aguas residuales a la vez que se reduce su vertido.

D. Gilberto Martel-Rodríguez, desde el Instituto Tecnológico de Canarias, mostró estrategias de adaptación al cambio climático: el papel de las aguas residuales. Las estrategias de adaptación al cambio climático incluyen buscar recursos hídricos alternativos como es el caso de la reutilización del agua regenerada. Con el crecimiento urbano, el saneamiento y la depuración, el agua regenerada es un recurso creciente e independiente de las sequías.

La Dra. María del Pino Palacios Díaz, de la ULPGC, habló de la reutilización agraria de aguas regeneradas en Canarias. Se presentaron algunos datos del balance hidrológico de Gran Canaria, destacando el consumo de agua para reutilización agraria. Además, se muestran datos de lo que representa el consumo de agua desalada frente a la reutilización, en términos energéticos y de costes. También se expusieron brevemente los datos sobre reutilización en otras islas. Posteriormente se analizan las causas que limitan la reutilización, describiendo los beneficios y riesgos en condiciones de cambio climático para terminar presentando brevemente algunos ejemplos de trabajos en caminados a solucionar parte de los problemas expuestos.

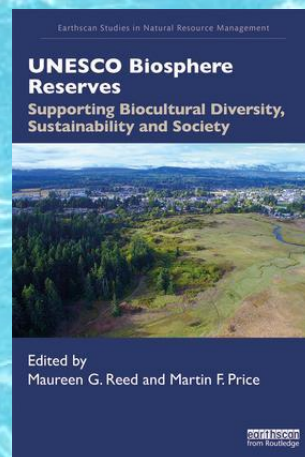


Reseñas bibliográficas



Governing Sustainable Seafood (Enero 2019)
 Autores: Simon R. Bush y Peter Oosterveer
 Editorial: Routledge
 ISBN-13: 978-1138017542
 Precio aproximado: 167,08 €

UNESCO Biosphere Reserves (2019)
 Editores: Maureen G. Reed y Martin F. Price
 Editorial: Routledge
 ISBN-13: 978-1138369320
 Precio aproximado: 98,02 €



Con un enfoque de ciencias sociales, este libro explora la gestión de los productos pesqueros etiquetados como sostenibles, que es fundamental para la seguridad alimentaria y nutricional, además de ser una fuente importante de ingresos y empleo en muchas regiones. Debido a la importancia de las proteínas y otros subproductos procedentes de la pesca y la acuicultura, muchas pesquerías están bajo una intensa presión, lo que también ha servido para dar un fuerte impulsor a la acuicultura y puesto en cuestión la sostenibilidad social y ambiental de estos sistemas de producción.

Los autores del libro exploran los sistemas de gobernanza de los productos pesqueros sostenibles, teniendo en cuenta el aumento de los movimientos sociales a través de organizaciones ecologistas, la naturaleza y los límites de la regulación gubernamental, y la promesa de enfoques basados en el mercado, como el ecoetiquetado. El libro se centra en cómo la preocupación por los productos pesqueros sostenibles se ha traducido en diferentes formas actuales de gobernanza, al tiempo que evalúa qué métodos alternativos de gobernanza están comenzando a surgir y sus efectos. El libro concluye con una visión para el futuro a través de principios clave para evaluar el impacto colectivo de la gobernanza de productos pesqueros sostenibles.

Las Reservas de La Biosfera (RBs) de la UNESCO son regiones geográficas de importancia socioecológica mundial. Son designada acorde al Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la UNESCO y constituyen una red internacional de apoyo a los objetivos de sostenibilidad. Este libro muestra su relevancia global y resume las lecciones aprendidas sobre la diversidad bio-cultural, la sostenibilidad y la sociedad. Iniciadas en la década de 1970, las RBs comparten un conjunto de objetivos comunes para apoyar y demostrar que se puede alcanzar un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible y la investigación. Las casi 700 RBs conforman una red internacional de apoyo a la ciencia de la sostenibilidad, pero este propósito no siempre se ha entendido.

Dividido en tres partes distintas, el libro comienza destacando los orígenes de los BRs y muestra cómo estos contribuyen a promover el desarrollo sostenible. La segunda sección documenta la evolución de las BRs en todo el mundo, incluidos los estudios de casos de cada una de las cinco regiones mundiales de la UNESCO. Cada caso a estudio demuestra cómo la conservación, el desarrollo sostenible y el papel de la investigación científica se han interpretado a nivel local. El libro concluye con el análisis de conceptos y acciones sobre el terreno que ayuden a comprender los desafíos y oportunidades asociados con la ciencia de la sostenibilidad, proporcionando una plataforma única desde la cual se pueden aprender las lecciones a diferentes escalas.

Puedes comprar y reservar tus libros en



Visita virtual



Web



LIBRERÍAS
de CALIDAD

Más de 30.000 títulos en stock.
 Más de 350.000 referencias en nuestra web.
 Más de 26.000 eBooks en venta.

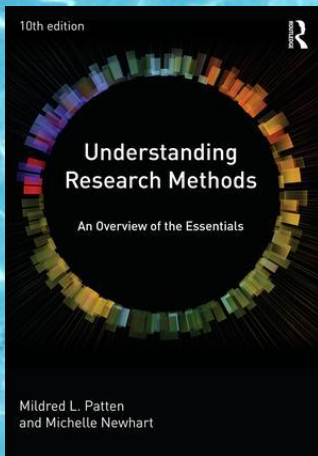
El Sillón de Canaima, un rincón cultural abierto a todos, un espacio para compartir, hablar sobre libros (y lo que no son libros).
 #elsillóndeCanaima

www.libreriacanaima.com
[@libreriacanaima](https://www.facebook.com/libreriacanaima)

LIBRERÍAS
INDEPENDIENTES

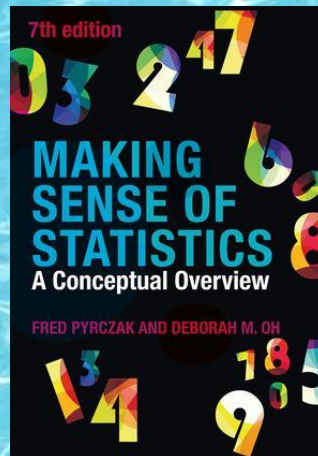


XVIII
Premio
Librería Cultural



Understanding Research Methods (10ª edición; Julio 2017)

Autores: Mildred L. Patten y Michelle Newhart
Editorial: Routledge
ISBN-13: 978-0415790536
Precio aproximado: 182,68 €



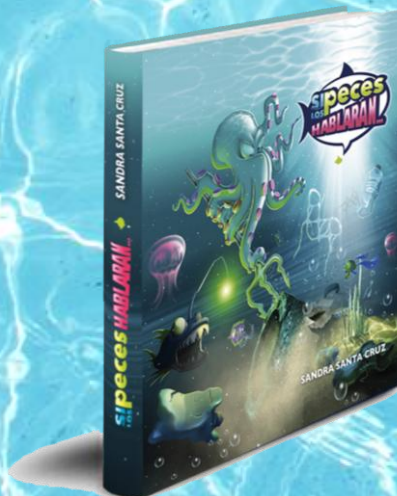
Making Sense of Statistics (7ª Ed. Junio 2018)

Editores: Fred Pyrczak y Deborah M. Oh
Editorial: Routledge
ISBN-13: 978-1138894778
Precio aproximado: 106,93 €

Un éxito de ventas desde 1997, esta 10ª edición actualizada de Understanding Research Methods (Entendiendo los Métodos de Investigación) proporciona una descripción detallada de todos los conceptos importantes que tradicionalmente se tratan en una clase de métodos de investigación. Cubre los principios de la investigación, tanto cualitativa como cuantitativa, y cómo interpretar estadísticas sin cálculos, por lo que es adecuado para todos los estudiantes, independientemente de sus conocimientos matemáticos. El libro está organizado para que cada concepto se trate de forma independiente y se pueda usar en cualquier orden sin que se produzcan lagunas en el conocimiento, lo que permite que se adapte de forma sencilla y precisa a cualquier curso.

Utiliza ejemplos de temas y casos contemporáneos para estimular el interés de los estudiantes e intenta mostrar la relevancia de los métodos de investigación en su vida cotidiana. El texto se divide en secciones breves y temas independientes, lo que facilita la adaptación del material a las necesidades particulares de enseñanza y la personalización de las tareas al aspecto de los métodos cualitativos o cuantitativos en estudio, lo que ayuda a mejorar la comprensión y retención de conceptos difíciles por parte de los alumnos. Además incluye acceso a presentaciones PowerPoint on-line, así como a un banco de preguntas que hacen de este un recurso completo para introducir a los estudiantes a los métodos de investigación.

Making Sense of Statistics (Dando sentido a las estadísticas) es la introducción ideal a los conceptos de estadística para estudiantes que realizan su primer proyecto de investigación. Presenta cada concepto estadístico en una serie de pasos cortos, luego utiliza ejemplos y ejercicios trabajados para permitir a los estudiantes aplicar su propio aprendizaje. Se centra en presentar el por qué, así como el cómo de los conceptos estadísticos, en lugar de cálculos y fórmulas, por lo que es adecuado para estudiantes de todas las disciplinas, independientemente de su formación matemática. Sólo se han incluido las técnicas estadísticas que contienen de forma casi universal todos los cursos introductorios a esta ciencia.



Si los peces hablaran... (2019)

Autora: Sandra Santa Cruz
Editorial: Letrame Editorial
ISBN: 978-84-17779-34-4
Precio aproximado: 15,00 €

La alarmante situación que padece el mar hace que la fauna marina actúe para salvar su medio. ¡NO a la basura, el mar NO se contamina! Sin duda, Dña. Paciencia ha dado con el mensaje perfecto para comunicárselo a los humanos. Afortunadamente, cuentan con dos grandes aliadas: Dña. Teresa y su nieta Lorena, que alarmadas por el futuro que les augura también a los niños, se ponen manos a la obra. ¡Qué gran responsabilidad! Deben concienciar a los humanos para que: ¡¡CAMBIEN SUS HÁBITOS Y ADQUIERAN UN COMPROMISO CON EL MAR!!

Si los peces hablaran... es mucho más que un cuento. Nace en 2016 como un Musical. Forma parte del Programa SLPH, un programa innovador que utiliza las Artes Escénicas en defensa de los ecosistemas marinos. La repercusión del Musical hace que se escriba el cuento, y, ratifica a su autora de que el programa debería partir de Canarias hacia el mundo. Sandra Santa Cruz anhela que el mensaje de la obra se convierta en un sello para el bienestar del planeta, pues el beneficio de los océanos lleva implícito ¡el de todos los humanos!

Para transmitir su mensaje el Programa SLPH consta de talleres educativos y de eventos de concienciación, además del Musical y el cuento, "por el momento...." (*Tráiler del cuento*: <https://vimeo.com/308684111>)

EMERGENCIA

**La mitad de los refugiados
son niños**



Save the Children

Envía SAVE al 28014

Donarás 1,2€ a la emergencia

savethechildren.es/ayudarefugiados

Coste 1,2 euros (donación íntegra para SAVE THE CHILDREN). Servicio de SMS solidario operado por Altiria TIC, www.altiria.com, y la Asociación Española de Fundraising, www.aefundraising.org, nº atn. Cte. 902 00 28 98, apdo. correos 36059 - 28080 Madrid. Colaboran Movistar, Vodafone, Orange, Yoigo, Euskaltel. Información legal y protección de datos: www.savethechildren.es