

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

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 SOSTenibilidad!
Mireya del Pilar Arcos Pulido
-
- 37** UN MAR PARA COMÉRSELO. 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. Janthinas, 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 Gamo 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
-

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-
ECOAQUA, 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.

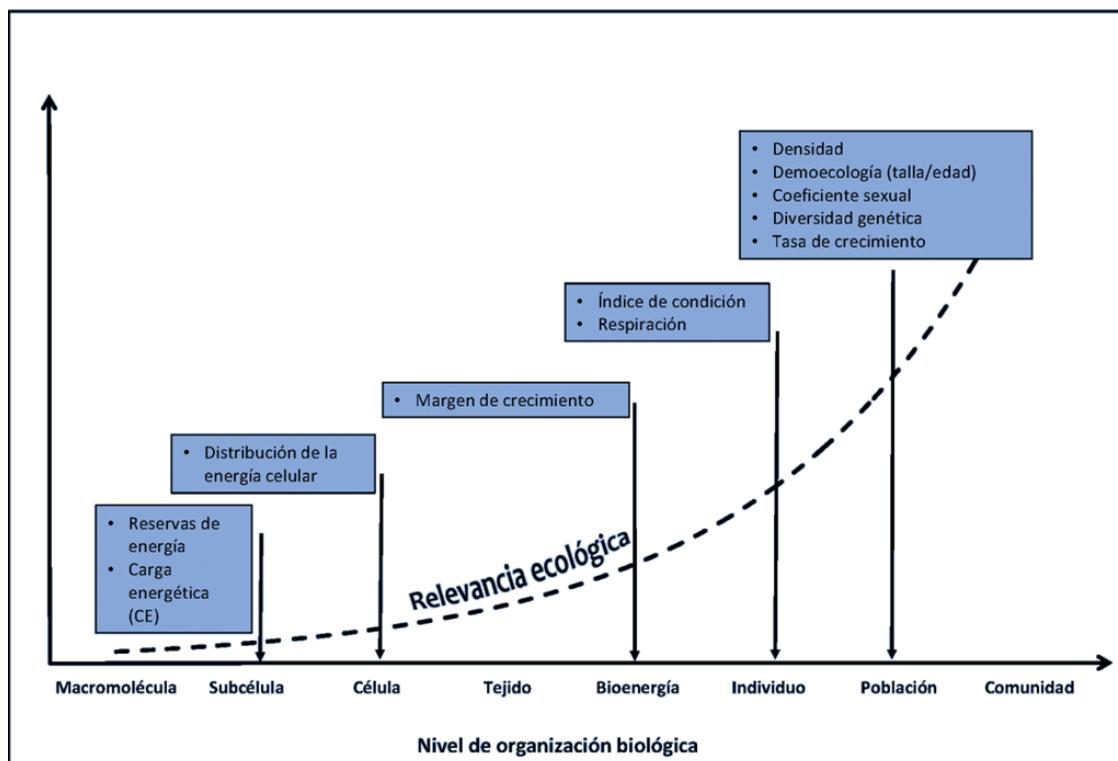


Figura extraída del artículo de Moneyrac y colaboradores² en la que se muestran varios bio-marcadores asociados a la energía metabólica y bioenergía de acuerdo con los niveles de organización biológica. (Figura. 1)

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. Aderemi y colaboradores⁷, por otro lado, encontraron una disminución del índice CEA en la microalga *Raphidocelis subcapitata*, explicando el importante efecto inhibitorio 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.

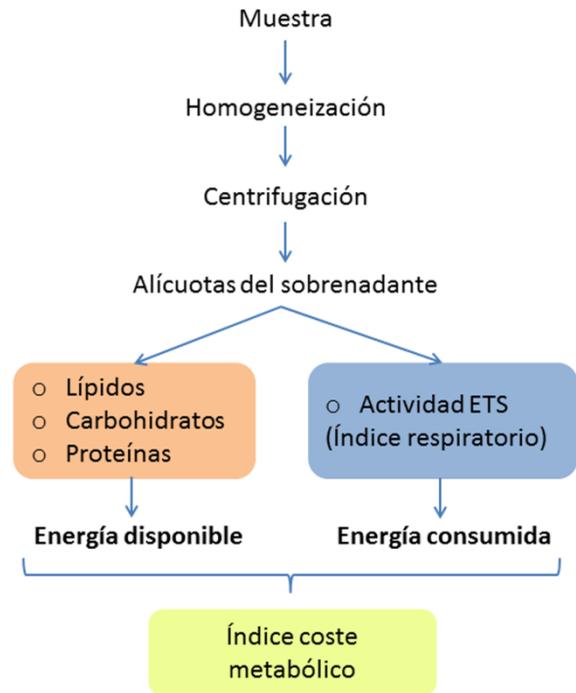


Diagrama de flujo que muestra el proceso de obtención del índice CEA. (Figura. 2)

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) Aderemi 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.; Gravato C. 2018. *Environ. Pollut.*, 235, 255-262

