

# I CONGRESO IBEROAMERICANO Y IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR



## IMPULSANDO EL CONOCIMIENTO AZUL



UNIVERSIDAD  
DE ALMERÍA





**I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES  
INVESTIGADORES DEL MAR**  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

# **Libro de Resúmenes**

**Impulsando el conocimiento azul**

**<http://www2.ual.es/jisdeldmar4/>**



Universidad de Almería



I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023

**Libro de Resúmenes del I Congreso Iberoamericano y IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores del Mar**

**Celebrado en la Universidad de Almería (Almería, España) del 6 al 9 de septiembre de 2023**

**Editores:** Pedro Aguilera Aguilera, María Isabel Sáez Casado, Ángel Fernández Cortés, Alba Galafat Díaz, Antonio J. Mendoza Fernández

**Registrado en Almería en septiembre de 2023**

**ISBN:** 978-84-1351-243-3

**Páginas:** 317

**Contacto:** [jisdeldmar@ual.es](mailto:jisdeldmar@ual.es)

**Editorial Universidad de Almería**

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023



## PREFACIO

### **I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR**

El congreso se desarrolla en el seno del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), organizado por CEI·MAR-UAL y con el apoyo de la fundación CEI·MAR.

Con la experiencia de los Congresos previos de Cádiz, Málaga y Granada, celebrados en 2018, 2019 y 2021, respectivamente, queremos dar continuidad con el I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar, una importante iniciativa del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR) para facilitar la puesta en común y la búsqueda de sinergias entre nuestros jóvenes investigadores.

El congreso continúa con el objetivo principal promovido en ediciones anteriores: fomentar el encuentro y la colaboración entre los Jóvenes Investigadores (JIs) que desarrollan sus trabajos de investigación en el ámbito marino. Los objetivos marcados por el I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del mar se centran en:

- Promover la interdisciplinariedad entre los JIs que llevan a cabo su actividad en diferentes centros de investigación tanto públicos como del sector privado.
- Establecer vías de cooperación entre los JIs potenciando sinergias en investigación marina.
- Fomentar y dinamizar la presentación de trabajos científicos realizados por las nuevas generaciones de investigadores en el ámbito del mar.
- Difundir y promover el objetivo 14 de los ODS: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

### **ÁREAS TEMÁTICAS**

Con el fin de promover la participación de todos aquellos JIs implicados en las diferentes áreas de la investigación marina, el IV Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar ha sido estructurado basándose en las 6 áreas temáticas de interés que componen el Campus de Excelencia Internacional del Mar.

- El Conocimiento del Mar
- La Gestión Integrada del Mar
- El Mar como Fuente de Recursos
- El Valor Cultural del Mar
- Las Ingenierías y el Mar
- La Salud y el Mar

## PRESENTACIÓN

El comité organizador del I Congreso Iberoamericano / IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores del Mar os da la bienvenida a la Universidad de Almería. El Congreso organizado por el Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR) y la Universidad de Almería, tiene una importante trayectoria, con celebraciones previas en Cádiz, Málaga y Granada. El Congreso es el reflejo de uno de los pilares fundamentales de CEIMAR: los jóvenes investigadores

El objetivo fundamental del Congreso es: fomentar el encuentro y la colaboración entre los jóvenes investigadores que desarrollan sus trabajos de investigación en el ámbito marino. Se busca promover sinergias entre los jóvenes investigadores que llevan a cabo su actividad en diferentes centros de investigación tanto públicos como del sector privado. Buscar nuevas vías de cooperación, y fomentar y dinamizar la presentación de trabajos científicos, realizados por las nuevas generaciones de investigadores en el ámbito del mar. Se pretende que el Congreso sea el punto de conexión entre los distintos grupos de investigación dentro del ámbito marino, donde sean los propios jóvenes investigadores los que expongan sus áreas de trabajo, así como sus inquietudes y dificultades en esta etapa.

El Congreso responde a las 6 áreas temáticas de CEIMAR: el conocimiento del mar; la gestión integrada del mar; el mar como fuente de recursos; el valor cultural del mar; las ingenierías y el mar; la salud y el mar. Se configura en 16 sesiones orales, 2 sesiones para presentación de póster, y 6 conferencias temáticas. Estas conferencias temáticas, impartidas por expertos en cada área, buscan incentivar científicamente a los jóvenes investigadores.

Agradecemos al Comité de Honor, y a las distintas entidades patrocinadores su esfuerzo y compromiso con el Congreso. Asimismo, agradecemos al Comité Científico su apoyo en la revisión de las comunicaciones científicas, supervisando y mejorando la calidad científica del Congreso.

Os deseamos una feliz y fructífera estancia en el Congreso, aprovechando las actividades culturales propuestas en Almería, disfrutando de una tierra marinera y una gente hospitalaria y amable.

El Comité Organizador

## COMITÉS

### COMITÉ DE HONOR

**D. Ramón Fernández-Pacheco Monterreal**

Consejero de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

**Dr. José Carlos Gómez Villamandos**

Consejero de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía.

**Dr. Carmelo Rodríguez Torreblanca**

Rector de la Universidad de Almería.

**Dr. Francisco Piniella Corbacho**

Rector de la Universidad de Cádiz y Coordinador CEI·MAR.

**Dr. Pablo Vera Salazar**

Rector de la Universidad del Magdalena (Colombia).

**Dra. María Antonia Peña Guerrero**

Rectora de la Universidad de Huelva

**Dr. José Ángel Narváez Bueno**

Rector de la Universidad de Málaga

**Dr. Pedro Mercado Pacheco**

Rector de la Universidad de Granada

**Dr. Javier Ruiz Segura**

Director Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC).

**Dr. José Antonio Sánchez Pérez**

Vicerrector de Investigación e Innovación de la Universidad de Almería.

**Dr. Antonio Giménez Fernández.**

Director de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de Almería.

**Dr. Darío Bernal Casasola**

Coordinador General CEI·MAR.

**Dr. John Alexander Taborda Giraldo**

Coordinador CEI·MAR de la Universidad del Magdalena.

**Dra. María Reyes Sánchez Herrera**

Coordinadora CEI·MAR de la Universidad de Huelva.

**Dr. Enrique Morenos Ostos**

Coordinador CEI·MAR de la Universidad de Málaga.

**Dra. Isabel Reche Cañabate**

Coordinadora CEI·MAR de la Universidad de Granada.

**Dra. Margarita Paneque Sosa**

Delegada Institucional CSIC en Andalucía.

**Dr. Antonio Tovar Sánchez**

Director del Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC).

**Dr. Manuel Manchado Campaña**

Coordinador Científico del Área de Acuicultura y Pesca. IFAPA-Cádiz.

## COMITÉ ORGANIZADOR

### Coordinador del Comité Organizador:

**Dr. Pedro Aguilera Aguilera**

Coordinador CEI-MAR. Universidad de Almería.

### Presidencia:

**Dra. María Isabel Sáez Casado**

Universidad de Almería.

### Secretaría:

**Dra. Alba Galafat Díaz**

Universidad de Almería.

### Vocales:

**Dr. Ángel Fernández Cortés**

Universidad de Almería.

**Dr. Antonio J. Mendoza Fernández**

Universidad de Granada.

**Dr. Tomás F. Martínez Moya**

Universidad de Almería.

**Dra. Gracia M. Castro de Luna**

Universidad de Almería.

**Dña. Marina Astudillo Pascual**

Universidad de Almería.

**Dr. Alfredo Alcayde García**

Universidad de Almería.

**Dr. Francisco Javier Egea González**

Universidad de Almería.

**Dra. Francisca P. Martínez Antequera**

Universidad de Almería.

**Dr. Juan Miguel Requena Mullor**

Universidad de Almería.

**Dr. Esteban Salmerón Sánchez**

Universidad de Almería.

**Dr. Fabián Martínez Hernández**

Universidad de Almería.

**Dra. Elvira Navarro López**

Universidad de Almería.

**Dra. Cintia Gómez Serrano**

Universidad de Almería.

**Dr. Enrique Aragón Núñez**

Universidad de Almería.

**Dra. María Juana López Medina**

Universidad de Almería.

**Dra. Ana D. Maldonado González**

Universidad de Almería

## COMITÉ CIENTÍFICO

### **Dr. F. Javier Alarcón López**

Dpto. Biología y Geología. Universidad de Almería.

### **Dr. Antonio J. Vizcaíno Torres**

Dpto. Biología y Geología. Universidad de Almería.

### **Dr. Juan Antonio Martos Sitcha**

Dpto. Zoología. Universidad de Cádiz.

### **Dr. Ismael Jerez Cepa**

Dpto. Zoología. Universidad de Cádiz.

### **Dra. Silvana T. Tapia-Paniagua**

Dpto. Microbiología. Universidad de Málaga.

### **Dra. Rosalía López Ruíz**

Dpto. Química Analítica. Universidad de Almería.

### **Dr. Tomás Lafarga Poyo**

Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Almería.

### **Dr. Juan José Gallardo Rodríguez**

Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Almería.

### **Dr. José Luis López Castro**

Dpto. Geografía, Historia y Humanidades. Universidad de Almería.

### **Dr. José María Fernández Sevilla.**

Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Almería.

### **Dr. Rodrigo Javier Gonçalves**

Dpto. Ecología. Universidad de Granada.

### **Dr. Héctor J. Pula Moreno**

Aula del Mar. Universidad de Granada.

### **Dr. Fernando Sola Gómez**

Dpto. Biología y Geología. Universidad de Almería.

### **Dra. Angélica Enrique Navarro.**

ICMAN-CSIC. Cádiz.

### **Dr. Tesifón Parrón Carreño**

Dpto. Enfermería, Fisioterapia y Medicina. Universidad de Almería.

### **Dra. Cristina Quintas Soriano**

Dpto. Biología y Geología. Universidad de Almería.

### **Dra. María Isabel Martín Girela**

Dpto. Botánica. Universidad de Granada.

## Programa Científico

### Miércoles 6 septiembre

Hall (Aulario IV)	9:00	<b>Recepción y Colocación de Pósters.</b>
	10:30	<b>Coffee Break.</b>

### Conferencia plenaria

Sala de Grados (Aulario IV)	11:00	<b>Los cultivos marinos y su aportación al medio ambiente.</b> Dr. Francisco Gabriel Acíen Fernández. Catedrático en Ingeniería Química. Universidad de Almería.
--------------------------------	-------	---

### SESIÓN 1: EL CONOCIMIENTO DEL MAR

Moderador: Dr. Fernando Sola Gómez. Dpto. Biología y geología. UAL.

Aula 1 (Aulario IV)	11:30	<b>¿Cómo responderán las medusas escifozoos al calentamiento global y la acidificación del Mar Mediterráneo?</b> A. Enrique-Navarro, L. Prieto, E. Huertas.
	11:40	<b>Uso de cámaras remotas subacuáticas con carnada (Stereobruvs) para el estudio de tortugas marinas en agua noratlánticas.</b> C. Hurtado-Pampín, R. de la Cruz-Modino, J.C. Hernández.
	11:50	<b>Reconstrucción de la superficie del fondo marino mediante funciones de base radial de soporte compacto.</b> S. Díaz, D. Ramos-López.
	12:00	<b>Método semi-automático de batimetría costera utilizando imágenes Sentinel-2.</b> S.P. Víaña-Borja, R.P. Stumpf, G. Navarro, I. Caballero.
	12:10	<b>Ciencia escolar como pilar clave para la conservación de los ecosistemas acuáticos.</b> M. Torres, M.V. García, J.D. Díaz.
	12:20	<b>Flujos de CO<sub>2</sub> en sedimentos emergidos de un humedal costero recuperado.</b> P. Warren-Jiménez, S. Rodríguez-Gómez, J.J. Montes-Pérez, M. Ruíz-Nieto, G. Ledesma-Hernández, T. Gil, T. Conejo-Orosa, E. Moreno-Ostos.
	12:30	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN 1: Las ingenierías y el mar

Moderador: Dr. Tomás V. Lafarga Poyo. Dpto. Ingeniería Química. UAL.

Aula 3 (Aulario IV)	11:30	<b>Evaluando el impacto integral de la energía eólica marina: Análisis del coste social de la energía.</b> I. Robalo, F. Portillo.
	11:40	<b>Navegando hacia un futuro sostenible: Energías renovables marinas como vanguardia de la innovación energética.</b> F. Portillo, I. Robalo, M. Andreu.
	11:50	<b>Hibridación de fuentes de energía offshore.</b> M. Andreu, A. Alcayde, L. Castro-Santos.
	12:00	<b>Estudio preliminar sobre la localización y viabilidad de una planta de energía undimotriz en la costa almeriense.</b> F. Martínez, F. Manzano-Agugliaro, R. Baños, V. Isanbaev, J. Ventura.
	12:10	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN: la salud y el mar

Moderadora: Dra. Gracia Castro de Luna. Dpto. Medicina. UAL.

Aula 5 (Aulario IV)	11:30	<b>Análisis del potencial bioactivo de fracciones cromatográficas de <i>Anemonia sulcata</i> en cáncer colorrectal.</b> M. Peña, C. Mesas, G. Perazzoli, R. Martínez, J.M. Porres, K. Doello, J. Prados, C. Melguizo, P.A. Alvarez, L. Cabeza.
	11:40	<b>Actividad antioxidante y antitumoral en cáncer de colon de extractos derivados de la microalga <i>Chlorella</i>.</b> C. Mesas, G. Perazzoli, C. Luque, R. Martínez, M. Galisteo, S. Raposo, R.M. León, P.R. Gómez, J.C. Prados, C. Melguizo.
	11:50	<b>Estudio del efecto antitumoral en cáncer de colon de metabolitos secundarios de los hongos marinos <i>Emericellopsis maritima</i> y <i>Purpureocillium lilacinum</i>.</b> G. Perazzoli, C. Pinedo-Rivilla, C. de los Reyes, R. Durán, J. Aleu, J.M. Porres, J. Prados, R. Ortiz, C. Melguizo.
	12:00	<b>Potencial antitumoral de compuestos de origen marino: análogo de bengamida como tratamiento frente a cáncer de pulmón.</b> A. Ortigosa, C. Porras, F. Quiñonero, F. Moya, R. Ortiz, J.M. López, C. Melguizo, F. Sarabia, J.C. Prados.
	12:10	<b>Las algas rojas como fuente de compuestos bioactivos cosmecéuticos.</b> J. Vega, B.R. Moreira, D.T. Pereira, J.B. Barufi, F.L. Figueroa.
	12:20	<b>Mesa Redonda.</b>

## Conferencia plenaria

Sala de Grados (Aulario IV)	13:00	<b>Omega-3 procedente del mar y neurodegeneración.</b> Dra. Gracia Castro de Luna. Profesora Titular de Medicina. Universidad de Almería.
-----------------------------	-------	--

## SESIÓN 11: EL CONOCIMIENTO DEL MAR

Moderador: Dr. Fabián Martínez Hernández. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 1 (Aulario IV)	16:00	<b>Estudio de la biodiversidad íctica en la isla de Cabo Verde en función de la estacionalidad.</b> H. Holgado, A. Rodríguez.
	16:10	<b>El peso y la adaptación salina previa son los principales parámetros que predicen la tolerancia térmica crítica máxima en el pez eurihalino <i>Fundulus heteroclitus</i>.</b> A. Caderno, A. Barany, P. Simó-Mirabet, C. Alvar, J.A. Martos-Sitcha, J.M. Mancera, S.D. Mc Cormick.
	16:20	<b>Divulgando sobre el estado de conservación de los tiburones y rayas del Mediterráneo.</b> J. Julca, D. Ruíz-García, J.A. Raga, C. Barría.
	16:30	<b>Asociación del camarón <i>Thor amboinensis</i> (De Man, 1888) y la anémona <i>Telmatactis cricoides</i> (Duchassaing, 1850) en Canarias.</b> E. Peraza, M.J. Padrón, J.A. Pérez, S. Clemente.
	16:40	<b>¿Forman <i>Limonium carminis</i> y <i>Limonium malacitanum</i> parte un singameón?</b> E. Salmerón, A. Rivas, E. Merlo, C. Salazar, A.J. Mendoza, L. Miranda, M.J. Fernández, J. Mota.
	16:50	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN: el valor cultural del mar

Moderador: Dr. Enrique Aragón Núñez. Dpto. Geografía, Historia y Humanidades. UAL.

Aula 3 (Aulario IV)	16:00	<b>Patrimonio Cultural Subacuático en la Provincia de Almería.</b> P.L. Belmonte.
	16:10	<b>Museos, difusión y puesta en valor del patrimonio arqueológico subacuático en el ámbito local. El Museo de Cádiz como caso de estudio.</b> F. García.
	16:20	<b>Una historia de los mares fenicios. El comercio marítimo en la antigua Baria entre los siglos VI y IV a.C.</b> J. Jacinto, J.L. López.
	16:30	<b>Estructuras hidráulicas en las <i>cetariae</i>, <i>officinae purpurariae</i> y <i>vivaria</i> romanas del sur peninsular en época romana.</b> N.A. Rodríguez.
	16:40	<b>El uso de muestras de especies biológicas marinas para la obtención de mediciones <sup>14</sup>C. El caso de la colonización fenicia en la Península Ibérica.</b> E. Gil.
	16:50	<b>Navegación y tráfico marítimo en la Antigüedad en el círculo del Estrecho: estudio preliminar.</b> S. Solana.
	17:00	<b>Mesa Redonda.</b>



## SESIÓN 1: El mar como fuente de recursos

Moderador: Dra. Cintia Gómez Serrano. Dpto. Ingeniería Química. UAL.

Aula 5 (Aulario IV)	16:00	<b>Efectos de la suplementación con microalgas y probióticos en la dieta del rodaballo (<i>Scophthalmus maximus</i>) tras un episodio de estrés agudo por LPS.</b> M. Carillo, A. Caderno, C. Rodríguez, C. Castro, F.J. Alarcón, A. Hernández, J.A. Martos-Sitcha.
	16:10	<b>Optimización de la extracción con solventes eutécticos de ficocianinas de la microalga <i>Arthrospira platensis</i> mediante metodología de superficie de respuesta.</b> S. Villaró, A. Sanchez-Zurano, T. Lafarga, L. Gouveia, J. Vladić.
	16:20	<b>Caracterización de las microalgas <i>Tetradesmus californicus</i>, <i>Scenedesmus almeriensis</i>, <i>Synechococcus elongatus</i> y <i>Nostoc piscinale</i> mediante fotorrespirometría.</b> J.J. Tripiana, S. Villaró, T. Lafarga, C. Cerdá.
	16:30	<b>Efecto de la reutilización del medio de cultivo en la producción de <i>A. platensis</i>: estrategias para el control de microalgas invasoras.</b> S. Valero, C. Cerdá, F.G. Ación, S. Villaró, T.V. Lafarga.
	16:40	<b>Mesa Redonda.</b>

## Conferencia plenaria

Sala de Grados (Aulario IV)	17:30	<b>La producción de púrpura de la civitas de Urci (El Chuche – Benahadux): El yacimiento de Torregarcía.</b> Dra. María Juana López Medina. Profesora Titular de Historia Antigua. Universidad de Almería.
Hall (Aulario IV)	18:00	<b>Sesión de Pósters.</b>
Auditorio de la UAL	19:00	<b>Inauguración del IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores del Mar.</b>
	19:30	<b>Conferencia Inaugural: Divulgación científica y conservación del medio marino: El gran reto de CEI-MAR.</b> Dr. Pedro Sánchez Castillo. Catedrático de Botánica. Universidad de Granada.
	20:30	<b>Cóctel de Bienvenida.</b>

Jueves 7 septiembre

## SESIÓN 1II: EL CONOCIMIENTO DEL MAR

Moderador: Dra. Ana Devaki Maldonado González. Dpto. Matemáticas. UAL.

Aula 1 (Aulario IV)	9:00	<b>Diversidad y distribución de bacterias fotoheterótrofas en el Mar de Alborán.</b> J.J. Santos-Bruña, C.R. Gazulla, A.M. Cabello, J.M. Mercado, I. Ferrera.
	9:10	<b>Patrones de distribución y abundancia de bacterias fotoheterótrofas en el Océano Atlántico.</b> C.R. Gazulla, O. Sánchez, J.M. Gasol, I. Ferrera.
	9:20	<b>Isolation and culture of symbiotic bacteria from mediterranean corals.</b> R. Mozo, A. Illa-Oviedo, J. del Campo.
	9:30	<b>Influencia antrópica en la biodiversidad microbiana de acuíferos costeros.</b> F. Sola, M.C. Vargas-García, A. Vallejos.
	9:40	<b>El origen marino de los artrópodos y su papel clave en los ecosistemas marinos del Cámbrico.</b> J. Mugueta.
	9:50	<b>Mesa Redonda</b>

## SESIÓN I1: Las ingenierías y el mar

Moderador: Dra. Elvira Navarro López. Dpto. Ingeniería Química. UAL.

Aula 3 (Aulario IV)	9:00	<b>Herramientas ingenieriles para la toma de decisiones aplicadas a la gestión de recursos pesqueros capturados con redes de enmalle artesanales.</b> J. Altamar, C. Robles-Algarín, L. Manjarrés-Martínez, A. Martínez-Villaba.
	9:10	<b>Diseño de proceso de secado de microalgas empleando energía solar.</b> R. López, D. Hernández, M.G. Pinna-Hernández, F.G. Acién.
	9:20	<b>Energía eólica marina y otros usos del mar.</b> A. Alcayde, M.I. Sáez, F. Gil, A. Filgueira-Vizoso.
	9:30	<b>Influencia de las condiciones de operación en el comportamiento de dos cepas de microalgas de agua salada de interés en la industria alimentaria: <i>Nannochloropsis gaditana</i> y <i>Tetraselmis chuii</i>.</b> M. Salinas, A. Sánchez, C. Cerdá, M. Ciadi, C. Gómez, F.G. Acién.
	9:40	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN 1I: El mar como fuente de recursos

Moderador: Dr. Tomás F. Martínez Moya. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 5 (Aulario IV)	9:00	<b>Efecto de la inclusión de bagazo de uva como ingrediente funcional en piensos acuícolas.</b> F.P. Martínez, P. Simó-Mirabet, V. de las Heras, M. Román, J.M. Mancera, J.A. Martos-Sitcha, F.J. Moyano.
	9:10	<b>Crecimiento de <i>Mugil cephalus</i> con dietas de diferentes niveles de sustitución de harina de pescado en sistemas de recirculación.</b> R. Olivares-Perona, M.C. Milián-Sorribes, I. Jauralde, M. Jover, D. Sánchez, A.V. Monino, A. Tomas-Vidal, S. Martínez-Llorens.
	9:20	<b>Efecto de la sustitución total del aceite de pescado en la composición, la calidad y las características sensoriales del filete de <i>Seriola Mediterránea (Seriola dumerili)</i>.</b> T. Cascales, C. Marín, S. Martínez, A. Tomás, I. Fernández, A. Fuentes.
	9:30	<b>Evaluación de la plasticidad intestinal en peces marinos alimentados con dietas vegetalizadas. Efectos sobre el crecimiento y parámetros metabólicos.</b> M. Sánchez-Pastor, J.A. Martos, M. Torres.
	9:40	<b>Efecto de la sustitución de harina de pescado por otras fuentes proteicas ecológicas en el crecimiento del camarón patiblanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>).</b> Y. Candela, I. Megder, A. Tomás, I. Jauralde, S. Martínez.
	9:50	<b>Mesa Redonda</b>
Hall (Aulario IV)	10:30	<b>Coffee Break.</b>

## Conferencia plenaria

Sala de Grados	11:00	<b>Perspectivas en alimentación acuícola.</b> Dr. Tomás Francisco Martínez Moya. Profesor Titular de Zoología. Universidad de Almería.
----------------	-------	---

## SESIÓN IV: EL CONOCIMIENTO DEL MAR

Moderador: Dr. Esteban Salmerón Sánchez. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 1 (Aulario IV)	11:30	<b>Biodiversidad de macroalgas asociadas a un fondo de rodolitos con la presencia del alga asiática <i>Rugulopteryx okamurae</i> en la ZEC de los Acantilados de la Punta de la Mona, en el Mar de Alborán (Almuñécar, Granada, España).</b> A. Prieto, L. Contreras, J. de la Rosa.
	11:40	<b>Consecuencias de la exposición a cremas solares comerciales en la comunidad de la fanerógama marina <i>Cymodocea nodosa</i>.</b> M.I. Vilaplana, E. Bautista-Chamizo, R. Tollardo, L.G. Egea, A. Rodríguez-Romero, J.J. Vergara, R. Jiménez.
	11:50	<b>Discrepancia entre morfología y genética: el caso de <i>Sargassum</i> subgen. <i>Sargassum</i> en el Atlántico norte.</b> D. Álvarez, M. Sansón, C. Sangil, A. Tronholm.
	12:00	<b>Monitorización de macrófitos con espectroscopía EEM.</b> M. Vila.
	12:10	<b>Procesos de hibridación y retrohibridación de <i>Limonium cossonianum</i> y <i>Limonium estevei</i> en Playa Macenas.</b> L. Miranda, E. Salmerón, M.J. Fernández, E. Merlo, J.F. Mota.
	12:20	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN I: La gestión integrada del mar

Moderador: Dra. Cristina Quintas Soriano. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 3 (Aulario IV)	11:30	<b>Experimentos de elección y alternativas de gestión de recursos pesqueros: caso de estudio del cerco en el golfo de Cádiz.</b> S. Fernandez-Reguero, J.L. Oviedo.
	11:40	<b>La contribución del turismo pesquero o marinero al desarrollo local en el suroeste ibérico según los <i>stakeholders</i>.</b> M. Bahamonde-Rodríguez.
	11:50	<b>El Convenio de Trabajo Marítimo 2006 y la gente de mar. A propósito de sus dos lustros en vigor.</b> C. Rodríguez.
	12:00	<b>Desarrollo de protocolos de desinfección de artes de pesca para minimizar el impacto del alga invasora <i>Rugulopteryx okamurae</i> (Dictyotales, Ochrophyta) (I): tratamientos químicos.</b> A. Núñez, J. Loring, J. Rosas-Guerrero, M. Zanolla, R. Carmona, J. de la Rosa, M. Altamirano.
	12:10	<b>Impacto de las artes de palangre sobre mamíferos marinos: comparativa entre el Mar Mediterráneo y el Atlántico Norte.</b> A. Alegría, J. Moreno, S. García, J.C. Báez, J.M. Ortiz, D. Macías.
	12:20	<b>La zona costera de Chile central, propuesta de delimitación y análisis del modelo de gestión de la región de Valparaíso, Chile continental.</b> B. Pizarro, A. Chica, J.M. Barragán.
	12:30	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN 11I: El mar como fuente de recursos

Moderador: Dra. María Isabel Sáez Casado. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 5 (Aulario IV)	11:30	<b>Postbióticos en la alimentación de juveniles de dorada (<i>Sparus aurata</i>): efectos en el crecimiento, metabolismo intermediario y frente a un estrés inflamatorio.</b> L. Molina-Roque, J. García-Márquez, M.A. Moriñigo, M.C. Balebona, F.J. Alarcón, V. de las Heras, J.A. Martos-Sitcha, P. Simó-Mirabet.
	11:40	<b>Estudio <i>in vitro</i> de nanoencapsulados de polifenoles naturales aplicados en bienestar animal en acuicultura.</b> A.T. Varga, D. Fabrikov, M.J. Sánchez-Muro, F.G. Barroso, M.C. Vargas.
	11:50	<b>Evaluación fisiológica y del bienestar animal del teleosteo marino <i>Fundulus heteroclitus</i> tras una exposición crónica a concentraciones ambientales de microplásticos.</b> P. Fernández-Morell, D. Sánchez-Ruiz, J.M. Arellano, J.A. Martos-Sitcha.
	12:00	<b><i>Salicornia europaea</i> como potencial alimento ecológico del futuro.</b> J. Rapp, M. Azpiroz, S. de Castro, A. Redondo, C.J. Luque, E.M. Castellanos.
	12:10	<b>Sistemas experimentales IMTA con <i>Salicornia</i> para la biorremediación de efluentes de acuicultura marina.</b> M. Muñoz, M. Castilla, E. Zuasti, J. Canoura, I. Hachero.
	12:20	<b>Mesa Redonda.</b>

## Conferencia plenaria

Sala de Grados (Aulario IV)	13:00	<b>Fotoprotección azul basada en filtros biológicos de algas marinas.</b> Dr. Félix Diego López Figueroa. Catedrático de Ecología. Universidad de Málaga.
--------------------------------	-------	--

## SESIÓN V: EL CONOCIMIENTO DEL MAR

Moderador: Dra. Ana Devaki Maldona González. Dpto. Matemáticas. UAL.

Aula 1 (Aulario IV)	16:00	<b>Una población reproductivamente activa de <i>Talisman scrobilator</i> (Linnaeus, 1758) (Caenogastropoda, Tonnoidea) en el sudeste de la Península Ibérica, con registro de la reproducción y hábitos de alimentación.</b> B. Cunningham, J.F. Verdejo, I. Mulero.
	16:10	<b>Efectos del calentamiento y la acidificación oceánica sobre los Escifozoos típicos del Mar Balear.</b> M.J. León, A. Enrique, A. Bartual, A.M. Grau, J. Tintoré, L. Prieto.
	16:20	<b>Targeted genomics of <i>Apicomplexam</i> symbionts in mediterranean corals.</b> J. Kruse, M. Christou, A.M. Bonacolta, T. Porta-Fitó, J. del Campo.
	16:30	<b>Seguimiento de la comunidad intermareal de Punta Hidalgo (Tenerife) dominada por <i>Zoanthus Pulchellus</i> (Cnidaria: Anthozoa).</b> S. Fernández, E. Rodríguez, M.E. Lambre, C. López, S. Clemente.
	16:40	<b>Efecto de la temperatura en estadios tempranos de la especie invasora <i>Callinectes sapidus</i> (Rathbun, 1896) en el golfo de Cádiz: revisión y experimentación.</b> A. Rodríguez, E. González, J.I. González-Gordillo, G. Freire, A. Buzón.
	16:50	<b>Estructura de la macrofauna bentónica del intermareal sedimentario de las Islas Antárticas.</b> T. Revanales, M. Lastra, I. Franco.
	17:00	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN II: La gestión integrada del mar

Moderador: Dr. Juan Requena Mullor. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 3 (Aulario IV)	16:00	<b>Un modelo de juego para la cooperativa de comercialización de la pesca.</b> I. López, M. Gámez, A.B. Castaño-Fernández, Z. Varga.
	16:10	<b>Modelación de llanuras mareales en el Estuario del Guadalquivir (SW, España).</b> P. Muñoz, I. Nadal, S. Sammartino, J. García, A. Bejarano.
	16:20	<b>Conservar los sistema dunares de la playa de San Miguel, Almería: Campaña de marketing social para reducir la fragmentación dunar.</b> B. González.
	16:30	<b>Identificación de áreas de recuperación de zonas de marismas en el Estuario del Guadalquivir: modelado y teledetección.</b> A. Ríos, B. Coello, M. Des, P.J. Magaña, E. Contreras, R. Pimentel, A. López, M. Díez.
	16:40	<b>La estrategia andaluza de economía azul sostenible.</b> C.B. Sánchez.
	16:50	<b>Mesa Redonda.</b>

## SESIÓN IV: El mar como fuente de recursos

Moderador: Dr. Antonio J. Vizcaíno Torres. Dpto. Biología y Geología. UAL.

Aula 5 (Aulario IV)	16:00	<b>Genes del desarrollo morfológico en <i>Solea senegalensis</i>.</b> M. Mendizábal-Castillero, M. Merlo, M. Rodríguez, I. Cross, A. Arias, L. Rebordinos.
	16:10	<b>Validación de un modelo de capacidad de carga para instalaciones de acuicultura marina en jaulas del arco mediterráneo.</b> L. Belda, V. Fernández-González, P. Sánchez-Jerez, E. Carbonell-Garzón, F. Romero, M.M. Agraso, K. Toledo-Guedes.
	16:20	<b>Evaluación de los indicadores de crecimiento y desarrollo gonadal de juveniles de róbalo común <i>Centropomus undecimalis</i>, durante el proceso de feminización en dos ambientes de cultivo.</b> S. Gaitan, F. de la Rosa, S. Cruz-Botto, N. Villamizar-Villamizar,
	16:30	<b>Estudios de metilación en tejido gonadal en lenguado senegalés.</b> D. Ramírez, C. Peñaloza, R. Mukiibi, D. Robledo, M.E. Rodríguez, L. Rebordinos.
	16:40	<b>Mesa Redonda.</b>

## Conferencia plenaria

Sala de Grados (Aulario IV)	17:30	<b>Seguimiento de <i>Posidonia oceánica</i>: la red POSIMED Andalucía.</b> Dr. Diego Moreno Lampreave. Técnico del Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino Andaluz. Agencia del Medio Ambiente y Agua. Junta de Andalucía.
Hall (Aulario IV)	18:00	<b>Coffee Break.</b> <b>Sesión de Pósters.</b>
Restaurante Catamarán	21:30	<b>Cena Oficial del IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores del Mar.</b>

Viernes 8 septiembre

## SESIÓN VI: EL CONOCIMIENTO DEL MAR

Moderador: Dr. Jesús Marín Sáez. Dpto. Química y Física. UAL.

Aula 1 (Aulario IV)	9:00	<b>Microplásticos en Krill del norte (<i>Meganyctiphanes norvegica</i>) de la región de Azores (Horta, Faial).</b> C. Villanova, J.M. Pereira, C. Hernández, J. Hernández, C. Kim.
	9:10	<b>Exposición de <i>Artemia franciscana</i> a lixiviados procedentes de productos de degradación de plásticos termoestables.</b> V. Aranda-Quirós, M.G. Albendín, D. Amaya-Vías, R. Rodríguez-Barroso, M.D. Coello, J.M. Arellano.
	9:20	<b>Metales pesados y dónde encontrarlos.</b> I. Morales, J.C. García, A. García, L. Vázquez, P. Montoro, M.M. López, E. Vereda.
	9:30	<b>La polución lumínica en nuestras costas: Efecto del alumbrado público en la comunidad de peracáridos marinos.</b> P. Sáenz-Arias, A. Irazabal, J.M. Guerra-García, J. Moreira, M.J. Reyes-Martínez, C. Navarro-Barranco.
	9:40	<b>Plastitar y Pyroplastics: formaciones plásticas recientemente encontradas en Playa Grande, Tenerife (España).</b> C. Domínguez-Hernández, C. Villanova-Solana, M. Sevillano-González, C. Hernández-Santos, J. González-Sálamo, C. Ortega-Zamora, F.J. Díaz-Peña, J. Hernández-Borges.
	9:50	<b>Variación del biovolumen de la comunidad fitoplanctónica del Mar Menor (Murcia) durante un periodo de intensa eutrofización.</b> S. Ouaiassa, J.M. Mercado, E. Moreno-Ostos.
	10:00	<b>Mesa Redonda.</b>

Sala de Grados (Aulario IV)	9:00	<b>Proyectos “Jóvenes Investigadores CEI-MAR” y Proyecto “U-MAR de CEI-MAR”</b>  <b>Hacia nuevos horizontes en la investigación de los alabastros de Andalucía Oriental.</b> Alberto Dorado Alejos. Beneficiario de la Convocatoria Jóvenes Investigadores 2021.  <b>Diagnóstico preliminar del equilibrio sedimentario en la costa continental Europea (AUDITOR).</b> Manuel Cobos Budia. Beneficiario de la Convocatoria Jóvenes Doctores 2022.  <b>Caracterización y aplicaciones biotecnológicas de las comunidades microfitobentónicas marinas.</b> María Isabel Martín Girela. Beneficiario de la Convocatoria Jóvenes Doctores 2022.  <b>U-Mar - Enhancing underwater archeology to make it an innovative tool for developing sustainable &amp; creative tourism.</b> Raúl González Gallero. Beneficiario de la Convocatoria U-Mar CEI-MAR 2022.
	10:00	<b>Coloquio “Empresas Azules”</b>  <b>Cátedra Agricultura Regenerativa en 4.0.</b> Biorizon Biotech.  <b>Cátedra Cajamar-UAL de Bioeconomía.</b> Universidad de Almería.  <b>Empresa Subparke. Turismo de Naturaleza.</b>  <b>Parque Natural Cabo de Gata – Níjar.</b>

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023



Hall (Aulario IV)	11:00	<b>Coffee Break.</b>
Sala de Conferencias (Ciencias de la Cultura)	12:00	<b>Conferencia de Clausura: La estrategia andaluza de Economía Azul Sostenible.</b> Dña. María del Mar Plaza Yélamos. Secretaria General de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Junta de Andalucía
	13:00	<b>Acto de Clausura del IV Congreso Internacional Jóvenes Investigadores del Mar.</b> <b>Entrega de Premios a las mejores comunicaciones.</b>
Plaza Vieja	19:00	<b>Visita guiada al Conjunto Monumental de la Alcazaba</b> ofrecida por la Delegación Territorial de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía.
	21:00	<b>Actividad Ruta de la Tapa</b> , en colaboración con la Asociación de Establecimientos Hosteleros del Centro Histórico de Almería (ASHAL).

### Sábado 9 septiembre

PN Cabo de Gata - Níjar	9:00	<b>Visita guiada por el Parque Natural Cabo de Gata – Níjar</b> en colaboración con la Dirección del PN. Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Junta de Andalucía.
	9:00	<b>Snorkel en la Playa del Embarcadero de la Playa de los Escullos.</b> (PN Cabo de Gata – Níjar).

Desplazamiento en autobús desde la Parada BUS – sur de la Universidad de Almería.

## Sesión de Pósters

- 1A **ROVs submarinos como herramienta tecnológica para la exploración y conservación marina.**  
P. Warren-Jiménez, G. Kremenec.
- 1B **Los erizos de mar de aguas españolas en relación con el inventario de especies marinas silvestres.**  
A. Bujalance, M.E. Manjón-Cabeza.
- 2A **Comportamiento de los metales durante un ciclo mareal en un estuario afectado por drenaje ácido de mina.**  
L. Sánchez, J. Romero-Matos, R. Pérez-López, C. Ruíz, M.D. Basallote, M. Castellanos, G. Amaya.
- 2B **Dieta y talla del pez león en dos áreas marinas protegidas de Cuba.**  
L. del Río, R. Pérez-Águila, D. Cobián-Rojas, Z.M. Navarro-Martínez, L. Rodríguez-Viera.
- 3A **Especificidad de dinoflagelados bentónicos de charcos intermareales de Canarias.**  
S. Barrancos, N.M. Rancel-Rodríguez, M. Sansón.
- 3B **Explorando la complejidad del Cañón de Ceuta: morfologías depresivas tipo *Pockmark* en un marco heterogéneo.**  
E. Blázquez, M.C. Fernández-Puga, M.M. Cerdera, D. Van Rooij, C. Juan.
- 4A **Estimación de la carga ácida y metálica transportada por la cuenca del Río Odiel hacia la Ría de Huelva y el Océano Atlántico.**  
J. Romero-Matos, F. Macías, C.R. Cánovas, M. Olías, R. Pérez-López, M.D. Basallote, L. Sánchez, R. Huertas, J.M. Nieto.
- 4B **Cambios en los bosques marinos de Canarias: miniaturización de las comunidades de *Gongolaria abies-marina*.**  
D. Álvarez-Canali, M. Sansón, J. Reyes, L. Martín-García, N.M. Rancel-Rodríguez, C. Sangil.
- 5A **Photosynthesis impact of potential agri-industrial and pharmaceutical contaminants in a marine dinoflagellate.**  
S. Kichouh-Aiadi, J.J. Gallardo-Rodríguez, M.C. Cerón-García, L. López-Rosales, F. García-Camacho, A. Sánchez-Mirón.
- 5B **Modelado 3D de charcos intermareales de Tenerife dominados por *Zoanthus pulchellus*: nuevas técnicas de fotogrametría.**  
M.E. Lambre, C. González, S. Clemente.
- 6A **Microbial characterisation of the biofilms development on *Holothuria tubulosa*.**  
S. Martínez-Moreno, R. Blanca-Sújar, S.M. Sadeghi-Nassaj, H.J. Pula, I. Ferrera, I. Reche.
- 6B **How does stable isotope analysis improve cetacean knowledge?**  
P.T. Dantas, J.L. Varela, M. López.
- 7A **Seguimiento del alga *Rugulopteryx okamuræ* en la costa del mar de Alborán.**  
J.L. Ferres-García, E. Bañares, P. Celis-Plá, A. Avilés, R. Bermejo, I. Moreu, A. Núñez, F.L. Figueroa, N. Korbee.
- 7B **Efecto de la concentración de nutrientes y la temperatura sobre el crecimiento y la fotosíntesis de los diferentes morfotipos del alga parda invasora *Rugulopteryx okamuræ* (Dictyotales, Ochrophyta).**  
J. Rosas-Guerrero, R. Carmona, M. Altamirano.
- 8A **Caracterización vegetativa y reproductiva de *Dictyota cyanoloma* (Ochrophyta, Dictyotales) en la localidad de la playa de las Azucenas, mar de Alborán (Motril, Granada, España).**  
S. Hidalgo, J. de la Rosa.
- 8B **Análisis de la presencia de microplásticos en *Holothuria sanctori* de Tenerife (Islas Canarias).**  
G. Navalón, C. Villanova-Solano, C. Hernández-Sánchez, J. Hernández-Borges.
- 9A **Varamiento de cetáceos en el Mar Mediterráneo.**  
J.L. Molina, S. López, F.J. Sánchez, A. Laguía, M. del Álamo, M. Sánchez, E. Giménez.
- 9B **Efecto de la pesquería de red de enmalle a la deriva en el estrecho de Gibraltar sobre las poblaciones de *Alopias superciliosus* y patrones migratorios.**  
M.A. García, J.C. Báez, J.M. de la Serna, E. Majuelos, D. Macías.

- 10A **Patrones de dispersión y conectividad en el Mar Adriático.**  
I. Nadal, M. Ghezzi, F. Falcieri, S. Sammartino, J. García-Lafuente.
- 10B **Determinación, distribución y análisis del riesgo ambiental de productos de cuidado personal (PCPs) en sistemas acuáticos.**  
L.J.E. Freemantle, P.A. Lara-Martín, M.G. Pintado-Herrera, R. Ríos-Quintero.
- 11A **Desarrollo de protocolos de desinfección de artes de pesca para minimizar el impacto del alga invasora *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) (II): tratamientos físicos.**  
J. Loring, A. Sydorenko, A. Núñez, J. Rosas-Guerrero, M. Zanolla, R. Carmona, J. de la Rosa, M. Altamirano.
- 11B **Patrimonio litoral almeriense en peligro debido a la subida del mar.**  
P.L. Belmonte.
- 12A **De lo haliéutico a lo doméstico: la cerámica romana de paredes finas en el Testaccio de Gades (Cádiz).**  
J. Oviedo, D. Bernal, J.M. Vargas.
- 12B **Evaluación de la accesibilidad y difusión del patrimonio arqueológico subacuático. Un estado de la cuestión.**  
E. Moreno.
- 13A **La metalurgia en el entorno del Templo de Astarté de Baria (Villaricos, Almería).**  
S. Carpintero, L. Moya, J.L. López.
- 13B **Arqueometría aplicada al estudio de útiles de pesca en el yacimiento fenicio de Abdera (Adra, Almería).**  
S. Carpintero, L. Moya.
- 14A **Propiedades antiproliferativas y antioxidantes de *Anemonia sulcata* en el manejo del cáncer colorrectal.**  
L. Cabeza, M. Peña, R. Martínez, C. Mesas, M. Galisteo, G. Perazzoli, J. Prados, J.M. Porres, P.A. Alvares, C. Melguizo.
- 14B **Estudio del balance de calor en fotobioreactores *raceway* utilizados para la producción de *spirulina*.**  
E.R. Morilla, A. Morillas, M. Ciardi, F.G. Acién.
- 15A **Reducción del gasto hídrico en la producción de microalgas en fotobiorreactores abiertos.**  
M. Ciardi, C. Gómez-Serrano, T. Lafarga, F.G. Acién, B. Llamas, S. Bolado, J.M. Fernández-Sevilla.
- 15B **El transporte marítimo y las emisiones contaminantes. Aplicación a la flota pesquera del galp.**  
L. Jiménez-Álvarez.
- 16A **Evaluation of the antibiofouling efficiency of transparent surfaces in microalgae cultures.**  
A. Álvarez-Álvarez, Y. Soriano-Jerez, C. Bressy, M. Fernández-García, A. Sánchez-Mirón, F. García-Camacho, M.C. Cerón-García.
- 16B **Evaluación del crecimiento y metabolismo en dorada (*Sparus aurata*) alimentados con piensos con sustitución total del aceite de pescado por aceite de microalgas.**  
S. Flores, A. Galafat, M.C. Cerón, A. Blázquez-Durán, M. Román, V. de las Heras, J.A. Martos-Sitcha, F.J. Alarcón.
- 17A **Utilización de un concentrado de carotenoides en piensos con elevado nivel de sustitución del aceite de pescado en juveniles de dorada (*Sparus aurata*).**  
S. Flores, A. Galafat, M. González-Cardoso, M.C. Cerón, V. de las Heras, J.A. Martos-Sitcha, F.J. Alarcón.
- 17B **Lista de los medusozoos de Cuba (Cnidaria).**  
R.D. Morejón-Arrojo, L. Rodríguez-Viera.
- 18A **Caracterización y aplicaciones biotecnológicas de comunidades microfítobentónicas del litoral de Granada.**  
M.I. Martín, J. de la Rosa, H. Pula, R. Martínez, P. Sánchez.
- 18B **Influence of culture medium on growth and L-asparaginase production by *Haematococcus pluvialis*.**  
L.B. Silva, A. Molina-Miras, A. Sánchez-Mirón, M.C. Cerón-García, R. de Souza, A. Olivera, F. García-Camacho.
- 19A **Evaluación de plasticidad digestiva en doradas alimentadas con dietas ricas en proteína animal tras ser alimentadas, previamente, con dietas vegetalizadas.**  
M. Torres, M.V. García, J.D. Díaz.
- 19B **Efecto de la sustitución total de aceite de pescado por aceites vegetales en piensos sobre la vida útil del filete de *seriola mediterránea* (*Seriola dumerili*).**  
T. Cascales, C. Marín, S. Martínez, A. Tomás, I. Fernández, A. Fuentes.

- 20A **Puesta a punto de un procedimiento semi-industrial de hidrólisis enzimática de biomasa microalgal con interés en la elaboración de piensos.**  
A. Morcillo, A. Galafat, F.J. Alarcón, M.I. Sáez, T.F. Martínez.
- 20B **Obtención de lípidos polares enriquecidos en ácido eicosapentanoico a partir de la microalga *Nannochloropsis* sp. mediante reacciones de hidrólisis catalizadas por lipasas.**  
E. Navarro, M.J. Jiménez, M.D. Macías, P.A. González, A. Robles.
- 21A **Bacterias fijadoras de nitrógeno como alternativa al uso de fertilizantes químicos para la producción de *Chlorella vulgaris*.**  
A. Sánchez-Zurano, S. Vilaró-Cos, D. Figueiredo, L. Melkonian, F.G. Ación, T. Lafarga, L. Gouveia.
- 21B **Estudio del crecimiento de *Tetraselmis* sp. a distintas salinidades.**  
G. Ruíz, I. Martín, P. Sánchez.
- 22A **Primeros ensayos sobre el cultivo de nudibranchios atendiendo a su alimentación.**  
G. Ruíz, E. Muñoz, E. Medonaire, I. Martín, H.J. Pula.
- 22B **Modulación de la expresión de genes implicados en estrés e inmunidad tras la sedación de dorada con aceite de clavo y MS-222.**  
T. Pérez-Sánchez, J.M. García-Beltrán, F. Méndez, M. Arizcun, M. Pérez, E. Chaves-Pozo, C. Johnstone.
- 23A **Indicios de una expansión del área de puesta del atún rojo atlántico en el mediterráneo occidental en 2011.**  
T. Pérez-Sánchez, M. Pérez, J.M. Quintanilla, D. Macías, A. Ortega, F. de la Gándara, F. Alemani, M. Vargas-Yanes, A. García, R. Laiz-Carrión, C. Johnstone.
- 23B **Estudio de las variedades de anémona de mar (*Anemonia viridis*) como especie de interés en acuicultura.**  
M. Donaire, M.R. Sepúlveda, G. Ruíz, E. Muñoz, I. Martín, H.J. Pula.
- 24A **Primeros avances en la reproducción de nudibranchios con fines ornamentales.**  
E. Maldonado, G. Ruíz, M. Donaire, I. Martín, H.J. Pula.
- 24B **Análisis de metabolitos de los productos extracelulares de *Shewanella putrefaciens* Pdp11 (SpPdp11) extraídos en diferentes condiciones de cultivo.**  
O. Pérez-Gómez, M. Domínguez-Maqueda, J. García-Márquez, S.T. Tapia, F. Vallejo, M.C. Balebona, M.A. Moriñigo.
- 25A **Identificación del probiótico *Shewanella putrefaciens* Pdp11 mediante pcr a través del transposón único que interrumpe al gen que codifica para la proteína fenazina.**  
O. Pérez-Gómez, S. Roca-Fernández, M.C. Balebona, P. Seaone, S.T. Tapia, M.A. Moriñigo.
- 25B **Análisis preliminar del potencial postbiótico de probióticos piscícolas.**  
S. Rohra, S.T. Tapia, M. Domínguez-Maqueda, J. García-Márquez, O. Pérez-Gómez, S. Arijó, M.A. Moriñigo.
- 26A ***Chlorella vulgaris* cultivada en aguas residuales: potencial bioestimulante en agricultura.**  
D. Iglesias-Arroyo, A. Morillas-España, S. Villaró, T. Lafarga.
- 26B **Depuración de aguas de drenaje de invernadero mediante el uso de microalgas.**  
A. Morillas-España, P. Álvarez, L. Rodríguez, F.G. Ación, J.L. Guzmán.
- 27A **Caracterización de la biomasa de distintas especies de algas, enfocadas al consumo incluyéndolas en alimentos funcionales.**  
C. González-Fernández, J. Vega, R. Bermejo-Román, F.G. Ación, C. Gómez, I. Hernández, R. Vermejo, N. Korbee, F.L. Figueroa.
- 27B **Aprovechamiento de la salmuera de una planta desalinizadora para el cultivo de microalgas marinas: un ejemplo de bioeconomía circular.**  
A. Molina-Miras, J. Martínez-Burgos, A. Sánchez-Mirón, F. García-Camacho.
- 28A **Implementación de un modelo operacional en el Estuario del Guadalquivir (SO, España).**  
P. Muñoz, S. Sammartino, I. Nadal, J. García, A. Bejarano.
- 28B **Establecimiento de la preferencia de dorada (*S. aurata*) sobre las distintas harinas de *H. illucens*.**  
M.B. Sánchez-García, L. Maldonado-Marcos, M.J. Sánchez-Muros, F.G. Barroso, M.C. Vargas-García, D. Fabrikov, Á.T. Varga.

**Comunicaciones Orales**  
**Área Temática:**  
**El Conocimiento del Mar**



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## ¿CÓMO RESPONDERÁN LAS MEDUSAS ESCIFOZOOS AL CALENTAMIENTO GLOBAL Y LA ACIDIFICACIÓN DEL MAR MEDITERRÁNEO?

Angélica Enrique Navarro<sup>1</sup>, Laura Prieto<sup>1</sup>, Emma Huertas<sup>1</sup>

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), [angelica.enrique@csic.es](mailto:angelica.enrique@csic.es)<sup>1</sup>

### Abstract

The effect of anthropogenic-induced climate change has already affected marine organisms and ecosystems around the world. Many scientific studies have linked the increasing jellyfish abundance with anthropogenic and environmental factors, including over-exploitation and degradation of habitats, overfishing, species introduction, pollution, seawater temperature increase (ocean warming, OW), and more recently, ocean acidification (OA). However, our interpretation of the possible drivers of jellyfish blooms is still controversial. This work provides empirical research devoted to assessing the effect of human-induced environmental changes on scyphozoan jellyfish ecology and dynamics under future climate change scenarios. Our results on the effects of OA and OW on three scyphozoan species i.e. *Cotylorhiza tuberculata*, *Rhizostoma pulmo*, and *Rhizostoma luteum* suggest that not all jellyfish will respond in the same way to future conditions. Our findings warn about a potential increase in the abundance of the Mediterranean bloom-forming species *R. pulmo* in the future. The polyp population of this species survived, reproduced asexually, and generated healthy ephyrae under the worst projected climate change scenario (30°C and pH 7.7), suggesting that its presence in the Mediterranean will be enhanced if temperatures continue rising. Future conditions will be, however, detrimental to *R. luteum* polyp population. The species will reduce the possibilities of recovery or acclimation under elevated temperatures (30°C) that are a threshold for polyp survival and strobilation and, consequently, its expansion towards the Mediterranean is more unlikely. Finally, polyps of the symbiotic *C. tuberculata* show a wide tolerance to OA and OW. However, the capacity of this species to strobilate and produce healthy offspring would be more vulnerable to climate-induced environmental conditions, thereby affecting medusa recruitment and, hence, population dynamics.

### Introducción

Entre los factores antropogénicos y ambientales que podrían influir en la abundancia de medusas se incluye la sobrepesca, la eutrofización, el aumento de la temperatura, la creación de infraestructuras marinas y la acidificación oceánica (Purcell et al., 2012). Sin embargo, los mecanismos específicos detrás de las proliferaciones de medusas siguen siendo inciertos (Pitt et al., 2018), aunque es probable que los efectos del cambio climático desempeñen un papel importante. Según las proyecciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2021), para el año 2100, bajo un escenario de altas emisiones, se espera que la temperatura del mar aumente entre 3 y 4°C, y que el pH descienda en 0.37 unidades. Dado el gran impacto de las medusas sobre los ecosistemas marinos y las actividades humanas, se ha vuelto una prioridad el estudio de los efectos de las futuras condiciones del mar sobre sus dinámicas poblacionales. Este trabajo investiga de forma experimental los efectos interactivos del calentamiento y la acidificación oceánica (descenso del pH) en la reproducción asexual de los pólipos de *C. tuberculata*, *R. pulmo* y *R. luteum*. Para ello se imitaron las condiciones futuras de temperatura y pH esperadas para final de siglo (2100) bajo un escenario de altas emisiones (SSP5-8.5; IPCC, 2021).

### Material y métodos

Los experimentos tuvieron en cuenta dos factores: la presión parcial de CO<sub>2</sub> ( $P_{CO_2}$ ) y el aumento de la temperatura. Cada uno con dos niveles,  $P_{CO_2}$  ambiente y futuro (~500 y ~1000 ppm, respectivamente) y aumento de temperatura presente y futuro (18-24°C y 18-30°C, respectivamente). Se usaron cuatro

tratamientos experimentales para imitar los diferentes escenarios de cambio climático. El tratamiento 1 imitaba los niveles de temperatura y  $P_{CO_2}$  actuales, con una transición térmica de invierno (18°C) a verano (24°C) y  $P_{CO_2}$  de ~ 500 ppm. El tratamiento 2 consideró las condiciones térmicas esperadas para finales de siglo bajo el escenario SSP8.5 (IPCC, 2021), un escenario futuro de calentamiento, con temperaturas que varían desde los 18°C hasta los 30°C y condiciones de  $P_{CO_2}$  actuales (~ 500 ppm). El tratamiento 3 consideró un escenario futuro de acidificación a 18 y 24°C de temperatura combinados con niveles futuros de  $P_{CO_2}$  (~ 1000 ppm). El cuarto tratamiento combinó los niveles futuros (SSP5-8.5, IPCC, 2021) de temperatura (18°C y 30°C) y  $P_{CO_2}$  (~ 1000 ppm). En cada tratamiento se usaron 5-6 pólipos de cada especie.

## Resultados y discusión

En escenarios futuros de calentamiento y acidificación, los pólipos de las especies mediterráneas *C. tuberculata* y *R. pulmo* se propagaron asexualmente de forma exitosa, evidenciando la amplia plasticidad fenotípica de esta especie. Mientras que *R. luteum*, que se distribuye a lo largo del Atlántico y el Mediterráneo occidental, sufre estrés fisiológico a temperaturas de 30°C, que comprometen la supervivencia de esta especie. Los pólipos de *C. tuberculata* redujeron su capacidad de estrobilación bajo condiciones futuras. Además, el efecto de las altas temperaturas y la reducción de pH afectó al crecimiento y desarrollo de las éfiras, indicando que la fase pelágica de esta medusa tiene menos probabilidades de sobrevivir en el futuro, ya que disminuirá el reclutamiento. La estrobilación de *R. luteum* aumentó bajo condiciones de calentamiento moderadas (24°C) incluso a bajo pH. Sin embargo, las altas temperaturas inhibieron la estrobilación en esta especie, sugiriendo que a 30°C se ve afectada negativamente la salud de los pólipos. *R. pulmo* por el contrario, fue capaz de generar éfiras sanas bajo condiciones futuras extremas, por lo se espera que esta especie sobrevivirá incluso en el peor escenario de cambio climático.

## Conclusiones

En escifozoos, el rango de tolerancia a cambios en las condiciones ambientales parece depender de los límites específicos y el estadio del ciclo de vida. Los pólipos de *C. tuberculata* sobrevivirán a las condiciones futuras de temperatura y pH, aunque su capacidad de estrobilación y generación de éfiras sanas se verá negativamente afectada por el calentamiento. La capacidad de propagación de *R. luteum* se verá comprometida a 30°C disminuyendo su supervivencia y cesando su capacidad de estrobilación. *R. pulmo* se reproducirá prolíficamente de forma asexual y además sus pólipos generaran éfiras sanas bajo todas las condiciones experimentales testadas.

## Bibliografía

- Purcell, J. E. (2012). Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual review of marine science*, 4, 209-235.
- Pitt, K. A., Lucas, C.H., Condon, R.H., Duarte, C.M. & Stewart-Koster, B. (2018). Claims that anthropogenic stressors facilitate jellyfish blooms have been amplified beyond the available evidence: a systematic review. *Frontiers in Marine Science* 5: 451.
- IPCC. (2013). Climate Change 2013 - The Physical Science Basis: Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions, Intergovernmental Panel on Climate Change.

**Agradecimientos** Agradecemos al Zoo de Viena y l'Oceanografic Valencia por habernos proporcionado los pólipos de *R. pulmo* utilizados para llevar a cabo parte de esta investigación.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**USO DE CÁMARAS REMOTAS SUBACUÁTICAS CON CARNADA (STEREO-BRUVS)  
PARA EL ESTUDIO DE TORTUGAS MARINAS EN AGUAS NORATLÁNTICAS**

*Claudia Hurtado-Pampín<sup>1</sup>, Raquel De La Cruz-Modino<sup>2</sup>, José Carlos Hernández<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, España, churtado@ull.edu.es, jocarher@ull.edu.es, <sup>2</sup>Instituto Universitario de Investigación Social y Turismo, Universidad de La Laguna, España, rmodino@ull.edu.es*

**Abstract**

The pelagic oceanic zone is one of the largest ecosystems on the planet and which is exposed to different anthropogenic pressures. Marine protected areas (MPAs) are one of the most effective tools for the conservation of the biodiversity of these ecosystems and their species. For this reason, they are currently wanted to expand their global coverage. For this purpose, it is necessary to know the distribution of the species, the use of the habitat, the degree of connectivity between the different MPAs and the state of the populations. Carrying out such monitoring for pelagic and migratory species is complicated due to the fact that their distribution is not homogeneous and they can be widely distributed in different habitats, as is the case of sea turtles. In recent years, Baited Remote Underwater Stereo-Video (BRUVS) have become a popular tool to assess the distribution, diversity and abundance of marine life in a non-intrusive way. This innovative technique can provide us with important new information for the conservation of sea turtle populations by providing strategic knowledge about areas that have not been thoroughly studied, such as feeding areas and migration corridors in pelagic-coastal zones.

**Introducción**

La gestión eficaz del medio marino y sus recursos naturales requiere una comprensión de la ecología de las especies y de su evolución, así como de sus amenazas. Se ha comprobado que las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) bien implementadas son una herramienta efectiva para su conservación. Sin embargo, su efectividad para conservar especies pelágicas migratorias, como las tortugas marinas, es limitada. Por ello, se necesitan técnicas efectivas que permitan conocer su distribución, uso del hábitat, el grado de conectividad entre AMPs, y el estado en el que se encuentran las poblaciones (Espinoza et al., 2014). En los últimos años, las cámaras remotas subacuáticas con carnada o BRUVS (Baited Remote Underwater Video Station) se han convertido en una metodología estandarizada no invasiva, muy útil para recopilar datos en una amplia variedad de profundidades y hábitats. Inicialmente fueron pioneros el uso de BRUVS bentónicos en zonas cercanas a costa. Sin embargo, un creciente compromiso internacional para ampliar la cobertura mundial de las AMPs, ha motivado a adaptar los BRUVS a hábitats pelágicos (Bouchet y Meeuwing, 2015).

**Material y métodos**

Para realizar este estudio se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura académica mediante claves con el fin de estudiar el uso de BRUVS para el estudio de los ecosistemas pelágicos y en concreto para las tortugas marinas en zonas de forrajeo del Noratlántico. Para ello se evaluó el funcionamiento de los BRUVS mediante los cuales se pueden extraer datos de abundancia relativa



mediante MaxN, máximo número de individuos de una misma especie que aparecen juntos en una misma toma (“frame”), y biomasa mediante el software EventMeasure (Harvey et al., 2001).

### Resultados y discusión

Con este estudio, hemos podido identificar que el análisis sobre el comportamiento de las tortugas marinas es un aspecto crítico en la mitigación de los impactos antropogénicos. En las últimas décadas los transmisores electrónicos y registradores de datos han transformado el conocimiento de la ecología del comportamiento de estos animales permitiendo obtener información sobre las interacciones durante los periodos de reproducción. Sin embargo, durante la etapa de forrajeo, que abarca la mayor parte de su ciclo de vida, la información sigue siendo limitada, así como la comprensión de las interacciones sociales (Smolowitz et al., 2015). En la actualidad, los BRUVS no se están utilizando principalmente para el estudio de las tortugas marinas, pero sí se ha visto que tienen la capacidad de documentar su presencia (Garzon et al., 2022). Por lo tanto, esta metodología puede apoyar la conservación de las poblaciones de tortugas marinas al proporcionar conocimientos estratégicos sobre las áreas de alimentación y los corredores de migración en zonas pelágicas y costeras.

### Conclusiones

Después de realizar este análisis bibliográfico sobre el uso de los sistemas de BRUVS pelágicos para el estudio de las tortugas marinas, hemos podido observar que esta es una técnica mediante la cual podemos extraer mucha información sobre estos animales y su conservación. Este tipo de muestreo es útil para evaluar patrones de actividad, comportamiento, y las respuestas de las especies a las áreas protegidas, presiones antropogénicas y zonas de pesquería.

### Bibliografía

- Bouchet, P. J. y Meeuwig, J. J. (2015). Drifting baited stereo-videography: a novel sampling tool for surveying pelagic wildlife in offshore marine reserves. *Ecosphere*, 6(8): 1-29.
- Espinoza, M., Cappo, M., Heupel, M. R., Tobin, A. J., y Simpfendorfer, C. A. (2014). Quantifying shark distribution patterns and species-habitat associations: implications of marine park zoning. *PloS one*, 9(9): e106885.
- Garzon, F., Williams, C. T., Cochran, J. E., Tanabe, L. K., Abdulla, A., Berumen, M. L., Habis, T., Marshall, P.A., Rodrigue, M. y Hawkes, L. A. (2022). A multi-method characterization of Elasmobranch & Cheloniidae communities of the north-eastern Red Sea and Gulf of Aqaba. *PloS one*, 17(9): e0275511
- Harvey, E., Fletcher, D., y Shortis, M. (2001) A comparison of the precision and accuracy of estimates of reef-fish lengths determined visually by divers with estimates produced by a stereo-video system. *Fish Bull*, 99(1):63–71
- Smolowitz, R. J., Patel, S. H., Haas, H. L., y Miller, S. A. (2015). Using a remotely operated vehicle (ROV) to observe loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) behavior on foraging grounds off the mid-Atlantic United States. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 471: 84-91.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**RECONSTRUCCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL FONDO MARINO MEDIANTE FUNCIONES DE BASE RADIAL DE SOPORTE COMPACTO**

*Sergio Díaz Elbal<sup>1</sup>, Darío Ramos-López<sup>2</sup>*

*Universidad de Almería, España, sde468@inlumine.ual.es<sup>1</sup>, Departamento de Matemáticas y CDTIME, Universidad de Almería, España, dramoslopez@ual.es<sup>2</sup>*

**Abstract**

In this work we apply compactly supported radial basis functions (CS-RBFs), using least squares approximation, to obtain a reconstruction of the seabed surface in the western Mediterranean Sea. This technique proved to be useful, as it yielded an accurate, low-error, and efficient adjustment of the seabed topography or bathymetry.

**Introducción**

Las **funciones de base radial de soporte compacto (CS-RBFs)** son una herramienta muy útil para aproximación de superficies. Son idóneas para aproximar superficies con todo tipo de datos, y su dominio acotado proporciona importantes ventajas en su uso.

Los datos de topografía del fondo marino (batimetría) se recogen mediante sónar o satélites. Disponer de un modelo matemático de la superficie marina tiene importantes aplicaciones en navegación, estudio de ecosistemas, de corrientes marinas o propagación de tsunamis.

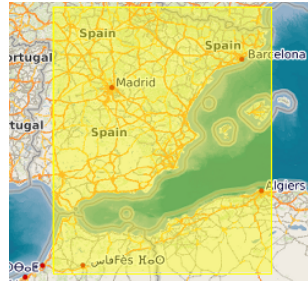
En este trabajo aplicamos **CS-RBFs**, para obtener una reconstrucción del fondo marino, usando datos de batimetría en cierta región del Mar Mediterráneo occidental.

**Material y métodos**

Decimos que una función  $\Phi : \mathbb{R}^d \rightarrow \mathbb{R}$  es de base radial, si existe una función  $\phi : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  tal que  $\Phi(x) = \phi(\|x\|_2)$  donde  $\|x\|_2$  es la norma euclídea en  $\mathbb{R}^d$ . Decimos que una función  $\Phi$  tiene soporte compacto si su soporte es un conjunto compacto y fuera de este se anula. El método de aproximación por mínimos cuadrados parte de una serie de datos  $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ , un subconjunto de estos datos  $\xi = \{\xi_1, \dots, \xi_M\}$ , y una serie de valores que toman los datos  $f = \{f_1, \dots, f_N\}$  y construye una función aproximante.

$$Q_f(x) = \sum_{(j=1)}^M c_j \Phi(x - \xi_j) \quad (1)$$

Como zona de estudio, se van a utilizar datos de la cuadrícula F4 (EMODNet, 2022) (ver Figura 1), que es una cuadrícula con resolución de 1/16 x 1/16 minutos de arco (unos 115 x 115 metros).

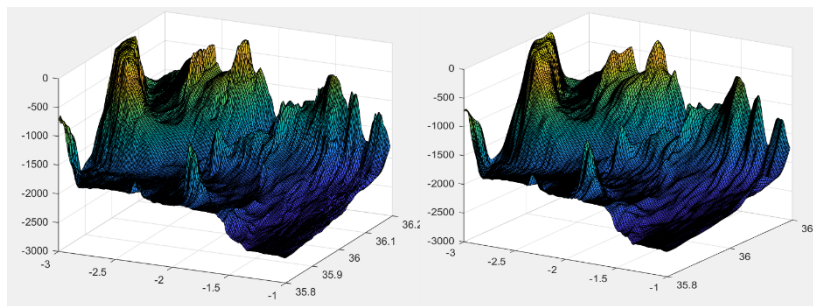


**Figura 1.** Zona de estudio analizada, correspondiente a la batimetría del Mar Mediterráneo occidental.

### Resultados y discusión

Hemos aplicado las **CS-RBFs** mediante aproximación por mínimos cuadrados usando MATLAB®. Para ello, hemos seleccionado un subconjunto de 384 x 1920 datos (un área de unos 44 x 220 km).

La Figura 2 muestra los datos y la reconstrucción obtenida mediante CS-RBFs. Para este ajuste, el error RMSE fue de 18.20 metros y el error relativo promedio del 1.05 %, que es un valor muy bajo.



**Figura 2.** Datos de batimetría (izquierda) y aproximación con CS-RBFs (derecha).

### Conclusiones

Las **CS-RBFs** han mostrado ser una herramienta útil para la reconstrucción de la batimetría, permitiendo un ajuste preciso, con poco error y eficiente de la topografía del fondo marino. La representación mediante **CS-RBFs** puede ser útil para distintas aplicaciones a posteriori.

### Bibliografía

EMODNet - European Marine Observation and Data Network (2022). *Digital Bathymetry (DTM 2022) - Tile F4*. Consultado en marzo de 2023 en <https://emodnet.ec.europa.eu/en>

Díaz Elbal, Sergio (2023). *Aproximación multivariada mediante funciones de base radial de soporte compacto*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Almería.

**Agradecimientos** SDE y DRL agradecen el apoyo del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Almería, y DRL además agradece al Grupo de Investigación FQM-229, al CDTIME y a CEIMAR (Campus de Excelencia Internacional del Mar) de la UAL.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MÉTODO SEMI-AUTOMÁTICO DE BATIMETRÍA COSTERA UTILIZANDO IMÁGENES  
SENTINEL-2**

*Sandra Paola Viaña-Borja<sup>1</sup>, Richard P. Stumpf<sup>2</sup>, Gabriel Navarro<sup>1</sup>, Isabel Caballero<sup>1</sup>*

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN – CSIC), España, [sandra.viana@csic.es](mailto:sandra.viana@csic.es)<sup>1</sup>, *National Centers for Coastal Ocean Science, NOAA National Ocean Service, EE. UU*, [Richard.stumpf@noaa.gov](mailto:Richard.stumpf@noaa.gov)<sup>2</sup>

**Abstract**

Shallow bathymetry is one of the most important parameters for coastal monitoring, which requires accurate and up-to-date data. In recent years, several remote sensing methodologies have been developed that offer a novel alternative to traditional in situ methods, which take advantage of their high spatio-temporal, spectral and radiometric resolution, as well as the availability of freely accessible data. This work applies a semi-automatic model capable of generating bathymetric data with satellite information derived from the Sentinel-2A/B mission. Among the novelties provided by this model are its automatic capability to select an optimal image avoiding manual selection; the reduction of the influence of turbidity, which generates high deviations with respect to in situ depth values; the improvement of accuracy based on model sensitivity for both shallow and deep waters (0-30 m). In addition, few data are required for calibration (7-15 points), which can be obtained from available navigation charts. This model has been used in different areas, such as the Caribbean, USA and the Mediterranean coast of Spain, demonstrating its potential to produce accurate bathymetric cartography.

**Introducción**

Los mapas batimétricos de alta resolución son esenciales para comprender la resiliencia de las áreas costeras frente a los impactos derivados del cambio climático. Sin embargo, obtener información precisa, actualizada y continua es un desafío para ingenieros y científicos debido a las limitaciones logísticas, económicas y de accesibilidad de los métodos de medición tradicionales. La teledetección ha demostrado ser una herramienta invaluable para cartografiar los fondos marinos costeros, especialmente gracias al uso de satélites como la misión Sentinel-2 del programa europeo Copérnico, que proporciona datos de alta resolución espacial y temporal de forma gratuita. Este estudio pretende demostrar el potencial para generar batimetría de alta precisión a partir de las imágenes satelitales (Satellite-Derived bathymetry, SDB), confirmando su capacidad para ser aplicada en distintas zonas geográficas y ofreciendo resultados precisos. Los resultados contribuyen significativamente al desarrollo de herramientas operacionales para evaluar y monitorizar las regiones costeras.

**Material y métodos**

La estrategia semiautomática incluye el procesador de corrección atmosférica y de sunglint ACOLITE; un modelo batimétrico basado en la bio-óptica del agua; un algoritmo multi-escena que identifica y corrige el impacto de la turbidez en los productos SDB de forma automática; un modelo de conmutación automático que aprovecha la sensibilidad de cada modelo batimétrico según la profundidad; y un algoritmo de enmascaramiento para eliminar zonas ópticamente profundas (Caballero y Stumpf 2019; 2020a; 2020b; 2021, 2023).

**Resultados y discusión**

La metodología propuesta ha sido evaluada en diferentes regiones, como el Caribe, Estados Unidos y

el Mediterráneo, bajo diversas condiciones atmosféricas, calidad del agua y tipos de fondos bentónicos. Los resultados obtenidos en todos estos casos demuestran una alta precisión, con mínimos sesgos en comparación con los datos de alta resolución in situ utilizados para validar el modelo. Además, se ha observado que la turbidez tiene un impacto directo en la precisión de los productos batimétricos. Sin embargo, gracias al enfoque multi-escena utilizado en el modelo, se han logrado reducir significativamente los errores de estimación relacionados con la turbidez. Estos errores obtenidos son consistentes con validaciones previas y evidencian la consistencia y precisión de la metodología desarrollada. Es importante destacar que este modelo no requiere una selección manual previa de las mejores escenas para ser incorporadas al modelo.

Área de estudio	Año	Bias (m)	MedAE (m)	Prof. (m)
Buck	2018	0,19	0,6	0-22
Culebra	2018	0,41	0,98	0-20
Puerto Rico	2018	0,25	1,34	0-36
Dry Tortugas	2017	-0,15	0,22	0-6
Cayo Hueso	2016	0,05	0,22	0-6
Miami	2019	-0,16	0,62	0-25
West Palm Beach	2016	0,04	0,45	0-18
Joseph Bay	2017	0,1	0,3	0-12
Cape Lookout	2017	-0,2	0,4	0-13
Hatteras	2019	0,27	0,41	0-7
Oregon	2019	0,34	0,37	0-7
Nantucket	2018	0,22	0,87	0-20
Marthar's Vineyard	2018	-0,3	0,9	0-23
Cape Cod	2018	-0,14	1,2	0-22
Blue Hill	2018	0,23	0,68	0-10
Cala Millor	2020	0,06	0,57	0-12

**Tabla 1.** Estadísticos de validación de los datos de batimetría derivada de satélite (SDB) con respecto a los datos in situ.

## Conclusiones

Este trabajo aporta una metodología completa y efectiva, incorporando los últimos avances en teledetección costera, para la generación de mapas batimétricos someros a 10 metros de resolución espacial mediante el uso de los satélites gemelos Sentinel-2A/B. Esta metodología está demostrando ser una herramienta útil para la detección de cambios batimétricos antes y después de eventos extremos, siendo de gran ayuda para gestores y administraciones interesadas en planificar y supervisar las políticas y estrategias de gestión costera en entornos con características diversas.

## Bibliografía

- Caballero, I., Stumpf, R. P. (2019). Retrieval of nearshore bathymetry from Sentinel-2A and 2B satellites in South Florida coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 226, 106277.
- Caballero, I., Stumpf, R. P. (2020a). Atmospheric correction for satellite-derived bathymetry in the Caribbean waters: from a single image to multi-temporal approaches using Sentinel-2A/B. *Optics express*, 28(8), 11742-11766.
- Caballero, I., Stumpf, R. P. (2020b). Towards routine mapping of shallow bathymetry in environments with variable turbidity: contribution of Sentinel-2A/B satellites mission. *Remote Sensing*, 12(3), 451.
- Caballero, I., Stumpf, R. P. (2021). On the use of Sentinel-2 satellites and lidar surveys for the change detection of shallow bathymetry: The case study of North Carolina inlets. *Coastal Engineering*, 169(4), 103936.
- Caballero, I., Stumpf, R. P. (2023). Confronting Turbidity, the major challenge for satellite-derived coastal bathymetry. *Science of the Total Environment*, 870, 161898.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CIENCIA ESCOLAR COMO PILAR CLAVE PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS  
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

*Miguel Torres<sup>1</sup>, María Victoria García Caro<sup>2</sup>, Juan Diego Díaz Martínez<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España, <sup>2</sup> IES Santo Domingo, C/Santo Domingo, 29, 11500 El Puerto de Santa María (Cádiz), España

**Abstract**

Environment dissemination is key to achieve the Sustainable Development Goals (SDG). Using Project-Based Learning as didactic tool it is intended not only to introduce to high school students in environmental conservation, but also to promote their interest in scientific subjects for their daily life and professional future. Based on this, the students of 2<sup>nd</sup> ESO of IES Santo Domingo (El Puerto de Santa María) developed an aquatic ecotoxicology assay with the aim of evaluating the effects of "common chemicals" as potassium dichromate, copper sulphate and nicotine on the *Artemia* sp. survival. The results obtained were exposed by the students, in poster format, at the Science Fair held during the "Memorial Jesús Matos" in Cádiz. This research experience allows them to develop a better level of awareness about the importance of protecting aquatic resources, marine or freshwater, as elements of vital importance to reach as society a real sustainable development.

**Introducción**

Tal y como denota el objetivo 14 de los ODS (Objetivos del Desarrollo Sostenible), que trata sobre la preservación y cuidado de los océanos y los recursos marinos, una correcta educación es clave para crear una sociedad sensibilizada con la conservación ambiental. Empleando la Divulgación Científica y el Aprendizaje Basado en Proyectos como herramientas didácticas de las ciencias experimentales, se diseñó una secuencia de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de mejorar no solo el conocimiento, si no el conjunto de habilidades y destrezas científicas del alumnado de la enseñanza básica tal y como marca la nueva Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE). En base esto, el objetivo principal del Proyecto AcuíCULTURA es acercar la ciencia asociada a los ecosistemas acuáticos a los estudiantes del primer ciclo de secundaria (ESO). Esto se lleva a cabo mediante el desarrollo de experiencias didácticas que permitan a los jóvenes no solo mejorar el conocimiento del entorno natural desde una perspectiva científica, sino desarrollar una aptitud de concienciación y sensibilización ligada a la conservación de los ecosistemas acuáticos. Todo ello, utilizando un conjunto de saberes y metodologías científicas, incluidas la observación y la experimentación, con el fin de que el alumnado pueda plantear preguntas y extraer conclusiones que les permitan interpretar y transformar el entorno natural y el contexto social en el que se encuentran.

**Material y métodos**

Basándonos en la ecotoxicología acuática como rama de la ciencia a explorar, se diseñó una estrategia de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos con un itinerario de progresión adaptado a los estudiantes de 2º de la ESO matriculados en la asignatura Proyectos Experimentales de Laboratorio, impartida en el IES Santo Domingo (El Puerto de Santa María, Cádiz).

En base a esto, se comenzó llevando a cabo una serie de prácticas sencillas con el fin de familiarizar al alumnado con el material de laboratorio, normas de seguridad, etc. Tras ello, se introdujo al alumnado a la microscopía y fotografía digital mediante el estudio del ciclo de vida de la *Artemia* spp (Ibáñez Lavín *et al.*, 2019). Posteriormente, tras realizar una breve explicación sobre la importancia de la correcta aplicación del método científico en investigación, los alumnos diseñaron y ejecutaron un estudio ecotoxicológico con el objetivo de evaluar la toxicidad de los siguientes compuestos: i) dicromato de potasio, ii) sulfato de cobre y iii) nicotina en la supervivencia del invertebrado acuático *Artemia franciscana*. Para tal fin, nauplios de *Artemia franciscana* fueron sometidos a diferentes concentraciones de SNP (0-3000 µg/mL) durante 24 horas, determinándose los valores de LC50 asociados a cada compuesto.

### Resultados y discusión

Una vez desarrolla la experiencia de innovación docente, los resultados fruto de la investigación fueron presentados por los alumnos de 2º ESO, en formato póster, en la Feria de la Ciencia desarrollada durante el Memorial “Jesús Matos”, celebrado los días 29 y 30 de marzo en Cádiz. A través de esta experiencia, los alumnos no solo establecieron la conexión entre el uso generalizado de compuestos químicos y la posible contaminación de los ambientes acuáticos asociado a la mala gestión de los residuos, sino que desarrollan una serie de habilidades y destrezas científicas mediante el conocimiento del ciclo de desarrollo íntegral de la ciencia, que les permitirá desarrollar su motivación e interés por la investigación y su posible inclinación futura por la formación en áreas científicas.

### Conclusiones

La participación activa del alumnado de la ESO en experiencias científicas con fines didácticos es clave para el desarrollo de conocimientos y destrezas que permitan despertar la curiosidad y promover el respeto y la valoración hacia el patrimonio natural.

### Bibliografía

Ibáñez Lavín, L., García Ugarriza, A., Rojas de La Escalera, A.M., Verónica Vélez, D. 2019. Introducción a la microscopía y a la fotografía digital mediante el estudio del ciclo de vida del crustáceo *Artemia salina*. IES Marismas, Santoña (Cantabria).

### Agradecimientos

Ayudas Margarita Salas (Universidad Politécnica de Valencia), del Ministerio de Universidades de España, para la formación de jóvenes doctores con fondos NextgenerationEU.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**FLUJOS DE CO<sub>2</sub> EN SEDIMENTOS EMERGIDOS DE UN HUMEDAL COSTERO  
RECUPERADO**

*Paula Warren-Jiménez<sup>1</sup>, Sofía Rodríguez-Gómez<sup>1</sup>, Jorge J. Montes-Pérez<sup>1</sup>, Miriam Ruiz-Nieto<sup>1</sup>,  
Guillermo Ledesma-Hernández<sup>1</sup>, Teresa Gil<sup>2</sup>, Teresa Conejo-Orosa<sup>1</sup>, Enrique Moreno-Ostos<sup>1</sup>*

*Grupo de Ecología Marina y Limnología (GEML) Universidad de Málaga CEIMAR, España,  
paulawarrenj3@gmail.com<sup>1</sup>, WWF España, España, tgil@wwf.es<sup>2</sup>*

**Abstract**

CO<sub>2</sub> fluxes were measured from emerged bare sediments in a coastal wetland (Trebujena, Cádiz) to assess its role as a CO<sub>2</sub> sink or source to the atmosphere and to determine the main CO<sub>2</sub> flux drivers. For this purpose, sediment fluxes were measured using a soil respiration chamber and an Infrared Gas Analyzer (IRGA). We found that the two main drivers of CO<sub>2</sub> fluxes were sediment temperature and moisture. The highest emissions happened at intermediate soil moisture (15-25%) and at the highest temperatures (30°C).

**Introducción**

El Lucio de Adventus (Trebujena, Cádiz) es un humedal costero recuperado por WWF que pretende potenciar servicios ecosistémicos claves del humedal. El objetivo de este estudio es analizar la contribución de los sedimentos emergidos desprovistos de cobertura vegetal a los flujos de CO<sub>2</sub> desde/hacia la atmósfera, y determinar bajo qué condiciones estos pueden actuar como fuentes o sumideros de carbono.

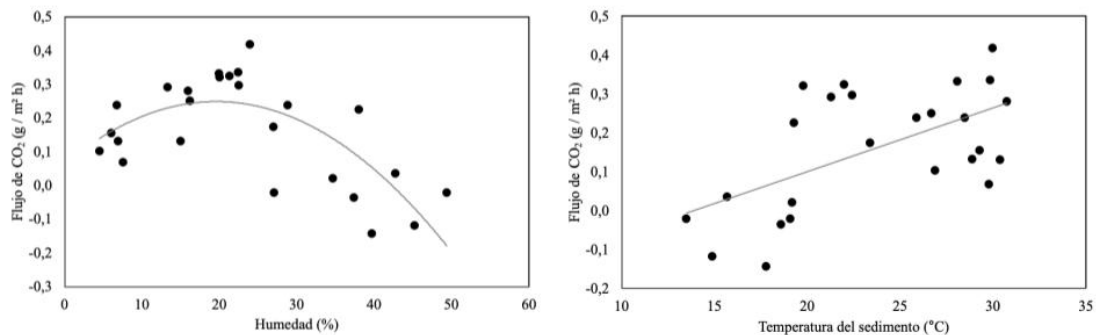
**Material y métodos**

Para medir los flujos de CO<sub>2</sub> entre los sedimentos y la atmósfera se empleó una cámara de respiración de sedimentos transparente (CPY-5) acoplada a un analizador de gases IRGA EGM-5. La humedad del sedimento se determinó en el laboratorio por deshidratación de las muestras en mufla a 105 °C hasta obtener un peso constante. La temperatura del sedimento fue medida *in situ* con un sensor de penetración (Hach 5053T).

**Resultados y discusión**

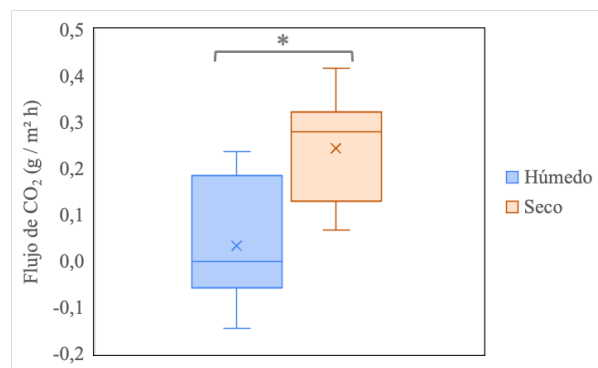
Según la relación descrita entre el flujo de CO<sub>2</sub> y la humedad del sedimento, las mayores emisiones se encontraron a humedades intermedias (15-25%), mientras que los flujos de captación se registraron sobre todo en los sedimentos emergidos más húmedos (40%). La temperatura del sedimento y los flujos de CO<sub>2</sub> siempre mostraron una relación directa y estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ).





**Figura 1.** Relación entre los flujos de CO<sub>2</sub> desde/hacia el sedimento y su humedad,  $p < 0.001$  (Izda). Relación entre los flujos de CO<sub>2</sub> desde/hacia el sedimento y su temperatura,  $p < 0.01$  (Dcha).

A partir de la relación entre los flujos de CO<sub>2</sub> y el porcentaje de humedad en el sedimento, se han representado en un gráfico de cajas y bigotes (Figura 2) los flujos obtenidos en aquellos sedimentos cuya humedad fue superior al 23 % (húmedo) frente a los flujos obtenidos en sedimentos cuya humedad fue inferior al 23% (secos). La media de emisión en sedimentos secos es significativamente mayor a la media de emisión en sedimentos húmedos.



**Figura 2.** Flujos de CO<sub>2</sub> desde (valores positivos) / hacia (valores negativos) el sedimento emergido en dos condiciones de humedad: sedimento húmedo (humedad > 23%) y seco (humedad < 23%). Las diferencias son significativas. \*  $p$ valor < 0.05.

## Conclusiones

En un contexto de cambio climático con temperaturas crecientes y periodos de sequía cada vez más intensos y frecuentes en la región mediterránea, los sedimentos expuestos de los humedales costeros podrían convertirse en fuentes significativas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Para que los humedales restaurados puedan actuar como sumideros de carbono es necesario que se mantengan unas adecuadas condiciones de inundación, que minimicen la superficie de sedimento emergido en contacto con la atmósfera, y maximicen la extensión de la lámina de agua y la humedad de los sedimentos expuestos teniendo en cuenta las tendencias del cambio climático previstas en la región Mediterránea.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD ICTICA EN LA ISLA DE CABO VERDE EN FUNCIÓN DE LA ESTACIONALIDAD**

**Hortensia Holgado Durán<sup>1</sup>, Adriana Rodríguez Hernández<sup>2,2</sup>**

BIOECOMAC (Biodiversidad, Ecología Marina y Conservación). Dpto. Biología Animal, Edafología y Geología. Universidad de La Laguna. España. [hholgado@ull.edu.es](mailto:hholgado@ull.edu.es)<sup>1</sup>, [adrianar@ull.edu.es](mailto:adrianar@ull.edu.es)<sup>2</sup>

**Abstract**

Global warming is affecting marine ecosystems causing an increase in temperature, which in having immediate consequences the migration of many species, expanding their distribution ranges. In this work, the effects of temperature on the fish community on the island of São Vicente, Cape Verde, were analyzed. Visual transects were carried out in 3 different locations during three periods of time. The selected locations were: Laginha, Salamansa and Baía das Gatas. The transects were also recorded with Go-Pro. A total of 6 transects in each locality were carried out, recording the abundance of species. The transects were also recorded with Go-Pro. At the same time, were installed in each locality sensors for continuous temperature recording.

**Introducción**

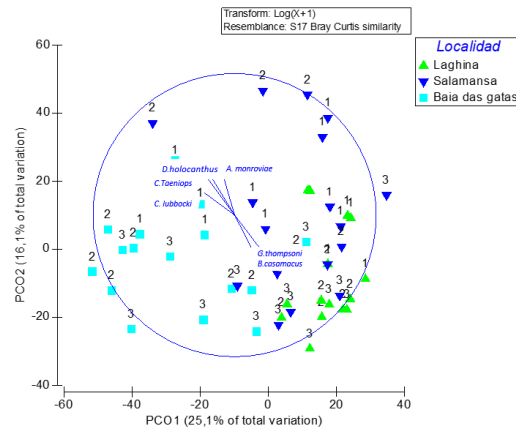
Como consecuencia del aumento exponencial de la población mundial en las últimas décadas. Estas están siendo transformada a gran velocidad, consecuencia de la actividad humana, por actuaciones como la alta presión pesquera, los vertidos de aguas residuales sin tratamiento previo, etc. Estas actuaciones junto al cambio climático pueden llegar a causar cambios en la biodiversidad de especies. Diversos trabajos ponen de manifiesto la ampliación de rangos de distribución de diversas especies como es el caso de las especies ícticas; las especies de hábitats tropicales están ampliando sus rangos de distribución, extendiéndose por zonas subtropicales como consecuencia del aumento de temperatura de las aguas. A su vez, las especies de aguas templadas tienden bien a desaparecer o a tener que migrar a latitudes más altas en busca de temperaturas más acordes a su tolerancia térmica, existiendo un gran movimiento de especies ícticas como consecuencia del incremento de temperatura oceánica (Vergés et al., 2014). Los pocos estudios realizados en el Archipiélago de Cabo Verde nos llevan a comenzar un seguimiento de la comunidad íctica en diferentes periodos estacionales en la isla de São Vicente.

**Material y métodos**

Se seleccionaron 3 localidades situadas al Norte y Noreste de la isla de São Vicente; Laginha, Salamansa y Baía das Gatas. Para la estima de abundancia de especies en la comunidad íctica se recurrió a una combinación de técnicas. Se combinaron las técnicas de transectos visuales *in situ* con la grabación de dichos transectos con Go-pro y su visualización posterior en el laboratorio. En cada localidad se hicieron 6 transectos de 25x4 metros. Los transectos se realizaron en los periodos de abril 2022 (P1), octubre 2022 (P2) y junio 2023 (P3). Con el objetivo de conocer la temperatura a lo largo de los periodos de tiempo seleccionados, en cada una de las localidades de estudio se instalaron sensores de registro continuo de temperatura (HOBO Pendant UA-002-64). Se realizó con la abundancia de especies un PERMANOVA de 2 vías, con los factores fijos Periodo (P1, P2, P3) y Localidad.

## Resultados y discusión

La abundancia de especies varió significativamente entre las localidades de estudio y el periodo muestreado (Periodo\*Localidad  $p < 0,001$ ). Los análisis a posteriori mostraron que las localidades de Salamansa y Baía das Gatas variaron entre los periodos P1 vs. P2 y P2 vs. P3 mientras que los periodos P1 vs. P2 no mostraron diferencias en la comunidad. La comunidad íctica en la localidad de Laginha varió en cuanto a su abundancia entre los periodos P1 vs. P3 y P2 vs. P3. Las especies que marcaron estas diferencias fueron *Cephalopholis taeniops*, *Diodon holocanthus*, *Chromis lubbocki* y *Stegastes imbricatus* para Baía das Gatas y Salamansa en P1 y P2, mientras que las especies *Bathygobius casamacus* y *Gnatholepis thompsoni* para Laginha y Salamansa en P2 y P3 y Bahia das Gatas en P2 y P3 (Figura 1).



**Figura 1.** Gráfico CAO donde se muestra la distribución de la abundancia de especies en cada una de las localidades, representando la Laginha, Salamansa, Baía das Gatas. Con vectores se representan aquellas especies ícticas que contribuyeron a esta ordenación con una correlación de Pearson de 0,3 independientemente del periodo muestreado.

## Conclusiones

Las diferencias entre localidades para los dos primeros periodos puede deberse a que la temperatura sufrió un aumento de abril a octubre, siendo los periodos más cálidos los meses de julio a octubre y los más fríos de diciembre a abril. Esto se ve reflejado en los datos que descargamos de los sensores de registro continuo donde las temperaturas máximas para Laginha y Baía das Gatas fueron 28,26°C y 29,55°C y mínimas de 21,47°C y 21,76°C respectivamente. Mientras que los periodos 1 y 3 aunque estén más cercanos en temporalidad también nos mostraron diferencias tanto en las comunidades como en la temperatura, esto puede ser debido al aumento de la temperatura del mar, o la presencia de olas de calor “heatwaves” tan frecuentes este último año en nuestros océanos (IPCC, 2022)

## Bibliografía

- IPCC, 2022. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (1.a ed.). Cambridge University Press.
- Krajewski, J.P. y Floeter, S.R. 2011. Reef fish community structure of the Fernando de Noronha archipelago (Equatorial Western atlantic): the influence of exposure and benthic composition. Environ. Biol. Fish. 92: 25-40.
- Vergés, A., Steinberg, P. D., Hay, M. E., et al. The tropicalization of temperate marine ecosystems: climate-mediated changes in herbivory and community phase shifts. Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences. 281: 20140846. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0846>

**Agradecimientos** Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto europeo “Seguimiento, control y mitigación de proliferación de organismos marinos asociadas a perturbaciones humanas y cambio climático en la Región Macaronésica” con acrónimo MIMAR+ financiado por la convocatoria PCTMAC 2013-2020.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EL PESO Y LA ADAPTACIÓN SALINA PREVIA SON LOS PRINCIPALES PARÁMETROS QUE PREDICEN TOLERANCIA TÉRMICA CRÍTICA MÁXIMA EN EL PEZ EURIHALINO *Fundulus heteroclitus***

**Anyell Caderno<sup>1</sup>, André Bárány<sup>1,2</sup>, Paula Simó-Mirabet<sup>1</sup>, Ciarán Alvar Shaughnessy<sup>3</sup>, Juan Antonio Martos-Sítcha<sup>1</sup>, Juan Miguel Mancera<sup>1</sup>, Stephen D. McCormick<sup>2</sup>**

Universidad de Cádiz, España, anyell.caderno@uca.es; andre.barany@uca.es; paula.simo@uca.es; juanantonio.sitcha@uca.es; juanmiguel.mancera@uca.es<sup>1</sup>, University of Massachusetts, EE.UU., mccormick@umext.umass.edu<sup>2</sup>, University of Denver, EE.UU., ciaran.shaughnessy@du.edu<sup>3</sup>

**Abstract**

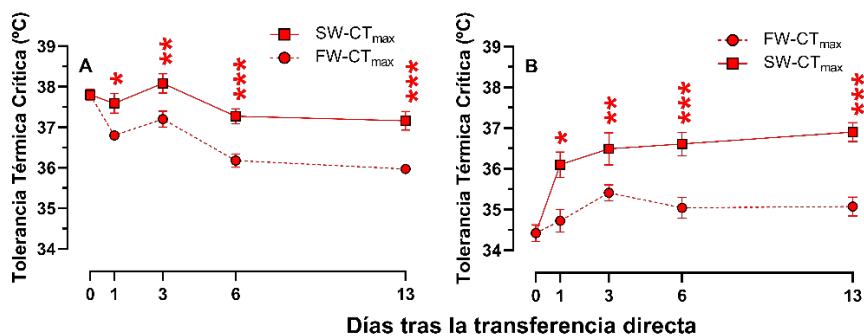
This study investigates whether acclimation to different environmental salinity affects upper thermal tolerance in the euryhaline mummichog (*Fundulus heteroclitus*). Seawater (38 ppt, SW) or freshwater (FW) acclimated mummichog at 18.5 °C ( $T_{acc}$ ) were directly transferred to either FW or SW for 13 days. All fish groups were tested for critical thermal tolerance ( $CT_{max}$ ) and sampled at  $T_{acc}$  and  $CT_{max}$  on days 0, 1, 3, 6, and 13 post-transfer. Samplings aim to analyze plasma osmolality, chloride, glucose, lactate, triglycerides and cortisol, gill  $Na^+/K^+$ -ATPase (NKA) activity, hematocrit, and body mass. Our findings indicate that upper thermal tolerances correlate with the halohabitat (i.e., whether they are acclimated to live in FW or SW) regardless of acclimatization. Specifically,  $CT_{max}$  was influenced by the halohabitat, with SW fish having a higher  $CT_{max}$  than FW fish. This transient decrease in  $CT_{max}$  at FW coincides with lower osmolality and chloride levels than the  $CT_{max}$  SW group. The physiological response to thermal stress ( $CT_{max}$ ), irrespective of the halohabitat, included plasma cortisol, glucose, and lactate levels as well as hematocrit enhancement. We further examined how acclimatization to environmental salinity and all analyzed physiological variables could better predict observed  $CT_{max}$  from respective i)  $T_{acc}$  (average) or ii)  $CT_{max}$  (very same individual) sampled groups. The results indicate that  $CT_{max}$  can be predicted with a 79.87 % accuracy by combining halohabitat and body mass from the  $T_{acc}$  average control groups. Conversely, the best predictors from individual samples of observed loss of equilibrium caused by the  $CT_{max}$  were the combination of cortisol and osmolality (91.05 %).

**Introducción**

La tolerancia térmica se refiere a la capacidad de un organismo para resistir y poder vivir dentro de un rango de temperaturas. Describir las modificaciones fisiológicas relacionados con la tolerancia térmica nos ayudará a comprender las implicaciones ecológicas del cambio climático en curso, especialmente aquellas vinculadas al aumento gradual de las temperaturas promedio del agua y la frecuencia, duración y temperaturas máximas de las olas de calor. Estas situaciones someten a diversas especies, tanto en los sistemas marinos (SW) como de agua dulce (FW), a sus límites superiores de tolerancia térmica. En el presente estudio, abordamos la interacción de la temperatura y la salinidad ambiental sobre la fisiología del teleosteo eurihalino y de clima templado *Fundulus heteroclitus*. De este modo, analizamos las modificaciones de numerosos parámetros fisiológicos en los ejemplares sometidos a diferentes transferencias salinas y tiempos post-transferencia (ver Sección de Material y Métodos). Nuestras hipótesis fueron que: i) la tolerancia térmica ( $CT_{max}$ ) aumentaría durante la aclimatación a SW, ya que las sales disueltas en el agua proporcionan una mejor amortiguación térmica que en ambientes de FW; ii) el choque térmico como consecuencia de la prueba de  $CT_{max}$  reflejaría una pérdida de solutos en los fluidos corporales; e iii) independientemente de la salinidad ambiental,  $CT_{max}$  aumentaría con el incremento de la masa corporal.

## Material y métodos

Los individuos de *F. heteroclitus* ( $n = 360$ ;  $6,32 \pm 0,01$  g) utilizados en este estudio se obtuvieron en las marismas de Puerto Real (Bahía de Cádiz, España). Antes del inicio de la experimentación se aclimataron a condiciones de FW y SW (38 ppt) durante al menos 4 semanas. Los protocolos de incremento de temperatura ( $CT_{max}$ ) se realizaron en tanques de vidrio de 13 L mantenidos en las condiciones originales de salinidad (Figura 1). Los muestreos se realizaron a la temperatura de aclimatación ( $18,5^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{acc}$ ) y a la finalización del protocolo de incremento de temperatura ( $CT_{max}$ ) respecto a cada punto de muestreo en los días 0, 1, 3, 6 y 13 post-transferencia bien de SW a FW o vice versa, y manteniendo los controles respectivos diarios durante todo el experimento. De las muestras tomadas se midieron los siguientes parámetros: i) cortisol, osmolalidad, cloruro, glucosa, lactato y triglicéridos en plasma, ii) la actividad de NKA en las branquias, iii) hematocrito y iv) la masa corporal (DATOS NO MOSTRADOS).



**Figura 1.** Tolerancia térmica crítica máxima ( $CT_{max}$ ) en *Fundulus heteroclitus* transferidos de SW a FW (A), y de FW a SW (B) a lo largo de 13 días (ANOVA de dos vías, *posthoc* test: Sidak).

## Resultados y discusión

Las  $CT_{max}$  se mantuvieron (Fig. 1A) o aumentaron progresiva y significativamente con el tiempo de aclimatación (Fig. 1B) en los individuos mantenidos y/o transferidos a SW, respectivamente, en comparación a los ensayados en FW. En general, e independientemente de la salinidad, la respuesta al estrés térmico ( $CT_{max}$ ) incluyó incrementos en el cortisol, glucosa y lactato plasmáticos, así como de hematocrito. De entre las variables analizadas para predecir las  $CT_{max}$  observadas a partir de los individuos no expuestos al protocolo de incremento de temperatura ( $T_{acc}$ ), y tras aplicar el criterio de información de akaike (DATOS NO MOSTRADOS), solamente la salinidad ambiental y la masa se mostraron como las más apropiadas. Por el contrario, y a partir de los mismos individuos expuestos al protocolo de incremento de temperatura, los mejores parámetros para predecir el shock térmico (deceso) fueron el cortisol y osmolalidad plasmáticas, probablemente debido a la incapacidad para mantener el estado homeostático.

## Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que la falta de capacidad para adaptarse a incrementos de temperatura en especies acuáticas ectotermas de FW, y especialmente estenohalinas y de pequeño tamaño, hace que los modelos subestimen la vulnerabilidad de este tipo de organismos al cambio climático. Esto podría tener especial repercusión en especies con etapas de desarrollo críticas que se ajusten a estas características (*i.e.* peces anádromos), pero también sobre cualquier organismo que dependa del ambiente acuático durante toda o parte de su vida (*i.e.* anfibios, reptiles y/o invertebrados).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DIVULGANDO SOBRE EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS TIBURONES Y RAYAS DEL MEDITERRÁNEO**

*Joseph Julca Mendoza<sup>1</sup>, David Ruiz-García<sup>1</sup>, Juan A. Raga<sup>1</sup>, Claudio Barriá<sup>2</sup>*

*Unidad de Zoología Marina, Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universitat de València, Paterna, España, jjulca@uc.cl \*, david.ruiz-garcia@uv.es, toni.raga@uv.es<sup>1</sup>, Unitat de Zoología, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España, claudio\_barria@hotmail.com<sup>2</sup>*

**Abstract**

Elasmobranchs (sharks and rays) are a key element in the regulation of the marine ecosystem. In the Mediterranean, more than 50% of the species of these cartilaginous fish are in danger of extinction, mainly due to overfishing and habitat degradation. Although there is no directed fishery for elasmobranchs in the northwestern Mediterranean, they are caught bycatch in multi-specific fisheries such as trawling. That is why to establish management measures that allow sustainable capture, sufficient scientific evidence is required on the state of their populations. It is true that the information currently available on the distribution, abundance and vulnerability of a large part of the species that inhabit the western Mediterranean has increased, but better management of this is still necessary. Therefore, collaboration between various actors, such as government agencies, the media and the scientific world, is very important. In this last case, the role of scientific communication and dissemination has taken on great relevance, becoming one of the work areas of many initiatives and projects at the national level, such as ECEME (Assessment of the conservation status of sharks and rays in the Mediterranean), earning it presence in different areas of communication and dissemination such as television, writing, radio, social networks, and of course, his participation in person in congresses, talks, conferences and activities both nationally and internationally. such as its recent participation for the second consecutive year in the science dissemination days at the Parc Científic of the University of Valencia, reaching a large number of audiences of different ages, interests, experiences and opinions.

**Introducción**

La conservación de los elasmobranquios requiere de la colaboración activa de la sociedad y órganos gubernamentales. La ciencia y su divulgación desempeñan un papel fundamental para informar a la sociedad sobre el valor de los elasmobranquios para nuestros ecosistemas, así como para informar los planes de gestión gubernamentales y colaborar en la integración de todos los actores implicados. El proyecto ECEME desarrollado por la Universidad de Valencia, el Instituto de Ciencias del Mar (CSIC) y la Asociación para el estudio y la conservación de los elasmobranquios y sus ecosistemas, Catsharks, tiene como objetivo evaluar el estado de conservación de los tiburones y rayas del Mediterráneo.

**Material y métodos**

Para cumplir este objetivo se realizaron un total de 189 campañas de observación a bordo de embarcaciones de pesca de arrastre. Estos muestreos cubrieron la zona que abarca desde Rosas en Girona hasta Cartagena en Murcia, entre los 50 y 800 metros de profundidad y se documentaron un total de 16 especies, incluyendo siete especies de tiburones y nueve rayas, cuya información fue procesada, y posteriormente divulgada a través de diferentes medios entre el público no experto.



## Resultados y discusión

Entre el total de especies documentadas cuatro de ellas fueron las que predominaron en las capturas: la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*), la pintarroja boca negra (*Galeus melastomus*), el negrito (*Etmopterus spinax*) y la tembladera (*Torpedo marmorata*).

Esta información es esencial para establecer planes de manejo, considerando que la mayor parte de la investigación actual utiliza métodos independientes a la pesca comercial y la mayoría de la biomasa de elasmobranquios capturada no se desembarca o se etiqueta incorrectamente en las estadísticas de pesca.



**Figura 1.** Participación en Jornada de divulgación científica Experiencia 2022, en el Parc Científic de la Universitat de València.

## Conclusiones

El estudio llevado a cabo proporcionó información actualizada sobre el estado y la composición de la comunidad de elasmobranquios en los caladeros de pesca de arrastre del Mediterráneo español, contribuyendo con ello a un mejor entendimiento de los factores que moldean su estructura y distribución espacial.

Resulta esencial estudiar y comprender la dinámica de estos factores para poder desarrollar estrategias adecuadas de gestión y conservación de las poblaciones de elasmobranquios en la zona, comprendiendo los futuros impactos potenciales de la pesca, la pérdida de hábitat y el cambio global, así como su comunicación y divulgación entre la audiencia no experta en el tema.



## I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

### IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## ASOCIACIÓN DEL CAMARÓN *THOR AMBOINENSIS* (De Man, 1888), Y LA ANÉMONA *TELMATACTIS CRICOIDES* (Duchassaing, 1850) EN CANARIAS.

Eulalia Peraza González<sup>1</sup>, María J. Padrón Álvarez<sup>2</sup>, José A. Pérez Pérez<sup>3</sup>, Sabrina Clemente Martín<sup>4</sup>  
 Universidad de La Laguna, España<sup>1,2,3,4</sup>. eperazag@ull.edu.es<sup>1</sup>

### Abstract

Symbiotic relationships are very common in marine ecosystems. Among cnidarians, anemones are considered the group that establishes more associations, with crustaceans being the most common. In the Canary Islands, the giant anemone *Telmatactis cricoides* has been described in association with many species, being the caridean shrimp *Thor amboinensis* the most abundant. This study examines this association through laboratory experiments and field surveys in their natural environment. Association rates between both species were recorded in three locations in Tenerife by scuba diving. This was supported with host choice experiments in the laboratory, where the shrimps were offered three different anemones to test their host preference. Additionally, the association with the subject anemone of this study (*T. cricoides*), colonization time, and duration of association, were compared based on the strategy (group or solitary individuals) and the origin of the shrimps (from the natural environment or captivity). High association rates were recorded (41%) in the field, between *T. cricoides* and *T. amboinensis*. In laboratory, no preference for any specific anemone offered was found among the shrimps from the natural environment or captivity, showing up the generalist symbiotic condition described for *T. amboinensis*. Although statistical analyses yielded non-significant values, it was observed that the group strategy favored anemone colonization, while solitary individuals remained associated with *T. cricoides* for a longer period. In conclusion, this study highlights the complexity of symbiotic relationships and the flexibility of the shrimp *T. amboinensis* to associate to new hosts. Future studies that investigate the chemical nature of this association are needed, in order to a better understanding of it.

### Introducción

Las relaciones de simbiosis son muy comunes en la naturaleza, sobre todo en ambientes marinos, debido a la gran competencia por espacio y recursos (Castro, 1988). El grupo de los cnidarios y los crustáceos destacan por presentar el mayor número de asociaciones en el medio marino (Fernandez-Leborans, 2013). En Canarias, la especie de anémona *Telmatactis cricoides* (Duchassaing, 1850) es bien conocida por la enorme cantidad de especies con las que se asocia (Wirtz, 1997; Peraza & Clemente, 2019), entre ellas el camarón pistola *Thor amboinensis* (De Man, 1888). A pesar de que se han realizado dos estudios en Canarias sobre la tasa de asociación de esta especie con la anémona gigante *T. cricoides* (Wirtz, 1997; Peraza & Clemente, 2019), no se sabe exactamente en qué consiste dicha simbiosis. Por ello, y dada la importancia de las relaciones simbióticas en el medio marino, y la falta de información en Canarias, este estudio se centró en ahondar en la naturaleza de la asociación de estas dos especies mediante experimentos de laboratorio y observaciones en el campo.

### Material y métodos

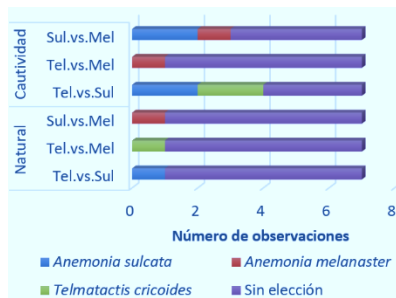
Se estudió la tasa de asociación del camarón *Thor amboinensis* con la anémona *Telmatactis cricoides* en tres localidades de la isla de Tenerife, mediante buceo autónomo. Además, se realizaron tres tipos de experimentos, para comprobar la preferencia de hospedador de los camarones, dónde se le ofrecían dos posibles anémonas hospedadoras (a escoger entre *Telmatactis cricoides*, *Anemonia sulcata*, y *Anemonia melanaster*); Y experimentos de asociación individual vs grupal del camarón con la anémona, en los que se juntó un individuo del camarón, o un grupo de tres camarones, con un único individuo de *T. cricoides*. Para cada experimento se testearon 14 camarones (siete recogidos del medio, en asociación con *T. cricoides*, y otros siete de cautividad) con un total de 7 réplicas cada tratamiento. Se registró la primera elección de hospedador de cada camarón, y la posición del mismo con respecto a la anémona, tiempo que tardan en asociarse, y tiempo en asociación con la anémona de estudio,



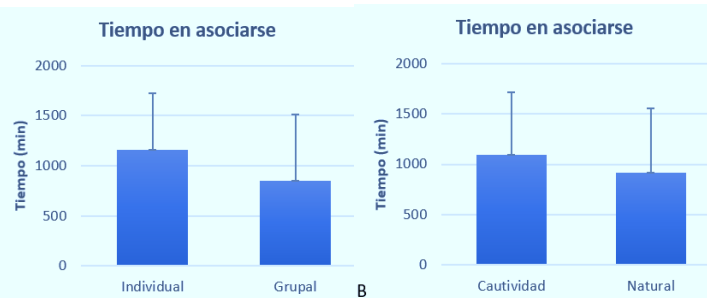
durante las 24h de experimento. Se realizaron análisis de frecuencias chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) (IBM Statistics SPSS 25) y análisis univariantes de la varianza por permutaciones (PERANOVAs).

## Resultados y discusión

Se encontró una tasa media de asociación en el medio del 41%, coincidiendo con dos trabajos anteriores (Wirtz, 1997; Peraza & Clemente, 2019). La mayoría de las asociaciones fueron grupales, con hasta 21 individuos en una misma anémona, pues se trata de la estrategia más común para este camarón (Baeza and Thiel, 2003). En el experimento de elección de hospedador, no se mostró una preferencia por ningún hospedador según la procedencia de los organismos (cautividad o medio natural) (Fig.1). En los experimentos de asociación individual vs grupal, no se encontraron diferencias entre el tiempo que tardaron en colonizar la anémona, según su estrategia (grupal o individual) o su procedencia (natural vs cautividad). Tampoco para el tiempo en asociación. No obstante, las gráficas de medias demostraron una asociación más rápida para los organismos que actuaron en grupo (Fig. 2A), lo cual coincide con algunos estudios donde confirman que la colonización de un hospedador es energéticamente costosa, y por ello son más efectivas en grupos (Baeza & Thiel, 2003). Los organismos que actuaron de forma individual estuvieron más tiempo unidos a la anémona, esto podría estar relacionado con la baja capacidad defensiva que tiene esta especie (Thiel & Baeza, 2001). Por su parte, los individuos del medio natural se asociaron antes a la anémona (Fig. 2B), y en asociaciones más duraderas, probablemente por el previo contacto en el medio con la anémona de estudio (Mascaró et al., 2012).



**Figura 1.** Primera elección de hospedador en cada tratamiento según la procedencia de los camarones (medio natural o de cautividad).



**Figura 2.** Tiempos en minutos (Media $\pm$ DS) que tardaron en asociarse los camarones a *Telmatactis cricoides*, según, A) Estrategia (individual o grupal), B) Procedencia (medio natural o cautividad).

## Bibliografía

- Baeza, J. A., & Thiel, M. (2003). Predicting territorial behavior in symbiotic crabs using host characteristics: a comparative study and proposal of a mode. *Marine Biology*, 142:93-100.
- Castro, P. (1988). Animal Symbioses in Coral Reef Communities: a Review. In *Symbiosis* (Vol. 5). Balaban Publishers.
- Fernández-Leborans, G. (2013). A review of cnidarian epibionts on marine crustacea. In *Oceanological and Hydrobiological Studies* (Vol. 42, Issue 3, pp. 347–357).
- Mascaró, M., Rodríguez-Pestaña, L., Chiappa-Carrara, X. & Simoes, N. (2012). Host selection by the cleaner shrimp *Ancylomenes pedersoni*: do anemone host species, prior experience or the presence of conspecific shrimp matter? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 413, 87–93
- Peraza, E., & S. Clemente. (2019). Aspectos sobre la distribución de un actiniario (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) frecuente en Canarias, *Telmatactis cricoides*, y de su fauna asociada. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, Vol. XXXI, 49-74.
- Thiel, M., & Baeza, J. A. (2001). Factors affecting the social behaviour of crustaceans living symbiotically with other marine invertebrates: A modelling approach. *Symbiosis*, 30, 163–190.
- Wirtz, P. (1997). Crustacean symbionts of the sea anemone *Telmatactis cricoides* at Madeira and the Canary Islands. *Journal of Zoology*, 242(4), 799–811.

**Agradecimientos** El presente estudio es parte del objetivo de una tesis doctoral de la universidad de La Laguna, financiada por el gobierno de Canarias, y por el proyecto público de equipamiento e infraestructuras de I+D "Investigación en ciencias marinas de la Universidad de La Laguna, INMAR" financiado por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

¿FORMAN *Limonium carminis* Y *Limonium malacitanum* PARTE DE UN SINGAMEÓN?

Esteban Salmerón Sánchez<sup>1</sup>, Antonio Rivas Rangel<sup>2</sup>, Encarna Merlo Calvente<sup>1</sup>, Carlos Salazar Mendías<sup>3</sup>, Antonio Jesús Mendoza Fernández<sup>4</sup>, Lucía Miranda<sup>1</sup>, María Jesús Fernández Cobo<sup>1</sup>, Juan Mota Poveda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Almería, Spain, esanchez@ual.es, emerlo@ual.es, lmh657@inlumine.ual.es, mfc723@inlumine.ual.es, jmota@ual.es. <sup>2</sup>Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológico en Espacios Naturales, Spain, jbotanico.castillejo.cma@juntadeandalucia.es. <sup>3</sup>Universidad de Jaén, Spain, csalazar@ujaen.es, <sup>4</sup>Universidad de Granada, Spain, amf788@ugr.es

**Abstract**

*Limonium malacitanum* B. Díez, an endangered species, displays fragmented and isolated populations and faces various threats. Recent studies, including the newly described *Limonium carminis* B. Díez & Erben, have revealed the potential hybrid origin of these species which could be originated from other related species such as *L. ovalifolium* Kuntze and *L. algarvense* Erben. To check the possible hybrid origin, cloning and sequencing of the amplified products from the ITS regions of nrDNA were conducted. Consequently, the allopolyploid nature of both *L. malacitanum* and *L. carminis* was confirmed, as a consequence of the hybridization of different species, including those within the complexes of *L. cossonianum* Kuntze, *L. ovalifolium*, and *L. auriculae-ursifolium* (Pourr.) Druce. The genus *Limonium* Mill. is known for the existence of gene exchange among its species, giving rise to nested networks of syngameons with a hierarchical pattern of inter-fertility. Syngameons consist of distinct species that remain recognizable despite interspecific gene flow, and genetic coherence is maintained despite introgression. Further research will be necessary to understand the evolutionary dynamics and implications for the conservation of these findings.

**Introducción**

*Limonium malacitanum* B. Díez es una especie catalogada en Peligro de Extinción por presentar poblaciones fragmentadas y aisladas, que además están sujetas a diversos factores de amenaza (Cabezudo et al., 2005). Recientemente, la Dra. Díez Garretas propuso una nueva especie, llamada *Limonium carminis* B. Díez & Erben (Díez-Garretas, 2022), para una de las poblaciones de esta especie ubicada en la localidad del balneario del Carmen (Málaga). Un estudio preliminar, que analizó las secuencias del ADN nuclear ribosómico (Salmerón-Sánchez et al., 2021), encontró en todas estas poblaciones (incluida la de *L. carminis*) la presencia de un patrón de aditividad nucleotídica, que sería concordante con la combinación de ribotipos presentes en especies como *L. ovalifolium* Kuntze o *L. algarvense* Erben. La existencia de híbridos entre los taxones mencionados ya ha sido documentada (Erben, 1993). La confirmación de esta hibridación respaldaría la necesidad de proteger tanto a *L. malacitanum* como a *L. carminis*. Por lo tanto, el presente estudio tiene por objeto confirmar dicha hipótesis y determinar qué especies podrían estar involucradas en el proceso de hibridación.

**Material y métodos**

Para abordar la representación de la variabilidad detectada en las diferentes poblaciones e individuos de *L. malacitanum* (y la única población de *L. carminis*), se llevó a cabo la clonación de los fragmentos amplificados obtenidos en la fase inicial del estudio (Salmerón-Sánchez et al., 2021), en un total de seis individuos (cinco de *L. malacitanum* y uno de *L. carminis*). Esos seis individuos constituyen una buena representación de la variabilidad encontrada en toda la distribución de la especie. La selección de dos individuos de El Cantal atendió a escrutar la variabilidad presente en una misma localidad.

## Resultados y discusión

Como resultado de la experiencia se obtuvieron, a partir de cada fragmento amplificado, ocho clones (excepto en el caso de la muestra perteneciente a *L. carminis*, de la que se obtuvieron 12), lo que sumaron un total de 52 secuencias ribotípicas. En las localidades de *L. malacitanum*, se encontraron ribotipos relacionados con *L. cossonianum* Kuntze, y los complejos *L. ovalifolium* y *L. auriculae-ursifolium* (Pourr.) Druce. Teniendo en cuenta que estos análisis incluyeron material colectado en El Cantal, podemos confirmar sin ninguna duda, el origen híbrido de *L. malacitanum* y su naturaleza aloploidia. En el caso de *L. carminis* se encontraron ribotipos asociados a *L. cossonianum* y al complejo *L. binervosum* (G.E.Sm.) C.E.Salmon. Estos resultados confirmarían el origen híbrido de los individuos presentes en esta localidad, aunque distinto al de las poblaciones de *L. malacitanum*.

## Conclusiones

En el género *Limonium* es común observar el intercambio de genes entre especies que han evolucionado como un conjunto anidado de singameones con un patrón jerárquico de interfertilidad. Un singameón es una red reproductiva, en la que se pueden reconocer especies distintas a pesar del flujo de genes interespecíficos. Este concepto está inspirado en gran medida en trabajos centrados en *Quercus* (Grant, 1981), y parece apropiado para ser aplicado también en el género *Limonium*. Al respecto, como puede ser el caso de *L. carminis*, un singameón se compone de entidades que la mayoría de los taxónomos considerarían "buenas especies", es decir, reconocibles (Hipp et al., 2019). Además, las especies en el singameón son genéticamente coherentes porque muchas porciones características del genoma siguen siendo divergentes a pesar de una historia de introgresión.

## Bibliografía

- Cabezudo, B., Talavera, S., Blanca, G., Salazar, C., Cueto, M., Valdés, B., ... & Navas, D. (2005). Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla.
- Díez-Garretas, B. (2022). *Limonium carminis*, una nueva especie de Plumbaginaceae para Málaga (España). *Flora Montiberica*, 82, 113-115.
- Erben M. (1993). *Limonium* Mill. In S. Castroviejo et al. (Eds.), *Flora iberica* 3 (pp. 2-143), CSIC, Madrid.
- Grant, V. (1981). *Plant speciation*. Columbia University Press, New York Chichester, West Sussex.
- Hipp, A. L., Whittemore, A. T., Garner, M., Hahn, M., Fitzek, E., Guichoux, E., ... & Cannon, C. H. (2019). Genomic Identity of White Oak Species in an Eastern North American Syngameon. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 104(3), 455-477.
- Salmerón-Sánchez, E., Rivas Rangel, A., Merlo, E., Salazar Mendías, C., Mendoza-Fernández A. J., & Mota J. (2021). Caracterización molecular de la especie *Limonium malacitanum* B. Díez, endemismo costero amenazado. *III Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar. Libro de Resúmenes* (pp. 76-77). Universidad de Granada, Granada.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la Junta de Andalucía, a través del contrato, titulado "Identificación específico híbrida del núcleo de *Limonium* Baños del Carmen, (CONTR 2021 0000245363), y por el proyecto "Caracterización taxonómica y nutricional de especies vegetales amenazadas del género *Limonium* endémicas de hábitats costeros. Desarrollo de estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* (SEALAV)", financiado por CEI-MAR (CEI-JD-12).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE BACTERIAS FOTOHETERÓTROFAS EN EL MAR DE ALBORÁN**

*Jorge J. Santos-Bruña<sup>1</sup>, Carlota R. Gazulla<sup>1</sup>, Ana M. Cabello<sup>1</sup>, Jesús M. Mercado<sup>1</sup>, Isabel Ferrera<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Centro Oceanográfico de Málaga, IEO-CSIC, España, [jorgejuansantos23@gmail.com](mailto:jorgejuansantos23@gmail.com)

**Abstract**

Aerobic Anoxygenic Phototrophic bacteria (AAP) play a significant role in marine biogeochemical cycles. The diversity of AAPs becomes particularly relevant when considering their relationship with seasonal, annual, and spatial changes, as these organisms are subjected to variations in environmental factors across different geographic locations and over time. This study focuses on investigating the variability of AAPs during three expeditions in the Alborán Sea, a region where these organisms had never been explored. The results show seasonal and spatial changes in the contribution of different phylogroups to the AAPs community. In addition, the study highlights the importance of particle-associated microenvironments for AAP diversity and provides valuable insights into their ecological responses to environmental fluctuations. These findings contribute to understand AAP ecology and their dynamics on marine ecosystems. Further investigations are needed to explore the causes and consequences of these variations.

**Introducción**

Las bacterias aeróbicas fototróficas anoxigénicas (AAPs) son un grupo de organismos heterótrofos muy diverso taxonómicamente con bacterioclorofila *a* (BChl) que remineralizan materia orgánica para obtener energía, siendo capaces también, como fotótrofos, de utilizar la luz absorbida por este pigmento. Describir la diversidad de AAPs es especialmente relevante para entender cómo responden a los cambios temporales y espaciales (Auladell et al., 2019; Gazulla et al., 2023). Por ello este trabajo se centra en estudiar la variabilidad de las AAPs en gradientes costeros durante tres campañas realizadas en el Mar de Alborán, con el objetivo de vislumbrar algo más de información sobre la ecología de estos microorganismos en ambientes costeros y sus respuestas a cambios ambientales.

**Material y métodos**

Los datos procesados en este trabajo proceden de tres campañas del proyecto ESMARES (01-2021, 01-2022, 03-2022) durante las cuales se recogieron muestras de agua de superficie en diferentes estaciones localizadas siguiendo un transecto perpendicular a la costa en Algeciras (AG), Sotogrande (ST), Málaga (MA) y Almería (AL). Tras prefiltrar las muestras con una malla de 200  $\mu\text{m}$ , el agua de mar se filtró secuencialmente para separar las bacterias asociadas a partículas de las de vida libre usando una bomba peristáltica y filtros de 3 y 0.2  $\mu\text{m}$ . El ADN se extrajo de los filtros con el DNeasy PowerSoil Pro-Kit (Qiagen). Para identificar AAPs se amplificó el gen *pufM* de las muestras de ADN utilizando los cebadores UniF/UniR y esta amplificación fue secuenciada mediante Illumina MiSeq (2x~ 250 bp) (Gazulla et al., 2023). Para extraer las variantes de las secuencias de amplicones (ASVs) se utilizó DADA2 v1.10. El procesamiento posterior y el análisis estadístico se realizó en R v4.3.0.

**Resultados y discusión**

Los resultados mostraron mayor riqueza específica (ASVs) en las muestras ligadas a partículas (filtro de 3  $\mu\text{m}$ ) que en las muestras de bacterias de vida libre (filtro de 0.2  $\mu\text{m}$ ). Se obtuvieron diferencias

estacionales en la diversidad y abundancia relativa de los grupos taxonómicos identificados en las diferentes campañas, así como en las distintas fracciones (Fig.1). En general, los grupos Burkholderiales, B y Rhodobacterales (G) tuvieron mayor presencia en marzo de 2022, siendo los grupos A, C y D más dominantes durante enero de ambos años (Fig.1). Asimismo, el Grupo J y Rhizobiales fueron más prevalentes asociados a partículas.



**Figura 1.** Abundancias relativas de los grupos de AAPs identificados. Se diferencia por modo de vida (0.2, 3  $\mu$ m), campaña (01-2021, 01-2022, 03-2022), y estación (AG, AL, MA, ST). El número de estación indica distancia a costa, siendo la 1 la más costera.

La radial de AG presentó mayor variabilidad entre campañas, destacando la alta proporción de Rhodobacterales durante marzo de 2022 frente a enero del mismo año (Fig.1). También se constató que, en las radiales de AL, ST y MA el grupo A aumentó su dominancia en las estaciones *offshore* disminuyendo a su vez la presencia de Rhodobacterales (G), el patrón opuesto al obtenido en AG (Fig.1). Esto podría indicar una competición por nicho común en condiciones ambientales diferentes. El análisis de coordenadas principales (PCoA) mostró una alta similaridad entre las muestras de enero de 2022 de las radiales de Algeciras y Sotogrande, lo que podría ser explicado por la cercanía espacial de ambas radiales y la influencia común por factores ambientales.

## Conclusiones

Aun siendo todavía reducida la disponibilidad de datos secuenciados procedentes de las campañas realizadas, este trabajo destaca la importancia de las partículas como microambientes para la diversidad de AAPs, mostrando preferencia por ellos algunos de los grupos taxonómicos identificados. Además, se ha evidenciado marcada variabilidad de estas comunidades dentro del marco geográfico del Mar de Alborán. Estos resultados contribuyen a un mejor entendimiento tanto de la ecología de las AAPs como de su respuesta a cambios ambientales en los ecosistemas marinos. Sin embargo, es necesario seguir investigando en las posibles causas que provocan estas variaciones así como en las consecuencias que tienen sobre los ciclos biogeoquímicos y la estructura de la red trófica marina.

## Bibliografía

- Auladell, A., Sánchez, P., Sánchez, O., Gasol, J. M., y Ferrera, I. (2019). Long-term seasonal and interannual variability of marine aerobic anoxygenic phototrophic bacteria. *The ISME journal*, 13(8), 1975-1987.
- Gazulla, C. R., Cabello, A. M., Sánchez, P., Gasol, J. M., Sánchez, O., y Ferrera, I. (2023). A Metagenomic and Amplicon Sequencing Combined Approach Reveals the Best Primers to Study Marine Aerobic Anoxygenic Phototrophs. *Microbial Ecology*, 1-12.

**Agradecimientos** Este trabajo ha recibido financiación de los proyectos ECLIPSE (PID2019-110128RB-I00, AEI) y ESMARES\_C4A2 (MITERD).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE BACTERIAS  
FOTOHETERÓTROFAS EN EL OCÉANO ATLÁNTICO**

*Carlota R. Gazulla<sup>1,2</sup>, Olga Sánchez<sup>1</sup>, Josep M. Gasol<sup>3</sup>, Isabel Ferrera<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Universitat Autònoma de Barcelona, España, lotaruz@gmail.com*, <sup>2</sup> *Centro Oceanográfico de Málaga (IEO-CSIC), España*, <sup>3</sup> *Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), España*

**Abstract**

The sunlit ocean is home to a wide range of microorganisms performing key biogeochemical processes. Among them, the aerobic anoxygenic phototrophic (AAP) bacteria stand out due to their dual metabolism, they can obtain energy from light but depend on organic substrates for growth. AAP bacteria have a preference for eutrophic areas but are present throughout the entire epipelagic zone. However, most of the studies analyzing them are restricted to the surface ocean, and little is known about their distribution along the water column. We hypothesize that the distribution of AAP bacteria will be strongly connected to the chlorophyll distribution. To test it, we took samples at different depths in 27 stations across the South and Mid Atlantic Ocean, and measured cell abundances and pigment concentrations. Our results show that the distribution of AAPs correlates with the deep chlorophyll maximum distribution in areas of contrasting productivity. Besides, we estimated the light energy captured by AAP bacteria and the phytoplankton and discuss their different patterns along the depth gradient.

**Introducción**

Las bacterias aerobias anoxigénicas (AAPs, del inglés “aerobic anoxygenic phototrophic bacteria”) son organismos fotoheterótrofos que pueden obtener energía de la luz solar usando el pigmento bacterioclorofila-*a*, pero no pueden fijar carbono y dependen de sustratos orgánicos que encuentran disueltos en el océano (Koblížek, 2015). Su descubrimiento en la superficie del océano en el año 2000 supuso un cambio de paradigma en la visión que se tenía del ciclo del carbono (Kolber, 2000). Las AAPs se distribuyen a lo largo de toda la zona epipelágica, siendo más abundantes en zonas eutróficas. Sin embargo, la mayoría de estudios que han analizado su distribución se han centrado en la superficie del océano y apenas hay datos sobre su distribución en la columna de agua. En este estudio hipotetizamos que la distribución de las AAPs está ligada a la del fitoplancton y en concreto a la estructura del máximo profundo de clorofila (DCM, “deep chlorophyll maximum”). Para testar esta hipótesis, muestreamos agua a diferentes profundidades en un transecto en el océano Atlántico, a lo largo de áreas con una productividad primaria muy contrastada. En cada estación, tomamos muestras de agua para estimar la abundancia de las AAPs y la concentración de la bacterioclorofila-*a* y la clorofila-*a*. Además, usamos estas medidas para estimar la actividad fototrófica de las AAPs y compararla con la del fitoplancton.

**Material y métodos**

El muestreo tuvo lugar en el marco de la campaña oceanográfica POSEIDON, a bordo del B.O. *Sarmiento de Gamboa*, en marzo-abril del 2019, en un transecto de más de 9000 kilómetros, desde Punta Arenas (Chile) hasta Tenerife (Islas Canarias, España). A lo largo de 27 estaciones, se cogieron muestras a diferentes profundidades, siguiendo el patrón de clorofila que mostraba el fluorímetro instalado en la roseta-CTD, obteniendo un total de 147 muestras. La abundancia de AAPs se calculó mediante microscopía de epifluorescencia en el infrarrojo, y la concentración de bacterioclorofila-*a* y clorofila-*a* mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). Seguidamente, complementando



con datos de satélite, se pudo determinar la capacidad fototrófica celular de las AAPs y del fitoplancton.

### Resultados y discusión

El transecto analizado pasa por el giro oligotrófico del Atlántico Sur, con máximos de clorofila por debajo de los 100 m, que contrasta con otras zonas eutróficas con máximos de clorofila intensos ( $>1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) y poco profundos (Figura 1A). La abundancia de AAPs y la concentración de bacterioclorofila-*a* tiene una estructura similar a la del DCM (Figura 1B), lo que apunta a que probablemente su distribución está ligada a la del fitoplancton.

Pese al aparente acoplamiento entre ambos grupos funcionales, los cálculos de actividad fototrófica muestran estrategias ecológicas diferentes. Las AAPs, al contrario que el fitoplancton, no aumentan el número de fotosistemas por célula al disminuir la luz solar disponible. Como consecuencia, la energía capturada por las AAPs disminuye considerablemente desde la superficie hasta la zona del máximo de clorofila. Estos resultados sugieren que las AAPs, en la superficie, tienen su máxima actividad fototrófica, que probablemente les ayuda a reemplazar procesos de fosforilación oxidativa y reservar sustratos orgánicos para su crecimiento (Koblížek, 2015). En cambio, en zonas eutróficas donde la materia orgánica es abundante, las AAPs tienen un metabolismo prácticamente heterótrofo, y la energía obtenida de la luz solar es solo una fuente muy secundaria de energía.

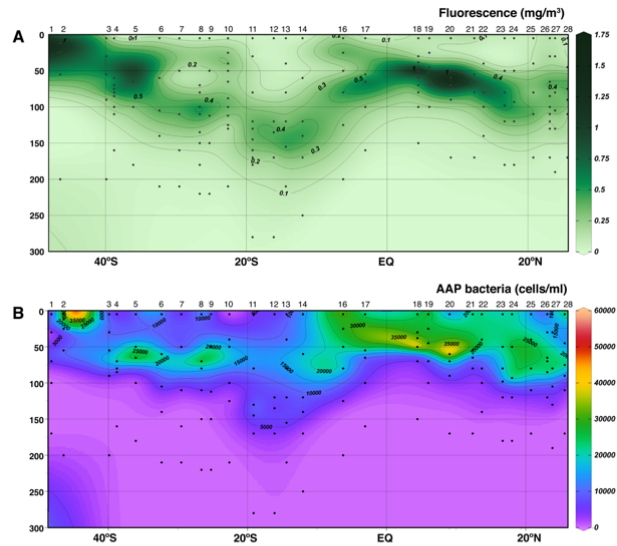
### Conclusiones

La distribución de abundancias celulares y pigmentos fotosintéticos revela que los patrones ecológicos de las AAPs están muy ligados al fitoplancton. Su actividad fototrófica es máxima en la superficie y disminuye en el DCM, donde la disponibilidad de materia orgánica es mayor. Este estudio proporciona información relevante sobre los patrones de distribución de las AAPs y su interacción con el fitoplancton y nos permite entender mejor su rol ecológico en el medio marino.

### Bibliografía

- Koblížek M (2015) Ecology of aerobic anoxygenic phototrophs in aquatic environments FEMS Microbiol Rev, 39, 854–870.
- Kolber ZS, Van Dover CL, Niederman R a, Falkowski PG (2000) Bacterial photosynthesis in surfacewaters of the open ocean Nature, 407, 177–179.

**Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto ECLIPSE (PID2019-110128RB-I00/AEI/10.13039/501100011033) de I.F., el proyecto MICOLOR de J.M.G. (PID2021-125469NB-C31) y O.S. (PID2021-125469NB-C32), y la beca ESTPIF2022-22 (concedida por el Banco Santander) a C.R.G.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ISOLATION AND CULTURE OF SYMBIOTIC BACTERIA FROM MEDITERRANEAN CORALS**

**Rocío Mozo<sup>1</sup>, Andrea Illa-Oviedo<sup>1</sup>, Javier del Campo<sup>1</sup>**

*Institut de Biologia Evolutiva (CSIC-Universitat Pompeu Fabra), Spain<sup>1</sup>, r19momu@gmail.com, andreaillaoviedo@gmail.com, jdelcampo@ibe.upf-csic.es*

**Abstract**

Corals are facing an unprecedented crisis – global change has resulted in mass mortality events and diseases that cause worldwide declines in coral populations. In order to palliate the consequences of this ecological crisis, it is key to improve our understanding of the coral holobiont. The symbiotic consortium that lives in association with corals plays an important role in maintaining their host health. However, the detailed mechanism behind these interactions is still unknown. In this project, we propose a culture-approach to study the prokaryotic diversity of the coral microbiome, as cultures will help characterize in depth the specific function of the symbionts. We studied the bacterial community of 4 Mediterranean corals (*L. sarmentosa*, *C. caespitosa*, *Eunicella* sp. and *P. clavata*), performing a taxonomical characterization of the different symbionts and creating a cryobank for a long-term storage of the cultures. This sets a starting point for future research in coral conservation, as understanding the role of bacterial symbionts can help us develop novel solutions such as coral probiotics.

**Introduction**

Corals are marine organisms with high ecological, social and economic value. They live in association with a complex microbial network conforming what is called the coral holobiont. These interactions with microorganisms underpin coral health and contribute to host survivability. However, our knowledge regarding this coral symbiotic consortium is nowadays still limited and group biased. During the last decades, and as a result of global warming and marine ecosystem degradation, there have been severe declines in coral populations worldwide. Coral resilience under these environmental changes is tightly linked to their association with microbial communities – a healthy microbiota can potentially increase coral survival by facilitating a short-term adaptation to the stressors. However, host-microbe interactions and their role in shaping coral health is still not well understood (Schultz et al., 2022). To mitigate the consequences of this unprecedented ecological crisis, we must improve our knowledge on corals with special emphasis in the study of their diverse microbial associations. A better understanding of the coral holobiont and these symbiotic interactions can help us create stronger and science-founded conservation actions. Under this premise, this project aims to uncover the cultivable prokaryotic diversity of Mediterranean coral's microbiome and ultimately create a cryobank of the different bacterial isolates cultured from the coral. Up to date, coral microbiome has been mostly studied through molecular approaches, but we need to complement this with in-vitro experimentation in order to describe in detail these host-microbe interactions (Li et al., 2022). Taxonomically describing the bacterial symbionts of these corals and preserving them in a cryobank will allow us to further study the role that these microorganisms play in maintaining coral's health and, therefore, explore possible applications for coral conservation such as the creation of probiotics.

**Materials and methods**

We studied the bacterial symbionts associated with 4 different species of Mediterranean corals: *Leptogorgia sarmentosa*, *Cladocora caespitosa*, *Eunicella* sp. and *Paramuricea clavata*. Bacterial cultures were obtained from grinded fractions of the corals. After a morphological characterization of the



colonies, we isolated the different strains through various steps of culturing in solid (Marine Agar 50%) and liquid mediums (Marine Broth), finally achieving pure cultures. The bacterial cultures obtained after the process of isolation were then used for two purposes: DNA extraction for molecular identification and storage in a cryobank. In order to taxonomically characterize the bacteria, their DNA was extracted and a PCR was performed to amplify the 16S rRNA gene, which was then sequenced using Sanger sequencing. These 16S sequences were blasted and used to build phylogenetic trees. On the other hand, using glycerol as a cryoprotectant, the isolates were frozen at -80°C, creating a cryobank that allows their storage so that these coral symbionts can be cultured again in the future.

## Results and discussion

Studying the bacterial biodiversity that lives in association with Mediterranean corals is key to understand their ecology as holobionts. Furthermore, coral research is usually biased towards the study of tropical corals and often Mediterranean species result understudied. The morphological and taxonomical results describe coral prokaryotic symbionts from the classes *Gammaproteobacteria*, *Alphaproteobacteria* and *Flavobacteria*, with representants across 15 different genus. The phylogenetic trees built using their 16S sequences provide information about their position in the bacterial tree of life and allow following their evolutionary history and relationships. Approaching the study of coral associated bacteria through cultures can provide new insights into host-microbe interactions. Most of our knowledge on the coral microbiome derives from molecular approaches, but these tools remain limited when it comes to making functional statements. It is necessary to complement this molecular data with research on in-vitro cultures, as they allow us to make a profound functional characterization of the bacteria. Culturing coral-associated bacteria in the lab is therefore important to describe symbiotic interactions in detail and fully comprehend the role these microorganisms have in maintaining their host health. Furthermore, the creation of a cryobank allows long-term access to the culture collection of these bacterial symbionts, which can be helpful for future studies. This enables us to experiment with the different microorganisms, obtain their genomes to explore their symbiotic relationship with the host and even do long-term monitoring of the coral microbiome. All of these can help designing novel solutions such as probiotics to help conserve corals. More results will be obtained and presented during the conference, as currently new sequences are being processed.

## Conclusions

This work sheds light on the prokaryotic biodiversity associated with 4 Mediterranean corals, setting the basis for future research on possible applications for conservation strategies. Bacterial isolates can be accessed through the cryobank for further experimentation, necessary to improve our understanding of host-microbe dynamics and exploring their potential use as probiotics, which could help restore coral's health.

## Bibliography

- Li, J., Zou, Y., Yang, J., Li, Q., Bourne, D. G., Sweet, M., Liu, C., Guo, A., & Zhang, S. (2022). Cultured Bacteria Provide Insight into the Functional Potential of the Coral-Associated Microbiome. *MSystems*, 7(4), e00327-22. <https://doi.org/10.1128/msystems.00327-22>
- Schultz, J., Modolon, F., Rosado, A. S., Voolstra, C. R., Sweet, M., & Peixoto, R. S. (2022). Methods and Strategies to Uncover Coral-Associated Microbial Dark Matter. *MSystems*, 7(4), e00367-22. <https://doi.org/10.1128/msystems.00367-22>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## INFLUENCIA ANTRÓPICA EN LA BIODIVERSIDAD MICROBIANA DE ACUÍFEROS COSTEROS

*Fernando Sola<sup>1</sup>, María del Carmen Vargas-García<sup>2</sup>, Ángela Vallejos<sup>1</sup>*

Área de Geodinámica Externa, Dpto. Biología y Geología, Universidad de Almería, España, fesola@ual.es, avallejo@ual.es<sup>1</sup>, Área de Microbiología, Dpto. Biología y Geología, Universidad de Almería, España, mcvargas@ual.es<sup>2</sup>

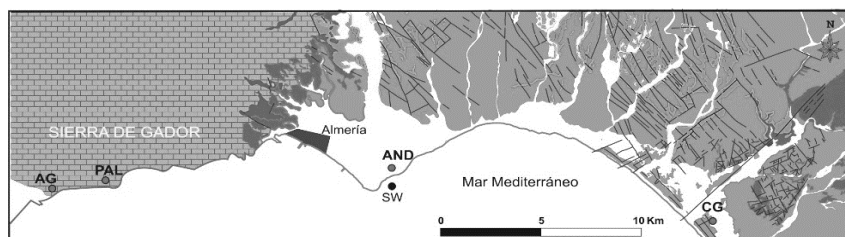
### Abstract

From the study of four coastal aquifers, it has been determined that the physicochemical composition or nature of the aquifer (detrital or carbonate) is not a determining factor in the microbiological content of these aquifers. On the contrary, other external factors, such as anthropogenic action that contributes to contaminants, favor the development of a more varied microbiota than in the case of pristine aquifers.

### Introducción

Los acuíferos costeros son áreas en las que se produce una drástica variación en los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea, pasando desde aguas dulces a aguas con salinidad similar al agua de mar en una estrecha franja de acuífero denominada interfase (Lu et al., 2013). Estos cambios pueden influir en la biodiversidad microbiana que habita en estos ambientes. Estos ambientes tienen una gran importancia ya que suponen la conexión entre el continente y el océano y a través de ellos fluye un alto porcentaje de agua dulce y nutrientes que llegan al mar (Santos et al., 2021). Además, las áreas costeras son zonas fuertemente antropizadas.

En este trabajo se analiza la biodiversidad microbiana de cuatro acuíferos costeros del sur de la provincia de Almería, dos de ellos de naturaleza detrítica y otros dos carbonatados (Figura 1). El objetivo del estudio es dilucidar los factores que influyen sobre la microbiota que se desarrolla en estos diferentes materiales acuíferos, conectados todos ellos con el mar Mediterráneo.



**Figura 1.** Localización del área de estudio, donde se incluyen los puntos de muestreo.

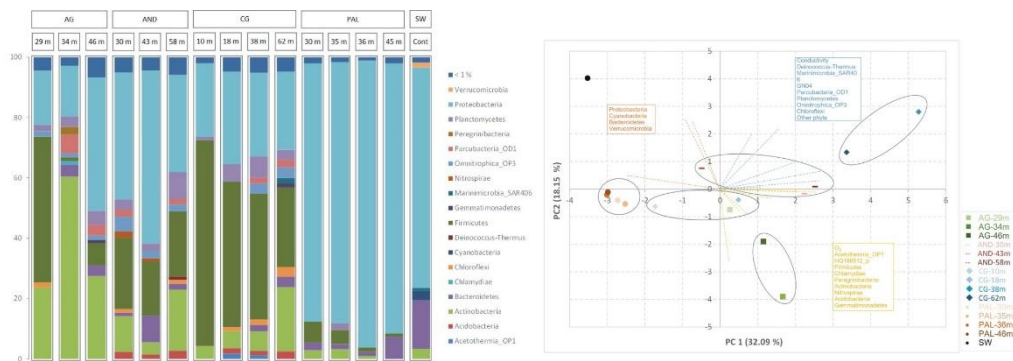
### Material y métodos

Se han tomado muestras de agua subterránea en los cuatro acuíferos en estudio (AG: Aguadulce, PAL: Palmer, AND: Andarax, CG: Cabo de Gata) a distintas profundidades, así como el agua de mar (SW). A todas estas muestras se les ha medido in situ la conductividad eléctrica. Las concentraciones

correspondientes a iones mayoritarios han sido medidas en los laboratorios de los servicios técnicos de la Universidad de Almería. Las comunidades procariotas presentes en estas muestras han sido analizadas en ADM Lifesequencing (Valencia).

**Resultados y discusión**

Tanto a nivel de phylum como de género, todas las muestras presentan una alta biodiversidad, si bien es algo menor en el Palmer, acuífero que a diferencia del resto puede considerarse prístino. En todas las muestras los phylum más representativos son *Proteobacteria*, *Actinobacteria* y Firmicutes (Figura 2). En el agua de mar y en el Palmer, *Proteobacteria* es el phylum más abundante. Se han representado en un ACP los phylums presentes, así como la conductividad eléctrica, la cual es proporcional al contenido iónico y salinidad del agua. Las muestras pertenecientes a un mismo acuífero, aun habiendo sido tomadas a distinta profundidad y con diferente salinidad, presentan un contenido bacteriano más similar que muestras con salinidades parecidas de distintos acuíferos.



**Figura 2.** Distribución de abundancias relativas de los grupos microbianos dominantes en los diferentes acuíferos y profundidades estudiada a nivel taxonómico de phylum (izda). ACP de los datos microbianos a nivel taxonómico de phylum (dcha).

**Conclusiones**

A pesar de las diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos de los distintos acuíferos, la comunidad microbiana parece estar más influenciada por otros factores como la actividad antrópica. Comparado con un acuífero prístino donde hay un menor número de taxones, la microbiota en un medio alterado se caracteriza por una mayor biodiversidad de géneros presentes en baja proporción.

**Bibliografía**

Lu, C.; Chen, Y.; Zhang, C.; Luo, J. (2013). Steady-state freshwater–seawater mixing zone in stratified coastal aquifers. *J. Hydrol.* 505, 24–34.  
 Santos, I.R.; Chen, X.; Lecher, A.L.; Sawyer, A.H.; Moosdorf, N.; Rodellas, V.; Tamborski, J.J.; Cho, H.-M.; Dimova, N.; Sugimoto, R.; et al. (2021). Submarine groundwater discharge impacts on coastal nutrient biogeochemistry. *Nat. Rev. Earth Environ.* 2, 307–323.

**Agradecimientos**

Esta investigación ha sido parcialmente llevada a cabo en el marco de Cei-MAR y CeiA3 y financiada a través del proyecto PID2019-108832GB-I00 del MICINN y UAL2020-RNM-B1953 (UAL-FEDER).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EL ORIGEN MARINO DE LOS ARTRÓPODOS Y SU PAPEL CLAVE EN LOS  
ECOSISTEMAS MARINOS DEL CÁMBRICO**

*Javier Mugueta Sanz*

*Asociación Iberozoa, Universidad de Valencia, España, franma43@uv.es*

**Abstract**

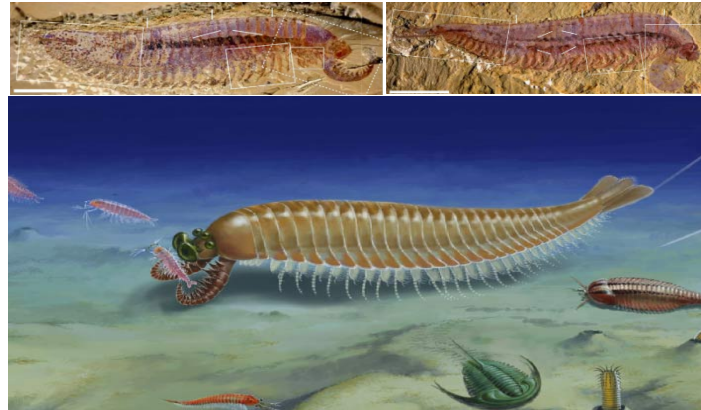
Arthropods form the most diverse, widespread, and successful phylum in the animal kingdom. They have existed since the Cambrian period and have colonized terrestrial and aerial niches long before vertebrates. The origin and early evolution of arthropods have been a mystery, but recent fossil discoveries have shed light on their relationships. However, current studies provide limited information about their deep origin and the acquisition of defining characteristics. The term "arthropod" lacks systematic value, necessitating more inclusive terminology like Panarthropoda, Deuteropoda, and Euarthropoda. Fossil records, especially from Chengjiang, provide insight into the anatomy and morphology of different groups, allowing for character polarity and phylogenetic arrangement. Arthropods are believed to have derived from lobopods, a paraphyletic group that also gave rise to onychophorans and tardigrades. The acquisition of characters in basal euarthropods can potentially reverse the polarity and reshape our understanding, as seen with *Schinderhannes*. Tracking the development of certain structures, like the labrum-hypostome complex or frontal antennae, is challenging due to limited fossil evidence. More discoveries are needed to bridge knowledge gaps and improve our understanding of arthropod character acquisition throughout history.

**Introducción**

El origen y la evolución temprana de los artrópodos ha sido profundamente enigmática durante décadas, a lo largo de las dos últimas se han ido esclareciendo las relaciones entre los grupos gracias a los hallazgos fósiles del Cámbrico de Estados Unidos, Siberia, Groenlandia y sobre todo China (Figura 1). Los taxones actuales y los estudios moleculares son muy útiles y necesarios para entender el parentesco de los diferentes linajes, pero dan poca o ninguna información sobre el origen profundo del grupo de los artrópodos y el proceso de adquisición de caracteres autapomórficos que definen el clado. Tan inexplorado es este terreno que a día de hoy el término "artrópodo" tiene un valor sistemático relativo o nulo siendo necesaria terminología más inclusiva y precisa (Panarthropoda, Deuteropoda, Euarthropoda...) que incorpore los grupos fósiles y que hable de cómo ha sido el proceso evolutivo de la artropodización. Sin embargo, y cada vez con más frecuencia, el registro nos abre una ventana al pasado que gracias a yacimientos como el de Chengjiang ofrecen una imagen cada vez más nítida de cuáles eran las características anatómicas y morfológicas que estaban presentes en cada grupo, lo cual permite establecer una polaridad de caracteres y ordenar filogenéticamente todos los taxones.

**Material y métodos**

El registro fósil para este grupo está ampliamente dominado por impresiones en dos dimensiones donde se puede reconocer la morfología para reconstruir al animal en vida. Al no ser ejemplares vivos, muchas de estas estructuras tienen un origen controvertido y el debate de la comunidad científica se centra en establecer las homologías de estos grupos con los representantes actuales del filo. Una forma de estudiar su ecología es someterlos a experimentación con fluidos computerizados (CFD) para lo cual es necesario crear modelos tridimensionales.



**Figura 1.** Fósil de dos ejemplares distintos de *Kylinxia zhangi* (Arriba). Representación de *Kylinxia* utilizando sus apéndices raptores para capturar un megaquero.

### Resultados y discusión

Existen algunos taxones clave sobre los cuales se pueden establecer inferencias morfofuncionales sólidas que arrojen luz sobre como la colonización del necton pudo haber tenido implicaciones ecológicas en la radiación del grupo. Este evento evolutivo es constatable estudiando y comparando la locomoción y el hidrodinamismo de los sibéridos y los lobópodos con branquias.

### Conclusiones

A día de hoy se puede establecer un consenso bastante firme de que los artrópodos proceden de los lobópodos; el cual es un grupo parafilético que queda por definir de una forma más precisa, pero que además ha dado lugar a sus otros dos grupos hermanos, los onicóforos y los tardígrados.

Y aunque el proceso de adquisición de caracteres que acercan a los taxones al grupo corona está bastante bien definido, cada descubrimiento de uno de estos euartrópodos basales puede provocar una inversión de la polaridad de estos caracteres y modificar completamente el paradigma desde el cual interpretamos a este grupo, como sucede con el caso de *Schinderhannes*.

Sumado a todo esto, una de las limitaciones del registro fósil es que resulta muy difícil seguir la ontogenia de la construcción de determinadas estructuras como el complejo hipostoma labrum, los apéndices raptores de kerigmachelidos, radiodontos y megaqueros o las antenas frontales. Esto nos hace depender de una conservación excepcional del fósil para conocer bien el origen de dichas estructuras (protocerebral, deutocerebral o tritocerebral) y provoca que no haya un consenso en la comunidad científica, sino una serie de hipótesis plausibles, a la espera de que obtengamos más información de estos grupos. Faltan aún muchos fósiles por descubrir que nos ayuden a rellenar esa brecha de conocimiento y que nos permitan aumentar la resolución del mapa de adquisición de caracteres artropodianos en la historia de la vida.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**BIODIVERSIDAD DE MACROALGAS ASOCIADAS A UN FONDO DE RODOLITOS CON LA PRESENCIA DEL ALGA ASIÁTICA *Rugulopteryx okamurae* EN LA ZEC DE LOS ACANTILADOS DE LA PUNTA DE LA MONA, EN EL MAR DE ALBORÁN (ALMUÑÉCAR, GRANADA, ESPAÑA)**

**Andrea Prieto Bolívar<sup>1</sup>, Lucía Contreras Anguita<sup>1</sup>, Julio De la Rosa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Ficología, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Campus Fuente Nueva s/n 18071 Granada. [andrapriet@correo.ugr.es](mailto:andrapriet@correo.ugr.es), [luciacoang@correo.ugr.es](mailto:luciacoang@correo.ugr.es), [jdlarosa@ugr.es](mailto:jdlarosa@ugr.es)

### Abstract

The rhodolith or maerl beds constitute communities that harbour a high biodiversity. The biodiversity associated with these ecosystems has been well studied in different places. However, to date, no studies have been carried out on the coastline of the province of Granada to investigate this aspect of these communities. The SAC Punta de la Mona Cliffs, in the province of Granada, is one of the few sites where these communities can be observed in this province. On the other hand, the significant regression of this type of seabed, due to different causes, is causing an alarming loss of biodiversity associated with them. The causes of this loss of biodiversity include the destruction of habitats, pollution and the presence of invasive exotic species. The main purpose of this study is to gain knowledge of the biodiversity of macroalgae associated with the maerl beds in the SAC Punta de la Mona Cliffs in Granada, where the invasive seaweed *Rugulopteryx okamurae* has recently been detected. Bimonthly sampling has been carried out at 20 and 15 metres depth. All macroalgae present except fouling corallinacea and rhodoliths were collected in areas of 40x40 metres. Three replicates were carried out at each depth. The red algae group was the best represented, with a high percentage of epiphytic species on both *R. okamurae* and the different species of rhodoliths.

### Introduction

Maerl beds are large congregations of free-living coralline red algae, present in various parts of the world (Riosmena-Rodríguez, 2017). They are habitats of great importance, capable of harbouring much biodiversity; so much so, that they are highly protected (Del Río et al., 2022; Helias & Burel, 2023). The biodiversity of macroalgae associated with these seabeds has been well studied in places such as the NE Atlantic, Great Britain, France and in regions of Spain, such as Galicia. However, in the Mediterranean Sea they are less well known and the only studies refer to those located around Alboran island (Templado et al., 2004). In the Special Area of Conservation of the cliffs and seabed of Punta de la Mona, in Almuñécar (Granada), this biocenosis is well represented but little studied (Del Río et al., 2022), especially with regard to the biodiversity of associated macroalgae. In this habitat, the recent arrival of the Asian brown seaweed *Rugulopteryx okamurae* (E.Y Dawson) I.K Hwang, W.J.Lee & H.S.Kim 2009 may compromise the conservation of its biodiversity. This paper presents preliminary results of a broader study addressing the biodiversity of macroalgae associated with rhodolith beds in the Punta de la Mona Cliffs SAC, where the invasive alien alga *R. okamurae* has been detected recently.

### Materials and methods

The area where the study is being carried out is in the Punta de la Mona Cliffs SAC, in Almuñécar, on the beach known as Marina del Este. Bimonthly sampling was carried out at 15 and 20 metres depth, in which all macroalgae present in an area of 40x40 metres were collected, except for encrusting

corallinacea and rhodoliths. Three replicates were obtained for each depth. Once collected, they were taken to the laboratory, where they were separated, weighed and identified with the help of analytical guides and keys. The fresh weight was also calculated for each species.

### Results and discussion

In our results we present a floristic catalogue with all the species that have appeared during our surveys. Each species has a morphological description, as well as some brief observations and discussions. A biomass analysis has also been carried out, in which our results have been compared with studies from other sites. We have observed that our biomass percentages are very similar to those obtained in other similar studies. The highest percentage of biodiversity is represented by the Rhodophyta division, followed by the Ochrophyta and finally the Chlorophyta. A total of 22 species have been identified, of which 12 belong to the Rhodophyta division, 7 to the Ochrophyta division and 3 to the Chlorophyta. The highest biodiversity was detected in the May sampling with a total of 17 species. Similarly, the highest biomass value corresponds to the May sampling with 1,493 kg/m<sup>2</sup>. The presence of *R. okamurae* becomes very relevant and with a high coverage. Based on similar works such as those of Liulea et al., (2023) and De la Rosa et al., (2023), we can deduce that, in the same way, the maërl beds of the Punta de la Mona SAC have also suffered a notable decrease in biodiversity.

### Conclusions

Based on the initial results obtained in this study, it can be considered that the biodiversity of macroalgae associated with the rhodolith beds of the Punta de la Mona SAC is currently abundant and diverse. The absence of previous studies on the invasion of *R.okamurae* does not allow us to evaluate the impact that this specie may have caused up to the present day. Nevertheless, this study establishes a starting point to evaluate the evolution of macroalgae biodiversity in the SAC in relation to the presence of *R.okamurae*.

### References

- De la Rosa, J., Rosas-Guerrero, J., Carmona, R., & Altamirano, M. (2023). Evaluation impact invasive algae *Rugulopteryx okamurae* on *Posidonia oceanica* meadows in Alboran Sea. Actas 11th International Conference on Marine Bioinvasions. Oral communication. Baltimore-Maryland-USA, 14-19 may.
- Del Río, J. S. P., Ramos, D. A. E., Sánchez-Tocino, L., Peñas, J., & Braga, J. C. (2022). The Punta de la Mona Rhodolith Bed: Shallow-Water Mediterranean Rhodoliths (Almuñecar, Granada, Southern Spain). *Frontiers in Earth Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.884685>
- Helias, M., & Burel, T. (2023). Maerl-associated macroalgae in the bay of Brest (Brittany, France). *Marine Biodiversity*, 53(1). <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01322-z>
- Liulea, Sabin and Serrão, Ester A. and Santos, Rui, Spread and Impact of the Invasive Brown Algae *Rugulopteryx Okamurae* On The Algarve Coast, Southern Portugal (Ne Atlantic) (2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4446622> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4446622>
- Peña, V., Bárbara, I., Grall, J., Maggs, C. A., & Hall-Spencer, J. M. (2014). The diversity of seaweeds on maerl in the NE Atlantic. *Marine Biodiversity*, 44(4), 533-551. <https://doi.org/10.1007/s12526-014-0214-7>
- Riosmena-Rodríguez, R. (2017). Natural History of Rhodolith/Maërl Beds: Their Role in Near-Shore Biodiversity and Management. En *Coastal research library* (pp. 3-26). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29315-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29315-8_1)





## I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

### IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

#### CONSECUENCIAS DE LA EXPOSICIÓN A CREMAS SOLARES COMERCIALES EN LA COMUNIDAD DE LA FANERÓGAMA MARINA *Cymodocea nodosa* (UCRIA) ASCH.

M. I. Vilaplana<sup>1</sup>, E. Bautista-Chamizo<sup>2</sup>, R. Tollardo<sup>3</sup>, L. G. Egea<sup>1</sup>, A. Rodríguez-Romero<sup>1</sup>, J. J. Vergara<sup>1</sup>, R. Jiménez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Marinas (INMAR), Spain, marina.vilaplana@uca.es, gonzalo.egea@uca.es, juanjose.vergara@uca.es, rocio.jimenez@uca.es, araceli.rodriguezromero@uca.es.<sup>2</sup> Universidad de Cádiz, Spain, esther.bautista@gm.uca.es.<sup>3</sup>Università di Bologna, Italia, rebecca.tollardo@studio.unibo.it

#### Abstract

Seagrass ecosystems have been recognized for their significant ecological and economical value. However, increasing anthropogenic disturbances, have led to progressively declining of seagrasses on a global scale. Despite in the last years, the number of publications about the effects of UV filters used in sunscreens on marine species have increased substantially, studies of these products on marine plants are still scarce and could be another cause of seagrass decline. In this study, the effect of a commercial sunscreen mixture on a community dominated by the marine angiosperm *Cymodocea nodosa* was evaluated in a 31-day laboratory experiment. Subsequently, physiological, morphological and community responses were analyzed. The results showed that the production was negatively affected and, a long-term exposure to sunscreens would affect the survival of this species as it causes deteriorations in foliar physiological functioning. Thus, the ecological consequences on seagrasses highlight the need to improve our knowledge on the *in situ* concentrations of chemicals released by sunscreen products, as well as their effects combined with other environmental variables (e.g. temperature) on this valuable ecosystem.

#### Introducción

Las fanerógamas marinas conforman comunidades costeras altamente relevantes debido a los servicios ecosistémicos que ofrecen. Sin embargo, estas plantas se encuentran dentro de los ecosistemas más amenazados del planeta (Duarte et al., 2008). En la bahía de Cádiz, se pueden encontrar 3 de las 4 especies presentes en las costas españolas, convirtiéndola en una zona de gran diversidad biológica. En los últimos años, Cádiz ha visto aumentado el número de turistas, especialmente en verano, conllevando consecuencias negativas tanto para la vida marina como para los ecosistemas (Parralejo & Díaz-Parra, 2021). El incremento en el turismo de sol y playa ha llevado a un mayor consumo de cremas solares que contienen filtros ultravioletas orgánicos e inorgánicos para proteger la piel humana de la radiación ultravioleta (Sánchez-Quiles & Tovar-Sánchez, 2014). Estos productos químicos pueden tener efectos negativos en las praderas de fanerógamas marinas, que están protegidas por la Directiva de Hábitats de la Unión Europea 97/62/CE. Por lo tanto, es importante investigar los efectos de la acumulación de estos compuestos de protectores solares para una mejor gestión del turismo en las costas atlánticas y proteger la biodiversidad marina.

#### Material y métodos

Se seleccionaron al azar 18 áreas de 28x28cm en praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch., que habita en la bahía de Cádiz. Una vez recolectadas, las muestras fueron transportadas al laboratorio y se cultivaron en la cámara de temperatura controlada de la Universidad de Cádiz. Previamente, se



aclimataron durante 5 días en agua de mar filtrada ( $1\mu\text{m}$ ) bajo luz subsaturante (ca.  $250\mu\text{mol foton}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) con un ciclo de luz-oscuridad de 14:10 h a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se sometieron a 3 tratamientos diferentes: a) control, baja concentración ( $40\text{ mg/l}$ ) y c) alta concentración ( $80\text{ mg/L}$ ) de una mezcla de protectores solares comerciales conteniendo tanto filtros UV orgánicos como inorgánicos. Los acuarios estuvieron aireados para homogeneizar el agua y reducir la capa límite difusiva. El agua y la concentración de cremas de cada acuario fueron renovadas cada 48 horas durante 31 días. Cada 3 días se analizaron la concentración de nutrientes, pH y salinidad del sistema. Al final del período experimental se analizó la clorofila en sedimento, el metabolismo de carbono, y las respuestas morfológicas (longitud y anchura) de las plantas.

### Resultados y discusión

En relación con la morfología, se observó un incremento significativo en la longitud de las hojas como resultado de la exposición a las cremas solares (Anova test,  $p < 0,05$ ). En cambio, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al ancho y el número de hojas (Anova y Kruskal-Wallis test, respectivamente, con un  $p > 0,05$ ). Respecto al metabolismo de la comunidad, se observó un comportamiento autotrófico en los tratamientos control ( $0,913 \pm 0,330\text{ mmolC}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{gPS}^{-1}$ ). En cambio, en los tratamientos con adición de protectores solares la comunidad mostró un comportamiento heterotrófico ( $-0,742 \pm 0,371$  y  $-0,218 \pm 0,141\text{ mmolC}\cdot\text{gPS}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ ). Las comunidades dominadas por *C. nodosa* bajo los dos tratamientos con adición de protectores solares ( $40$  y  $80\text{ mg/L}$ ) y en el control no registraron diferencias significativas en las tasas de respiración (Kruskal-Wallis test,  $p > 0,05$ ).

### Conclusiones

Este trabajo evidencia que aquellas comunidades dominadas por *C. nodosa* son sensibles a la presencia de protectores solares en el medio. Nuestros resultados mostraron que una concentración  $>40\text{ mg/L}$  en agua de mar puede generar efectos negativos en el metabolismo de carbono de estas comunidades. En consecuencia, los resultados sugieren que los efectos negativos no solo quedan restringidos a esta comunidad dominada por la especie templada *C. nodosa*, por lo que se recomienda realizar más investigaciones siguiendo un enfoque integrador en comunidades con diferentes especies y de distintas biorregiones.

### Bibliografía

- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Duarte, C. M., Dennison, W. C., Orth, R. J., & Carruthers, T. J. (2008). The charisma of coastal ecosystems: addressing the imbalance. *Estuaries Coasts*. 31: 233-238.
- Parralejo, J. J., & Díaz-Parra, I. (2021). Gentrification and touristification in the central urban areas of Seville and Cádiz. *Urban Science*. 5: 40.
- Sánchez-Quiles, D., & Tovar-Sánchez, A. (2014). Sunscreens as a source of hydrogen peroxide production in coastal waters. *Environ. Sci. Technol.* 48: 9037-9042.

**Agradecimientos** Este trabajo es parte del proyecto de I+D+i PID2020-120237RJ-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. También ha sido cofinanciado por los proyectos “SER-CADY” y “CREMAR”, cofinanciados por la Unión Europea en el marco del Programa Operativo FEDER 2014-2020 y por la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía. Referencia de los proyectos respectivamente: FEDER-UCA18-107451 y FEDER-UCA18-106672. Dra A. Rodríguez-Romero ha sido financiada por la ayuda Juan de la Cierva Incorporación IJC2018-037545-I sufragado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por “FSE Invierte en tu futuro”. Marina Vilaplana ha sido beneficiaria de un contrato predoctoral FPU financiado por el Ministerio de Universidades con referencia de convocatoria 2022-100 / PN / EPIF-FPU-CT / CP.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DISCREPANCIA ENTRE MORFOLOGÍA Y GENÉTICA: EL CASO DE SARGASSUM  
SUBGEN. SARGASSUM EN EL ATLÁNTICO NORTE**

**Daniel Álvarez Canal<sup>1</sup>, Marta Sansón<sup>1</sup>, Carlos Sangil<sup>1</sup>, Ana Tronholm<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>BOTMAR, Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de La Laguna, España,

<sup>2</sup>Department of Biological and Environmental Sciences, University of Gothenburg, Suecia.

dalvarec@ull.edu.es

**Abstract**

*Sargassum* is one of the most diverse genera of algae with over 360 species, being especially important in tropical and subtropical coasts, where it can form submarine forests. Species identification has been generally problematic in this group, and the advent of DNA phylogenies has proven critical in species delimitation in the Indian and Pacific oceans, but the same techniques show no resolution in the western Atlantic. This study examines the diversity of *Sargassum* in the Canary Islands from a morphological and molecular perspective in the broader context of the Atlantic Ocean. Results are congruent with what is known for the western Atlantic: a high morphological diversity (12 species) contrasting with a low to null genetic diversity in the markers used (rbcL, ITS2, cox3, mtsp cox2, nad6, psbC, clpC, atpB e ITS1), showcasing an evolutionary process that spans the whole Atlantic basin.

**Introducción**

Con más de 1000 especies descritas y cerca de 360 consideradas válidas, el género *Sargassum* representa un sexto de todas las algas pardas (clase Phaeophyceae) conocidas (Guiry & Guiry, 2023). Distribuidos por aguas templadas y cálidas de todo el mundo, son especialmente importantes en los trópicos, donde pueden formar bosques submarinos. La identificación morfológica es complicada en algunas especies, ya que las descripciones no reflejan todo el espectro de variación debido a factores ambientales o fenología, además del gran solapamiento entre distintas especies (Mattio & Payri, 2011). Con la ayuda de estudios moleculares se han logrado resolver gran parte de los problemas taxonómicos en las especies de *Sargassum* de los océanos Índico y Pacífico. Sin embargo, no existe mucha información con respecto a las especies del Atlántico, donde sólo se han estudiado las especies del Caribe y del Golfo de México, con escasos resultados (Camacho et al., 2015; González-Nieto et al., 2020). En las islas Canarias podemos encontrar una gran diversidad de sargazos (Gobierno de Canarias, 2023), los cuales no han sido estudiados en profundidad y que podrían contribuir a dilucidar la historia evolutiva de este género. Este trabajo tiene como objetivo general, el estudio de la diversidad de especies del género *Sargassum* en Canarias desde un punto de vista morfológico y genético, con el fin de delimitar las especies del género en las costas atlánticas y definir las relaciones filogenéticas en un marco global.

**Material y métodos**

Para este estudio se recolectaron ejemplares de *Sargassum* en todo el archipiélago canario, a lo largo de varios años y en distintos meses, en ambientes intermareales y submareales hasta 30 metros de profundidad, con el fin de cubrir la variabilidad morfológica de las especies. Todos los ejemplares recolectados fueron estudiados morfológicamente y preservados como pliegos de herbario, así como en sílice para estudios moleculares. Al mismo tiempo, se estudiaron morfológicamente todos los ejemplares depositados en el Herbario de la Universidad de La Laguna (TFC). Los estudios genéticos se realizaron siguiendo la metodología previamente utilizada por diversos autores (ej. Camacho et al., 2015), amplificando genes generalmente usados para la delimitación de especies de *Sargassum* (rbcL, S,

ITS2, *cox3* y *mtsp*). Además, se analizaron nuevos genes (*cox2*, *nad6*, *psbC*, *clpC*, *atpB*, ITS1) con potencial discriminador.

### Resultados y discusión

Los estudios morfológicos confirman la presencia de siete especies previamente aceptadas en Canarias, con la adición de dos especies que fueron confundidas previamente y tres entidades morfológica y ecológicamente distintas, que no podemos asignar a ninguna especie descrita hasta el momento. Sin embargo, los estudios genéticos muestran una variabilidad genética casi nula para todos los marcadores empleados que no consiguen separar ninguna de las especies estudiadas. Estos resultados son similares a los obtenidos recientemente en las costas occidentales atlánticas (Camacho et al., 2015; González-Nieto et al., 2020), y ponen de manifiesto una inconsistencia taxonómica a nivel de, al menos, todo el Atlántico norte. Estos resultados podrían explicarse por una reciente colonización y posterior radiación de *Sargassum* en el océano Atlántico (Yip et al., 2020), en la que los límites entre especies todavía no están claramente definidos a nivel genético, por lo que las técnicas tradicionales de secuenciación y análisis filogenético no son suficientes para delimitar las especies.

### Conclusiones

Los estudios morfológicos y genéticos de *Sargassum* realizados en las islas Canarias ponen en contexto los problemas taxonómicos a los que se enfrenta este género en el océano Atlántico. En contraste con la gran diversidad morfológica encontrada, la diversidad genética entre especies es prácticamente nula en los marcadores utilizados, lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar estudios genéticos en mayor profundidad mediante el uso de tecnologías de última generación.

### Bibliografía

- Camacho, O., Mattio, L., Draisma, S., Fredericq, S., & Diaz-Pulido, G. (2015). Morphological and molecular assessment of *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) from Caribbean Colombia, including the proposal of *Sargassum giganteum* sp. nov., *Sargassum schnetteri* comb. nov. and *Sargassum* section *Cladophyllum* sect. nov. *Syst. Biodivers.*, 13(2), 105–130.
- Gobierno de Canarias. (2023). *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*. Consultado el 26 de junio 2023, de <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/>
- González-Nieto, D., Oliveira, M. C., Resendiz, M. L. N., Dreckmann, K. M., Mateo-Cid, L. E., & Senties, A. (2020). Molecular assessment of the genus *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae) from the Mexican coasts of the Gulf of Mexico and Caribbean, with the description of *S. xochitlae* sp. nov. *Phytotaxa*, 461(4), 254–274.
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2023). *Algaebase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway*. Consultado 26 de junio 2023, de <https://www.algaebase.org>
- Mattio, L., & Payri, C. E. (2011). 190 Years of *Sargassum* Taxonomy, Facing the Advent of DNA Phylogenies. *Bot. Rev.*, 77(1), 31–70.
- Yip, Z. T., Quek, R. Z. B., & Huang, D. (2020). Historical biogeography of the widespread macroalga *Sargassum* (Fucales, Phaeophyceae). *J. Phycol.*, 56(2), 300–309.

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de DAC, cofinanciada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la información de la Consejería de Economía, Conocimiento y Empleo y por el Fondo Social Europeo (FSE) Programa Operativo Integrado de Canarias 2014-2020, Eje 3 Tema Prioritario 74 (85%) (expedientes TESIS2020010084 y EST2022010033). Parte de los muestreos de campo se realizaron en el marco del proyecto de investigación “Seguimiento de especies y hábitats indicadores de cambio climático a largo plazo en el archipiélago canario” cofinanciados por el Programa Operativo FEDER Canarias (2014-2020) y la Viceconsejera de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias (resolución 2019/S 063-146989).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## MONITORIZACIÓN DE MACRÓFITOS CON MATRICES DE EXCITACIÓN-EMISIÓN

*María Vila Duplá<sup>1</sup>*

*Moss Landing Marine Laboratories, Estados Unidos, mvila@mlml.calstate.edu<sup>1</sup>*

### Abstract

The Elkhorn Slough is an upwelling-influenced estuary of great ecological importance, as it provides essential habitat to over 750 species, and is one of the largest estuaries in California. In 2016, water samples were collected from across the Elkhorn Slough estuary to assess the sources and spatial dynamics of cDOM and its components throughout the system. Using excitation-emission matrix spectroscopy (EEM), seven fluorophores (four humic-like and three protein-like) were identified through a combination of traditional peak analysis, Principal Components Analysis (PCA) and interpretation of different fluorescence indices. The majority of the sites in the lower slough, receiving water from Monterey Bay and the Old Salinas River watershed, presented a balanced mix of humic-like and protein-like materials. Sites in the proximity of eelgrass beds had distinctive cDOM signals with predominant protein-like components of autochthonous origin. Distribution of cDOM along the main channel of the Elkhorn Slough estuary was influenced by hydrological processes, allochthonous input, and macrophyte distribution. The large contribution and high specificity of macrophyte-derived chromophores identified in this study suggest that EEM spectroscopy could be an effective tool to monitor macrophytes in locations where environmental conditions are unfavorable.

### Introducción

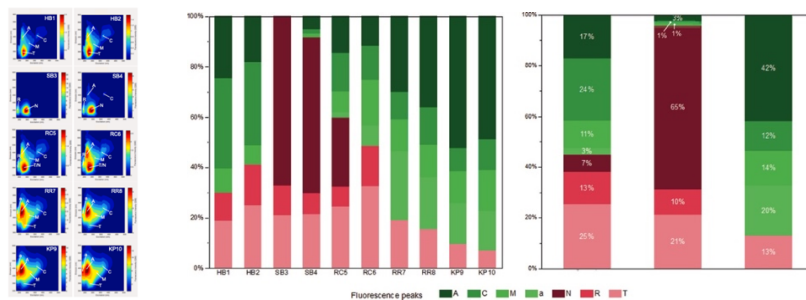
La materia orgánica disuelta (DOM por su nombre en inglés: dissolved organic matter) en el océano está vinculada a la producción primaria y desempeña un papel clave en la composición de los ecosistemas acuáticos. La materia orgánica disuelta coloreada (cDOM) hace referencia a la fracción ópticamente activa de DOM, cuyos compuestos fluorescentes se pueden identificar utilizando matrices de excitación-emisión (EEM por su nombre en inglés: excitation-emission matrix) (Coble, 1996). Esto puede ser útil para discernir las fuentes, circulación y mezcla de diferentes masas de agua. Se cree que las praderas marinas y las macroalgas son fuentes importantes de cDOM en áreas donde hay poca entrada de agua dulce y escorrentía terrestre (Clark et al., 2016). El propósito de este estudio fue la caracterización de cDOM en un estuario mediante la evaluación de las contribuciones relativas y distribuciones espaciales de los diferentes componentes de cDOM para identificar sus fuentes. Además, se evaluó la efectividad de la espectroscopía EEM para estimar la abundancia y distribución de macrófitos en ambientes estuarinos eutróficos, algo que no se había abordado previamente.

### Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en el estuario de Elkhorn Slough (Bahía de Monterey, California). Se recolectaron muestras de agua superficial de diez puntos a lo largo del canal principal del estuario, capturando la diversidad del sistema en cuanto a entrada de agua dulce, escorrentía de nutrientes y abundancia de macrófitos. Para obtener lecturas de fluorescencia, se utilizó un espectrofluorómetro SPEX Fluoromax-3. Se usó una interfaz gráfica de usuario (GUI) de MATLAB para medir la fluorescencia, ajustar lecturas de fluorescencia en función de varias correcciones y crear gráficos de contorno.

## Resultados y discusión

En este estudio, se identificaron siete picos fluorescentes a partir de gráficos de contorno de 10 EEM en muestras de agua del estuario (Fig. 1). De los fluoróforos identificados, cuatro estaban asociados a componentes cDOM de tipo húmico (A, C, M, a) y tres estaban asociados a componentes de tipo proteína (N, R, T). Hubo fuertes correlaciones positivas entre los picos de tipo húmico ( $r > 0,90$ ) y entre los picos proteínicos N y R ( $r = 0.97$ ), así como una correlación positiva moderada entre los picos T y N ( $r = 0.82$ ). La contribución de cada uno de los siete fluoróforos identificados a la intensidad de fluorescencia total se muestra en la Fig. 1. Según el análisis factorial paralelo (PARAFAC), se identificaron cinco componentes cDOM independientes: tres de tipo húmico y dos de tipo proteico. El modelo de cinco componentes explicó el 99,2% de la variabilidad en el conjunto de datos.



**Figura 1.** Gráficos de contorno EEM en muestras de agua de Elkhorn Slough siguiendo la clasificación tradicional y porcentaje de contribución de los siete picos de fluorescencia identificados a la intensidad de fluorescencia total de EEM.

La presencia de pasto marino en una sección del estuario conduce a la definición de una región cDOM adicional con propiedades únicas que son diferentes de las tradicionalmente establecidas para este estuario en función de las propiedades hidrogeoquímicas. La diversidad de macrófitos es responsable de la alta variabilidad en la composición de cDOM en el sistema.

## Conclusiones

Los macrófitos son probablemente el suministro más importante de DOM autóctono en sistemas productivos someros como Elkhorn Slough. La espectroscopia EEM ofrece potencial como un enfoque rápido y no destructivo para monitorear la abundancia y distribución de macrófitos donde las condiciones son desfavorables para la aplicación de otras técnicas.

## Bibliografía

- Clark, C. D., De Bruyn, W. J., & Aiona, P. D. (2016). Temporal variation in optical properties of chromophoric dissolved organic matter (CDOM) in Southern California coastal waters with nearshore kelp and seagrass. *Limnology and Oceanography*, 61(1), 32–46.
- Coble, P. G. (1996). Characterization of marine and terrestrial DOM in seawater using excitation-emission matrix spectroscopy. *Marine Chemistry*, 51(4), 325–346.

**Agradecimientos** Estoy muy agradecida al Dr. Nick Welschmeyer, Stephanie Flora y Tanya Mauer por su ayuda con la instrumentación y el GUI.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PROCESOS DE HIBRIDACIÓN Y RETROHIBRIDACIÓN DE *Limonium cossonianum* Y *Limonium estevei* EN PLAYA MACENAS**

**Lucía Miranda<sup>1</sup>, Esteban Salmerón Sánchez<sup>2</sup>, María Jesús Fernández Cobo<sup>3</sup>, Encarna Merlo Calvente<sup>4</sup>, Antonio Jesús Mendoza Fernández<sup>5</sup>, Fabián Martínez Hernández<sup>6</sup>, Francisco Javier Pérez García<sup>7</sup>, Julio Peñas de Giles<sup>8</sup>, Juan Mota Poveda<sup>9</sup>**

Universidad de Almería, España, [lmh657@inlumine.ual.es](mailto:lmh657@inlumine.ual.es)<sup>1</sup>, Universidad de Almería, España, [esanchez@ual.es](mailto:esanchez@ual.es)<sup>2</sup>, Universidad de Almería, España, [mfc723@inlumine.ual.es](mailto:mfc723@inlumine.ual.es)<sup>3</sup>, Universidad de Almería, España, [emerlo@ual.es](mailto:emerlo@ual.es)<sup>4</sup>, Universidad de Granada, España, [amf788@ugr.es](mailto:amf788@ugr.es)<sup>5</sup>, Universidad de Almería, España, [fmh177@ual.es](mailto:fmh177@ual.es)<sup>6</sup>, Universidad de Almería, España, [fpgarcia@ual.es](mailto:fpgarcia@ual.es)<sup>7</sup>, Universidad de Granada, España, [jgiles@ual.es](mailto:jgiles@ual.es)<sup>8</sup>, Universidad de Almería, España, [jmota@ual.es](mailto:jmota@ual.es)<sup>9</sup>

**Abstract**

*Limonium* Mill. (Plumbaginaceae) is a cosmopolitan genus, mainly diversified in the western Mediterranean region. Two species, *Limonium cossonianum* and *Limonium estevei*, coexist in Macenas (Almería), the latter being critically endangered due to coastal urban development. Although hybridization between them is possible, it hasn't been formally described. Genetic and morphometric analysis confirmed the hybrid origin of the potential hybrid and revealed a retro-hybridization event involving *L. cossonianum* from Macenas. These findings emphasize the importance of implementing conservation strategies for the preservation of the potentially parental species and hybrids.

**Introducción**

*Limonium* Mill. (Plumbaginaceae), con más de 600 especies (POWO, 2023), es un género cosmopolita con un importante centro de diversificación en la región Mediterránea Occidental (Erben, 1979). Sus especies colonizan áreas reducidas y aisladas con sustratos salinos, yesosos o suelos áridos (Erben, 1993). Dos de sus representantes, *Limonium cossonianum* Kuntze y *Limonium estevei* Fern. Casas comparten hábitat en la localidad almeriense de Macenas (Mojácar). Mientras que el primero se distribuye a lo largo del litoral levantino español, Granada, Albacete e Islas Baleares, el segundo es un endemismo de Macenas en peligro crítico (CR) debido al desarrollo urbanístico de la zona (Moreno, 2008). Al compartir hábitat, tiempo de floración y número cromosómico ( $2n = 16$ ), la hibridación entre estas dos especies es posible y ha sido citada (Erben, 1993), pero nunca descrita formalmente. Así pues, en relación a lo expuesto, el objetivo de la presente investigación ha sido caracterizar genética y morfométricamente las dos posibles especies parentales y el potencial híbrido.

**Material y métodos**

Material vegetal de 5 individuos de cada taxón fue recolectado en Macenas, así como 3 individuos de *L. cossonianum* en otras seis localidades. Se extrajo el ADN de 15 individuos y se amplificaron las regiones ITS nucleares y las cloroplásticas *trnL-F*, *rbcl* y *matK*. Los productos de PCR fueron secuenciados y las secuencias se ensamblaron, editaron y alinearon con el software Geneious Pro V5.5. Se usaron los códigos de ambigüedad de la IUPAC para designar los polimorfismos en la región región ITS. Los ribotipos se aislaron por clonaje de productos de PCR de *L. estevei* (2), *L. cossonianum* (2) y el potencial híbrido (4) y los patrones de variación se investigaron con el algoritmo “NeighbourNet”

implementado en el software SplitsTree4. Además, se midieron 29 caracteres morfológicos de cada especie y el potencial híbrido utilizando material de pliego de herbario (HUAL).

### Resultados y discusión

Los análisis preliminares mostraron la existencia de polimorfismos en la secuencia de las regiones ITS de los potenciales híbridos, característica ligada a la existencia de varios ribotipos en un individuo. Tras aislar estos ribotipos, se observó su homología con la secuencias de *L. cossonianum* y *L. estevei*, hecho que confirma un evento de hibridación reciente o uno más antiguo sobre el que no ha actuado la evolución concertada. Las muestras de *L. cossonianum* de Macenas también presentaron, aunque en menor medida, ribotipos propios de *L. estevei*. Los datos morfológicos apoyaron dichos resultados. Adicionalmente, los marcadores cloroplásticos de los individuos híbridos mostraron secuencias idénticas al parental *L. estevei*.

### Conclusiones

Los análisis genéticos y morfológicos constatan el origen híbrido de los individuos previamente considerados de fenotipo intermedio entre *L. estevei* y *L. cossonianum*. Además, se ha detectado una retrohibridación que parece ocurrir entre los híbridos y *L. cossonianum* de Macenas. Estos resultados resaltan la necesidad de crear una estrategia para la conservación de las especies implicadas y los híbridos, dado que la hibridación puede promover la evolución adaptativa y especiación (Matthew y Hiscock, 2005), pero también afectar a la única población existente de *L. estevei*.

### Bibliografía

- Dolcher, T., y Pignatti, S. (1971). Un'ipotesi sull'evoluzione dei *Limonium* del bacino del Mediterraneo. *Plant Biosystem*, 105(2), 95-107. <https://doi.org/10.1080/11263507109429314>
- Erben, M. (1979). Karyotype differentiation and its consequences in Mediterranean «*Limonium*». *Webbia*, 34(1), 409-417. <https://doi.org/10.1080/00837792.1979.10670178>
- Erben, M. (1993). *Limonium* Mill. En: Castroviejo, S., y Morales, R. (Eds.), *Flora Ibérica*, Vol. II. (pp. 2-143). Real Jardín Botánico-CSIC.
- Matthew, J.H., y Hiscock, S.J. (2005). Hybrid speciation in plants: new insights from molecular studies. *New Phytologist* 165(2), 411-423. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01253.x>
- Moreno, J.C. (Coord.). (2008). *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y SEBiCoP).
- Plants of The World Online. (2023). *Limonium* Mill. Recuperado de <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:331722-2>.

### Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la Junta de Andalucía, a través del contrato, que tiene por título “Identificación específico híbrida del núcleo de *Limonium* Baños del Carmen”, N.º de expediente (CONTR 2021 0000245363), y por el proyecto “Caracterización taxonómica y nutricional de especies vegetales amenazadas del género *Limonium* endémicas de hábitats costeros. Desarrollo de estrategias de conservación in situ y ex situ (SEALAV)”, financiado por CEI-MAR (CEI-JD-12).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**UNA POBLACIÓN REPRODUCTIVAMENTE ACTIVA DE *Talisman Scrobilator*  
(LINNAEUS, 1758) (CAENOGASTROPODA, TONNOIDEA) EN EL SUDESTE DE LA  
PENÍNSULA IBÉRICA, CON REGISTRO DE LA REPRODUCCIÓN Y HÁBITOS DE  
ALIMENTACIÓN**

**Brian Cunningham Aparicio<sup>1</sup>, José Francisco Verdejo Guirao<sup>2</sup>, Iván Mulero Méndez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Málaga, España. [cbrian98@yahoo.es](mailto:cbrian98@yahoo.es), [jfverdejo@gmail.com](mailto:jfverdejo@gmail.com), [Ivan.mulero@gmail.com](mailto:Ivan.mulero@gmail.com)

### Abstract

An apparently stable and reproductively active population of *Talisman scrobilator* (Gastropoda, Bursidae) is reported in the Hornillo Bay, Murcia, on the southeast coast of the Iberian Peninsula. Five specimens were collected and maintained in aquarium, which permitted the observation of a mating event. Approximately 40 days after copulation, the female started oviposition, which took 8-9 days to be completed, also forming an incubation structure on the shell to protect the egg-mass. The egg-mass structure is studied, as well as the embryonic development of the larvae until hatching and the maternal care of the female during this period. The complete process in aquarium conditions, from the copulation to the hatching of the veliger larvae, lasted a total of 104 days. The sampled capsules shortly before hatching contained ca. 1500 veligers in the larger capsules placed in the middle of the egg-mass and ca. 400 in the smaller ones from the periphery. With ca. 200 capsules in the egg-mass, the number of veligers that reach this phase is estimated in a range of 80,000-300,000 (a mean of  $\approx 190,000$ ), of which only  $\approx 43,000$  survived after 8 days that lasted the hatching. A structure of the shell that forms during the incubation that allows the visual quantification of completed spawning events is herein named and described. Of the several species offered as potential prey to the aquarium specimens, only *Marthasterias glacialis* was preyed on. It has also been observed that the same attack mechanism used for predation is used as a self-defence method

### Introducción

La familia *Bursidae* Thiele, 1925 incluye un grupo moderadamente diverso de gasterópodos marinos carnívoros que consta de unas 60 especies actuales (MolluscaBase, 2023). La emblemática especie conocida como *Bursa scrobilator* (Linnaeus, 1758) recibió recientemente la nueva combinación *Talisman scrobilator* (Linnaeus, 1758) siguiendo una reconstrucción filogenética de la familia mediante caracteres moleculares (Sanders *et al.*, 2021). Su distribución estaba limitada a las aguas de las islas Canarias, donde se encuentra el mayor reservorio de esta especie, y con citas esporádicas en ciertas partes del Mediterráneo central y occidental. Debido a su rareza, la mayoría de los aspectos de su ecología resultaban desconocida hasta ahora.

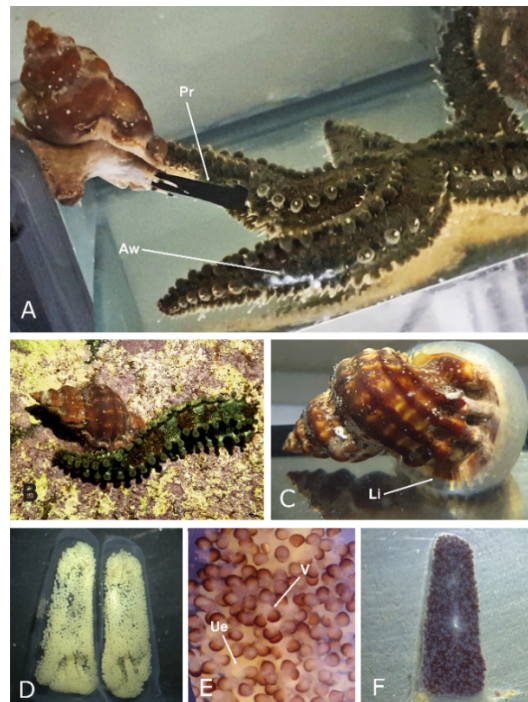
### Material y métodos

Tras la recolección a través de buceo autónomo, se han mantenido 5 ejemplares de la población encontrada en un acuario en condiciones naturales simuladas, siguiendo el proceso de reproducción y alimentación, así como los hábitos y comportamiento general de la especie. Se ha hecho también un seguimiento *in-situ* de otro individuo en proceso de puesta durante el periodo de tiempo que fue posible para contrastar la información obtenida en cautividad.



## Resultados y discusión

Unos 40 días después de la cópula, la hembra comenzó el proceso de oviposición, que duró entre 8 y 9 días, formando también una estructura de incubación en la concha para proteger la masa de huevos, el labio incubador. El proceso completo, desde la cópula hasta la eclosión de las larvas veliger, duró un total de 104 días. Las cápsulas muestreadas poco antes de la eclosión contenían entre 400 y 1500 velígeras. Se han contado unas 200 cápsulas en la puesta, y el número de velígeras que alcanzan este estado se estima en un rango de 80.000-300.000 (una media de  $\approx 190.000$ ), de las cuales sólo  $\approx 43.000$  sobrevivieron a los 8 días que duró la eclosión. La única presa sobre la que depreda esta especie es el asteroideo *Marthasterias glacialis* (Figura 1).



**Figura 1:** A-B: *T. scrobilator* predando sobre *M. glacialis*. C-D: fases de la puesta de *T. scrobilator*.

## Conclusiones

Se describe el proceso de reproducción de la especie. La estructura calcárea formada durante la incubación permite cuantificar el número de puestas que ha realizado el individuo, además de ser un carácter de dimorfismo sexual. La especie *Talisman scrobilator* solo depreda sobre el asteroideo *Marthasterias glacialis*. Utiliza el mismo método para cazar y para defenderse de los depredadores, la inyección de saliva ácida a través de la probóscide.

## Bibliografía

Sanders M.T., Merle, D., Laurin M., Bonillo C. y Puillandre N. 2021. Raising names from the dead: a time-calibrated phylogeny of frog shells (Bursidae, Tonnoidea, gastropoda) using mitogenomic data, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 156: 107040

MolluscaBase eds. (2023). MolluscaBase. Accessed at <https://www.molluscabase.org> on 2023-07-17. doi:10.14284/448



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTOS DEL CALENTAMIENTO Y LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA SOBRE DOS  
ESCIFOZOOS TÍPICOS DEL MAR BALEAR**

**Manuel Jesús León Cobo<sup>1</sup>, Angélica Enrique Navarro<sup>2</sup>, Ana Bartual<sup>3</sup>, Antonio María Grau<sup>4</sup>, Joaquín Tintoré<sup>5,6</sup>, Laura Prieto<sup>2</sup>**

Grupo Tragsa<sup>1</sup>, España, manueljesus.leon@gmail.com; Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN)<sup>2</sup>; Universidad de Cádiz<sup>3</sup>; Dirección General de Pesca i Medi Marí, Govern de les Illes Balears<sup>4</sup>; Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA-UIB-CSIC)<sup>5</sup>; Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB)<sup>6</sup>

**Abstract**

The increase in water temperature as well as the phenomenon of ocean acidification are processes whose occurrence has increased alarmingly in recent decades, threatening the biogeochemistry of marine ecosystems. In the case of ocean acidification, the gradual diminution of pH in the water column results on a lower stability of certain solid structures, affecting both directly and indirectly organisms that make use of them. In this work it is analyzed how the statoliths of two scyphozoans species that inhabit the Balear sea, *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778) and *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778), would be affected under the conditions of increasing acidity and temperature projected for the year 2100 according to the IPCC 2013 RCP8.5 scenario. These structures are crystalline concretions of calcium sulfate hemihidrate ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$ ) that are grouped inside the balance organs allowing the spatial orientation of the animal, so in case of affection on them, the survival of the species could be threatened. Thus, the present study focuses on the analysis of the statoliths of newborn *C. tuberculata* and *R. pulmo* ephyrae from polyps exposed under the different projected combinations of temperature and  $\text{pCO}_2$ .

**Introducción**

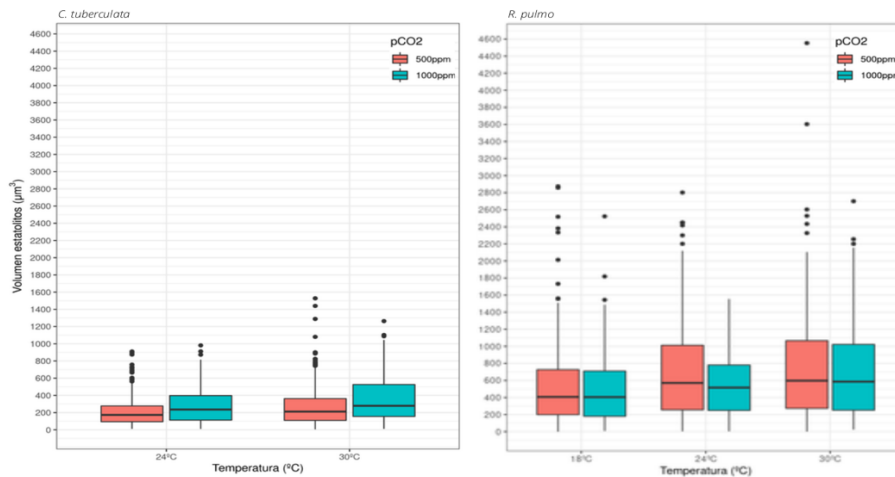
El entorno marino es uno de los principales sumideros de dióxido de carbono en la naturaleza. Sin embargo, la retirada de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera repercute de forma negativa sobre el sistema acuático al provocar la disminución del pH del agua, ejerciendo una amenaza sobre los organismos y los ciclos biogeoquímicos a través del fenómeno conocido como acidificación oceánica (Doney *et al.*, 2009; Billé *et al.*, 2013; Flecha *et al.*, 2019). En este estudio, se analizan los efectos del incremento de temperatura y acidificación sobre dos especies de escifozoos observadas en el mar balear: *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778) y *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778). En concreto, se analizan los efectos del incremento tanto individual como conjunto de temperatura y acidificación sobre las estructuras responsables del equilibrio (estatolitos) en éfiras recién liberadas de ambas especies, siendo empleado para ello las proyecciones de temperatura y presión de  $\text{CO}_2$  ( $\text{pCO}_2$ ) estimadas para 2100 por el IPCC. Se plantean de este modo dos objetivos: determinar si los estatolitos se verán alterados por el incremento de ambas variables en el medio marino, así como analizar si las estructuras de las dos especies que se analizan responderán de diferente manera, pudiendo esto implicar la mayor probabilidad de supervivencia de una de ellas ante el escenario de un mar balear más cálido y ácido.

**Material y métodos**

La metodología llevada a cabo consistió en la observación, conteo y medición mediante microscopía óptica invertida de los estatolitos de éfiras recién liberadas procedentes de distintos grupos de pólipos de *R. pulmo* y *C. tuberculata*, cada uno sometido a distintas combinaciones de presión de  $\text{CO}_2$  (ppm de  $\text{CO}_2$ ) y temperatura de acuerdo a las proyecciones para el año 2100 según el escenario RCP8.5 del IPCC (2013).

## Resultados y discusión

Las posibles combinaciones de temperatura y pCO<sub>2</sub> que se proyectan para 2100 ejercen una influencia sobre el número de estatolitos presentes únicamente en éfiras de *R. pulmo*, así como sobre el tamaño de los mismos en ambas especies, siendo empleado el volumen ocupado por cada cristal como indicador de su tamaño. En el caso de *C. tuberculata* no pudieron ser obtenidos resultados para los tratamientos que implicaban una temperatura de 18°C.



**Figura 1.** Variación del volumen (tamaño) de los estatolitos en función de diferentes combinaciones de T° y pCO<sub>2</sub> en éfiras de *C. tuberculata* y *R. pulmo*. (Imagen no definitiva, susceptible de modificaciones futuras).

## Conclusiones

Al analizar los efectos de las variables analizadas sobre los estatolitos de ambas especies, se concluye:

1. El incremento de temperatura y pCO<sub>2</sub> no ocasiona efecto alguno sobre la cantidad de estatolitos sintetizados durante el proceso de estrobilación en *R. pulmo*. Sin embargo, en *C. tuberculata* se registra un menor número de estatolitos a los generados bajo condiciones normales.
2. El tamaño de los estatolitos se ve afectado de forma diferente en ambas especies. En *R. pulmo*, el tamaño de los estatolitos se encuentra directamente relacionado con la temperatura e inversamente con la pCO<sub>2</sub>, mientras que en *C. tuberculata* el tamaño de las estructuras presenta un mayor tamaño al experimentar un incremento conjunto de ambas variables.
3. Para determinar qué especie presenta una mayor probabilidad de supervivencia, se propone el análisis futuro de cómo los estatolitos sintetizados bajo condiciones de aumento de temperatura y acidificación repercutirían sobre la equilibriocepción y capacidad natatoria de estos animales.

## Bibliografía

- Billé, R., Kelly, R., Biastoch, A., Harrould-Kolieb, E., Herr, D., Joos, F., Kroeker, K., Laffoley, D., Oschlies, A., & Gattuso, J. P. (2013). Taking action against ocean acidification: A review of management and policy options. *Environmental Management*, 761–779.
- Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., & Kleypas, J. A. (2009). Ocean Acidification: The Other CO<sub>2</sub> Problem. *Annual Review of Marine Science*, 1(1), 169–192.
- Flecha, S., Pérez, F. F., Murata, A., Makaoui, A., & Huertas, I. E. (2019). Decadal acidification in Atlantic and Mediterranean water masses exchanging at the Strait of Gibraltar. *Scientific Reports*, 9.
- Winans, A. K., & Purcell, J. E. (2010). Effects of pH on asexual reproduction and statolith formation of the scyphozoan, *Aurelia labiata*. *Hydrobiologia*, 645(1), 39–52.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**TARGETED GENOMICS OF APICOMPLEXAN SYMBIONTS IN MEDITERRANEAN CORALS**

Joana Krause<sup>1</sup>, Maria Christou<sup>1</sup>, Anthony M. Bonacolta<sup>1,2</sup>, Teresa Porta-Fitó<sup>1</sup>, Javier del Campo<sup>1,2</sup>

Institut de Biologia Evolutiva (CSIC-Universitat Pompeu Fabra), Barcelona, Catalonia, Spain<sup>1</sup>  
joanakrause99@gmail.com, mariamar@bio.auth.gr, teresa.porta@ibe.upf-csic.es,  
jdelcampo@ibe.upf-csic.es, Marine Biology and Ecology Department, Rosenstiel School of Marine,  
Atmospheric, and Earth Science, University of Miami, Miami, FL, USA<sup>2</sup>,  
anthony.bonacolta@rsmas.miami.edu

**Abstract**

Corallicolida are a family of coral-infecting microbes that are wide-spread and belong to the group of the Apicomplexans. They have been discovered recently and the role that they play in coral health is still poorly understood. Obtaining the genome of these parasites would help us understand the functions that they have in corals and how they contribute to coral health, which will be valuable information to effectively plan conservation strategies. The aim of this project is to implement the Probe-Seq methodology in coral samples in order to isolate and obtain the genome of the Corallicolida potentially present in Mediterranean corals. Fluorescence in situ hybridization (FISH) and flow cytometry have been found to be challenging on coral samples due to their autofluorescence. We also used a parallel approach consisting in enriching our sample with corallicolids using Percoll gradients. Apicomplexans were successfully enriched in one of the Percoll layers and their presence was confirmed in *Paramuricea clavata* samples through polymerase chain reaction (PCR) using 18S rDNA and primer sets that were designed by ourselves and tested in silico and in vitro. The amplicons were sequenced and an Apicomplexan phylogenetic tree was built with the sequences obtained. Metagenomics sequencing is currently being done on the genomic DNA obtained from the corallicolid-enriched layer.

**Introduction**

Corals are habitat forming species and their reefs harbor some of the most biodiversity rich ecosystems on our planet. Beyond the well-known ecosystem services that these organisms provide, corals are also known to host a complex and very diverse microbial community that plays a crucial role in coral health and that contributes to providing these basic ecosystem services. The ecological unit formed by the coral and all its microbial partners is what we know as the coral holobiont. Coral ecosystems are severely threatened by anthropogenic pressures such as climate change. The several heat waves that we have experienced in recent years have caused multiple mass mortality events which have been devastating for coral health (Garrabou et al., 2022). Previous studies have shown that the microbiome can shift and adapt to different thermal conditions, therefore promoting heat stress tolerance (Osman et al., 2020). In order to design effective conservation strategies, it is crucial that we understand not only the biology and functions of the coral host but also the roles that the different microbial communities play in coral health. Some of these communities have been thoroughly studied, like *Symbiodiniaceae*, but many of the other microeukaryotic symbionts are still poorly understood (Bonacolta et al., 2023). Corallicolida are a family of coral-infecting microbes that have been discovered recently (Kwong et al., 2019). They are wide-spread and they are members of the Apicomplexans, a group of parasitic protists that cause human diseases like malaria and toxoplasmosis. The aim of this project is to isolate and obtain the genome of the Corallicolida potentially present in the Mediterranean corals *Leptogorgia Sarmentosa*, *Eunicella sp*, *Paramuricea clavata*, and *Corallium rubrum*. The genome of these parasites will help us understand the functions that they have in corals and how they contribute to coral health. Several approaches have been attempted in order to achieve this goal.

**Methodology**

Probe-Seq is a methodology that should enable RNA profiling of specific cell types from any organism.

In Probe-Seq, the tissue is dissociated and cells of interest are labeled through fluorescence in situ hybridization (FISH), and subsequently isolated by fluorescent activated cell sorting (FACS). This has been achieved in specific cell types from different organisms (Amamoto et al., 2019). In order to apply this methodology to corals, several FISH tests have been performed on *P. clavata*, *Eunicella* sp, *L. sarmentosa*, and *C. rubrum* samples with self-designed probes. Flow cytometry tests have also been done to explore the coral's autofluorescence, the effectivity of the bleaching process, and also to see whether the probes attach correctly to the cells of interest. We have also used a parallel approach consisting in enriching our sample with corallicolids using Percoll gradients. We performed DNA extraction of each of the Percoll layers obtained, followed by PCR using 18S rDNA and with primer sets that were designed by ourselves and tested in silico and in vitro. The amplicons obtained were sequenced using Sanger sequencing, and an Apicomplexan phylogenetic tree was built with the sequences obtained. Metagenomics sequencing is currently being done on the genomic DNA obtained from the corallicolid-enriched layer.

### Results and Discussion

Two out of the three self-designed FISH probes have worked on the positive control *Plasmodium falciparum*, but the technique has been found to be challenging on corals due to their autofluorescence and therefore the interference with the probe signal. Different bleaching protocols are currently being tested to successfully remove the coral's autofluorescence. Apicomplexans were successfully enriched in one of the Percoll layers and their presence was confirmed in *P. clavata* samples. Metagenomics sequencing is currently being done on the genomic DNA obtained from the corallicolids-enriched layer.

### Conclusions

In this project, Corallicolids were detected in the Mediterranean coral *P. clavata*, and several techniques and protocols were attempted to obtain the genome and metagenome of these microeukaryotes. An approach using Percoll and PCR seems promising to obtain the metagenome, while Probe-Seq, a methodology that would allow us to obtain the genome, is still being optimized. Obtaining genomic information on Corallicolids will help us understand the role that these parasites play in coral health, which will be valuable knowledge to predict how *P. clavata* will react under heat stress and to design effective conservation strategies.

### Bibliography

- Amamoto, R., García, M. D., West, E. R., Choi, J., Lapan, S. W., Lane, E. A., Perrimon, N., & Cepko, C. L. (2019). Probe-Seq enables transcriptional profiling of specific cell types from heterogeneous tissue by RNA-based isolation. *ELife*, 8, e51452. <https://doi.org/10.7554/eLife.51452>
- Bonacolta, A. M., Weiler, B. A., Porta-Fitó, T., Sweet, M., Keeling, P., & Del Campo, J. (2023). Beyond the Symbiodiniaceae: Diversity and role of microeukaryotic coral symbionts. *Coral Reefs*, 42(2), 567–577. <https://doi.org/10.1007/s00338-023-02352-0>
- Garrabou, J., Gómez-Gras, D., Medrano, A., Cerrano, C., Ponti, M., Schlegel, R., Bensoussan, N., Turicchia, E., Sini, M., Gerovasileiou, V., Teixido, N., Mirasole, A., Tamburello, L., Cebrian, E., Rilov, G., Ledoux, J., Souissi, J. B., Khamassi, F., Ghanem, R., ... Harmelin, J. (2022). Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Global Change Biology*, 28(19), 5708–5725. <https://doi.org/10.1111/gcb.16301>
- Kwong, W. K., del Campo, J., Mathur, V., Vermeij, M. J. A., & Keeling, P. J. (2019). A widespread coral-infecting apicomplexan with chlorophyll biosynthesis genes. *Nature*, 568(7750), 103–107. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1072-z>
- Osman, E. O., Suggett, D. J., Voolstra, C. R., Pettay, D. T., Clark, D. R., Pogoreutz, C., Sampayo, E. M., Warner, M. E., & Smith, D. J. (2020). Coral microbiome composition along the northern Red Sea suggests high plasticity of bacterial and specificity of endosymbiotic dinoflagellate communities. *Microbiome*, 8(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0776-5c>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**SEGUIMIENTO DE LA COMUNIDAD INTERMAREAL DE PUNTA HIDALGO (TENERIFE)  
DOMINADA POR *Zoanthus pulchellus* (Cnidaria: Anthozoa)**

**Sonia Fernández Martí<sup>1</sup>, Eloy Rodríguez<sup>1</sup>, María Elisa Lambre<sup>1</sup>, Cataixa López<sup>1,2</sup>, Sabrina Clemente Martín<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, España, [sfernandm@ull.edu.es](mailto:sfernandm@ull.edu.es), <sup>2</sup> Hawai'i Institute of Marine Biology, School of Ocean & Earth Sciences & Technology, University of Hawai'i at Mānoa, Moku o Lo'e, Kāne'ohe, HI, United States

**Abstract**

Ocean warming is causing changes in the distribution of marine communities. In the Canary Islands, it has favoured the proliferation of thermophilic zoantharians such *Zoanthus pulchellus*, which can come to dominate the habitat. In this study we evaluated the distribution pattern of this species and its influence on other sessile organisms of benthic communities at an intertidal habitat dominated by the zoantharian, as well as some water quality parameters (chlorophyll A, particulate organic matter). Zoantharian coverage was not evenly distributed throughout the *Zoanthus* zone, being higher in the mid-intertidal and west areas of the patch. Erect macroalgal communities occupied most of the substrate in the lower intertidal, and on the horizontal scale of the mid-intertidal transition zones wherever zoantharian densities decreased giving opportunities to other sessile organisms. Temporal monitoring showed differences between 2020 and 2021 in the eastern edge of the *Zoanthus* zone at the community level, due to a reduction in macroalgal cover and an increase in free substrate, while no relationship was found between these variations and water quality parameters. Although results of the study did not demonstrate a population increase of *Z. pulchellus* on a one-year time scale, it is useful as a starting point for a long-term monitoring of zoantharian-dominated habitats and their effects on intertidal communities in the Canary Islands in the context of ocean warming.

**Introducción**

Los zoantídeos, presentan una serie de adaptaciones, como la presencia de sustancias químicas tóxicas frente a depredadores, una reproducción asexual muy efectiva y altas tasas de crecimiento (Reimer *et al.*, 2008), que les permiten competir con otras especies sésiles colonizando grandes superficies de sustrato rocoso en cortos periodos de tiempo. Además, son especies con apetencias termófilas, por lo que se ven favorecidas por el actual incremento de la temperatura oceánica debido al cambio climático (Reimer *et al.*, 2008). En diversas regiones del mundo se ha observado una expansión de las poblaciones de estos organismos a nivel local, desarrollando grandes colonias que ocupan extensas áreas de sustrato inter y submareal (Reimer *et al.*, 2021). En Canarias, esta proliferación está provocando procesos de sustitución de las comunidades de macroalgas fotófilas, los principales productores primarios. Así, surge la necesidad de estudiar la estabilidad y persistencia de estos nuevos hábitats en el Archipiélago Canario, y los efectos que estos puedan tener en el resto de organismos de las comunidades costeras, mediante la puesta a punto de un programa de seguimiento a largo plazo para cuantificar los avances o retrocesos sus poblaciones.

**Material y métodos**

El estudio se realizó en Noviembre de 2020 y Octubre de 2021, en la plataforma rocosa intermareal de Punta Hidalgo (norte de Tenerife), donde se establecieron 3 transectos lineales de 60 x 2 m dispuestos de forma paralela a la línea de marea y separados entre sí 12m. Cada transecto fue dividido en 4 subtransectos de 10m de longitud, separados por 5m (subtransectos “Borde Este”, “Centro Este”, “Centro Oeste” y “Borde Oeste”), dentro de los cuales se realizaron 10 fotocuadrantes de 50 x 50 cm y se registraron los invertebrados presentes y sus abundancias. Las fotografías se analizaron con el



programa Image J, calculando las áreas ocupadas por *Z. pulchellus* y otros organismos sésiles con los que compite por el sustrato, y el sustrato libre de organismos. Finalmente, se recogieron muestras de agua a intervalos fijos en cada uno de los transectos (15, 30 y 45m) para análisis del contenido en clorofila y materia orgánica particulada (MOP).

### Resultados y discusión

*Z. pulchellus* no se distribuyó homogéneamente en la zona estudiada, presentando las mayores coberturas en el intermareal medio (Tabla 1), resaltando así su capacidad para resistir los cambios ambientales durante la bajamar (Rabelo, 2007). Por su parte, las macroalgas erectas ocuparon la mayor parte de sustrato (>70%) en el intermareal inferior, mientras en los niveles superiores (transectos 2 y 3) las algas eran predominantemente cespitosas. A pesar de que los estudios sobre las relaciones entre macroalgas y zoantídeos son escasos (Yang et al., 2013; Cruz et al., 2016), especialmente en ecosistemas templados como Canarias, nuestros resultados indican que, en presencia de comunidades de macroalgas bien desarrolladas, los zoantídeos experimentan una mayor competencia por el sustrato (Rabelo et al., 2016). Los invertebrados sésiles de menor tamaño, o con poblaciones menos densas, como cirrípedos, anémonas o esponjas, no parecieron determinantes para distribución de *Z. pulchellus* en el intermareal de Punta Hidalgo. La concentración de clorofila y MOP en el agua tampoco explicó las diferencias encontradas en la estructura de la comunidad intermareal a nivel espacial ni temporal.

		BORDE ESTE	CENTRO ESTE	CENTRO OESTE	BORDE OESTE
2020	Transecto 1	-	-	-	0.72±2.37
	Transecto 2	1.88±4.05	0.12±0.39	3.32±3.67	11.56±14.17
	Transecto 3	2.96±5.96	0.35±0.60	12.56±16.50	13.25±20.89
2021	Transecto 1	-	-	-	2.70±4.90
	Transecto 2	-	0.12±0.37	10.04±18.80	17.58±17.76
	Transecto 3	0.63±1.63	0.84±1.46	14.14±13.19	1.04±2.34

**Tabla 1.** Coberturas medias (%±DE) de *Z. pulchellus* en el intermareal de Punta Hidalgo, según el año, la distancia a la línea de costa desde el intermareal inferior (Transecto 1) al superior (Transecto 3), y el subtransecto dentro de la extensión del hábitat dominado por el zoantídeo (Borde Este, Centro Este, Centro Oeste, Borde Oeste).

El seguimiento temporal mostró diferencias en el ‘Borde Este’ de la zona *Zoanthus* entre 2020 y 2021, debido a la reducción de las coberturas macroalgas y el aumento de sustrato libre, sin observarse cambios en las poblaciones del zoantídeo (Tabla 1), pero que podrían permitir una proliferación de la población a corto-medio plazo en el contexto de cambio climático en el que nos encontramos.

### Bibliografía

- Cruz, I.C.S., Meira, V.H., de Kikuchi, R.K.P. y Creed, J.C. (2016) *The role of competition in the phase shift to dominance of the zoanthid Palythoa cf. variabilis on coral reefs*. Mar. Environ. Res. 115, 28-35.
- Rabelo, E.F. (2007) *Distribuição espacial e interações competitivas em zoantídeos (Cnidaria: Zoanthidae) em um ambiente de recifes de arenito no nordeste do Brasil*. Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará. Brasil.
- Rabelo, E.F., Rabay, S.G., Mattews-Cascon, H. y Fortes-Xavier, A.C.M. (2016) *Distribuição de zoantídeos (Cnidaria: Zoanthidae) em recifes de arenito: influencia da competição com macroalgas*. XII Congreso Latino-Americano de Ciências do Mar.
- Reimer, J.D., Ono, S., Sinniger, F. y Tsukahara, J. (2008) *Distribution of zooxanthellate zoanthid species (Zoantharia: Anthozoa: Hexacorallia) in southern Japan limited by cold temperatures*. Galaxea, J. Coral Reef Stud. 10 (2): 57-67.
- Reimer, J.D., Wee, H.B., López, C., Begger, M. y Cruz, I.C.S. (2021) *Widespread Zoanthus and Palythoa dominance, barrens, and phase shifts in shallow water subtropical and tropical marine ecosystems*. Oceanogr. Mar. Biol. 59, 533-558.
- Yang, S., Bourgeois, C., Ashworth, C.D. y Reimer, J.D. (2013) *Palythoa zoanthid ‘barrens’ in Okinawa: examination of possible environmental causes*. Zool. Stud. 52 (1): 39-49.

**Agradecimientos** Al proyecto “Refugios climáticos en la isla de Tenerife” de la “Red de monitorización del cambio climático, la acidificación oceánica y el ruido submarino en Canarias, y de sus relaciones con la biodiversidad y los ecosistemas marinos” (CANBIO), financiado por Loro Parque Fundación y el Gobierno de Canarias.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN ESTADIOS TEMPRANOS DE LA ESPECIE  
INVASORA *Callinectes sapidus* (RATHBUN, 1896) EN EL GOLFO DE CÁDIZ: REVISIÓN  
Y EXPERIMENTACIÓN**

**Ángela Rodríguez Ruiz<sup>1</sup>, Enrique González Ortegon<sup>2</sup>, Juan Ignacio González-Gordillo, Gustavo Freire de  
Carvalho Souza, Adrián Buzón Rojo**

Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR – UCA) e Instituto de Ciencias Marinas de  
Andalucía (ICMAN – CSIC), España, [angela.rodriguez@uca.es](mailto:angela.rodriguez@uca.es)<sup>1</sup> e [gonzalez.ortegon@csic.es](mailto:gonzalez.ortegon@csic.es)<sup>2</sup>

**Abstract**

The American blue crab *Callinectes sapidus* is native to the Atlantic coast of Nova Scotia (Canada) to northern Argentina; however, it is an invasive exotic species in Europe, where it was recorded around the year 1900. In Spain, the first specimen of *C. sapidus* was recorded in 2006 at port of El Musel (Gijón) and it has spread rapidly along the Spanish coasts, reaching to the Gulf of Cádiz in 2016. In the places from its original distribution, there are many studies on the biology and ecology of *C. sapidus*, since it represents one of the most important commercial species. These studies provide valuable information for predicting the behavior and development of *C. sapidus* in the Gulf of Cádiz, where there are still knowledge gaps, and applying it to management and eradication tools for this invasive species. In this sense, the study of their larval ecology is relevant, since these stages are especially vulnerable to changes in the environment and, therefore, critical for their survival. In the present study, a review of the available literature on the larval ecology of *C. sapidus* is made; in addition to a first experimental approximation of the effect of increased temperature on the survival and development of these larvae in the gulf of Cádiz, in a context of global change.

**Introducción**

El cangrejo azul *Callinectes sapidus* es nativo de la costa Atlántica oeste, desde Nueva Escocia (Canadá) hasta el norte de Argentina, donde es una de las especies más importantes tanto ecológica como comercialmente (Daly *et al.*, 2021). Es por ello que el ciclo de vida de *C. sapidus* ha sido ampliamente estudiado en estas localizaciones (p.e. Costlow y Bookhout, 1959). Sin embargo, se trata de una especie exótica invasora (EEI) en las costas de la Península Ibérica, en las que experimentó una rápida expansión desde el primer registro en 2006 en el Estuario del Tajo (Portugal) (Gaudencio y Guerra, 1979), llegando a establecerse en las zonas de estuario del Golfo de Cádiz (GdC) en 2002 (Guadalquivir, WWF/ADENA, 2002 in Cabal *et al.*, 2006). El agua de lastre de barcos se considera el vector de introducción más probable de *C. sapidus*, y la supervivencia de sus larvas ha permitido a esta especie establecerse en los ecosistemas acuáticos del GdC (González-Ortegon *et al.*, 2020). El mecanismo es relativamente simple y se basa en la amplia tolerancia ambiental y a los contaminantes en EEI (González-Ortegon *et al.*, 2021). Ahora bien, sus fases tempranas del ciclo de vida son especialmente vulnerables a cambios en el medio, sobre todo los relativos a la temperatura y la salinidad del agua (Costlow and Bookhout, 1959; Costlow, 1967). Además, de ello depende el reclutamiento de las poblaciones de *C. sapidus* y, por ende, la reposición del stock parental (Sandifer, 1975). En este sentido, sobre todo en un contexto de cambio global, es importante estudiar cómo responden estos factores a eventos climáticos extremos como son las olas de calor (*marine heatwaves*) (Wernberg *et al.*, 2013), cada vez más frecuentes en los veranos del GdC. En este sentido, la revisión bibliográfica de estudios previos acerca de la ecología larvaria de *C. sapidus* y experimentos con olas de calor nos permitirá alcanzar el objetivo principal del presente estudio: determinar el desarrollo de las larvas bajo un contexto de cambio global.



## Material y métodos

Se recolectaron 3 hembras ovígeras de *C. sapidus* en el estuario del Guadalquivir (Sanlúcar de Barrameda) a principios de junio de 2023. Todas ellas se mantuvieron en el laboratorio a las mismas condiciones experimentales de salinidad 35‰, temperatura 24°C, fotoperíodo 12:12h luz/oscuridad y alimentación. En general, la temperatura máxima en la zona de la plataforma del GdC es de 24°C, temperatura usada para el control. Tras la eclosión de los huevos, se diseñó un experimento de olas de calor basado en las temperaturas máximas del agua del mar alcanzadas el año anterior. Para cada tratamiento de temperatura y hembra se realizaron cultivos individuales con 40 larvas por cada tratamiento. Se midieron diariamente la supervivencia y el crecimiento, tal como corresponde al diseño experimental en estudios previos (p.e. Costlow, 1967).

## Resultados y discusiones

Los resultados de supervivencia (% larvas vivas por día) y desarrollo larvario (tiempo de intermuda entre estadios de crecimiento) del control con respecto a los tratamientos de ola de calor apoyan la hipótesis inicial, según la cual se esperaba que las larvas *C. sapidus* mostraran una alta supervivencia en un amplio rango de temperaturas, aunque el desarrollo de las mismas se viera afectado a temperaturas elevadas. Estos resultados tienen sentido si nos fijamos en el éxito de establecimiento que ha tenido esta especie en los 10 últimos años en la Península Ibérica y a experimentos previos en este ámbito (Costlow, 1967; Costlow, 1965).

## Conclusiones

La amplia tolerancia a cambios en la temperatura del agua marina en estadios tempranos de esta especie invasora, podría explicar su potencial invasor y el éxito de su establecimiento en el GdC, lo que nos permitirá predecir la evolución de su población e impactos, sobre todo en un contexto de cambio global.

## Bibliografía

- Cabal, J., Pis Millán, J.A. & Arronte, J.C. (2006) A new record of *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from the Cantabrian Sea, Bay of Biscay, Spain. *Aquatic Invasions* 1(3):186-187
- Costlow, J.D. (1965) Variability in larval stages of the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Biological Bulletin*. 128(1):58-66
- Costlow, J.D. (1967) The effect of salinity and temperature on survival and metamorphosis of megalops of the blue crab *Callinectes sapidus*. *Helgoland Marine Research*. 15:84-97
- Costlow, J.D. & Bookhout, C.G. (1959) The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Marine Biological Laboratory*. 116(3):373-396
- Daly, B. J., Eckert, G. L. & Long, W. C. (2021) Moulding the ideal crab: implications of phenotypic plasticity for crustacean stock enhancement. *ICES J. Mar. Sci.* 78, 421–434
- Gaudencio, M.J., & Guerra, M.T. (1979) Note on the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun 1896 (Crustacea Decapoda Brachyura) capture in the Tagus estuary. *Boletim do Instituto Nacional de investigacao das Pescas* 2: 67-73
- González-Ortegón, E., Jenkins, S., Galil, B., Drake, P. & Cuesta, J.A. (2020) Accelerated invasion of decapod crustaceans in the southernmost point of the Atlantic coast of Europe: A non-natives' hot spot? *Biological Invasions* 22:3487-3492
- González-Ortegón, E. & Moreno-Andrés, J. (2021) Anthropogenic Modifications to Estuaries Facilitate the Invasion of Non-Native Species. *Processes* 9:740
- Sandifer, P.A. (1975) The role of pelagic larvae in recruitment to populations of adult decapod crustaceans in the York River estuary and adjacent lower Chesapeake Bay, Virginia. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 3:269-79
- Wernberg, T., Smale, D.A., Tuya, F., Thomsen, M.S., Langlois, T.J., de Bettignies, T., Bennett, S. & Rousseaux, C.S. (2013) An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nature Climate Change* 3:78–82

**Agradecimientos** Ángela Rodríguez Ruiz agradece a la Universidad de Cádiz la concesión de un contrato pre-doctoral FPU-UCA 2022 para la realización de la Tesis Doctoral, así como al ICMAN – CSIC y al INMAR-UCA por facilitar sus instalaciones para el trabajo de investigación. Igualmente, agradece a la Fundación CEI-MAR la concesión de una beca para participar en el presente congreso.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTRUCTURA DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA DEL INTERMAREAL  
SEDIMENTARIO EN ISLAS ANTÁRTICAS**

*Triana Revanales<sup>1</sup>, Mariano Lastra<sup>2</sup>, Iván Franco Rodil<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Universidad de Cádiz, España,  [triana.revanales@uca.es](mailto: triana.revanales@uca.es),  [ivan.franco@uca.es](mailto: ivan.franco@uca.es), <sup>2</sup> Centro de Investigación Marina (CIM-UVIGO), Universidad de Vigo, España,  [mlastra@uvigo.es](mailto: mlastra@uvigo.es)

**Abstract**

Antarctic benthic ecosystems support a unique fauna characterized by high levels of diversity and endemism. However, our knowledge of the macrobenthic communities inhabiting the Antarctic intertidal region is limited, and their fundamental ecological features, including spatial variability, remain poorly understood. Therefore, our study aimed to characterize and compare the structure of macrofauna communities in the sedimentary intertidal of two Antarctic islands: Livingston and Deception. We conducted spatial analyses at multiple scales during two austral summers (2004 and 2005), focusing on (1) the intertidal environmental gradient, (2) different intertidal sites within each island, and (3) a comparison between the two islands. We identified a total of 45 taxa, consisting of 11536 individuals, with 43 taxa found on Livingston and only 13 on Deception. Oligochaetes and amphipods were the dominant taxa in the intertidal habitat of both islands. Our results revealed significant differences in the abundance, diversity, and structure of communities between the two islands in 2004. However, in 2005, the lack of statistical significance was attributed to greater variation among intertidal sites within each island, rather than between the islands themselves. We propose that while island characteristics (e.g., geological history and physical disturbances) primarily shape macrofauna communities at a regional scale, crucial ecological processes (e.g., population dynamics and oceanographic conditions) determine the structure of local communities. The spatio-temporal patterns observed in this study serve as a fundamental baseline for understanding the ecological variability of benthic communities in response to environmental factors and processes in Antarctic ecosystems.

**Introducción**

El ecosistema bentónico antártico destaca por su alta diversidad y endemismo de especies, resultado de un proceso evolutivo de aislamiento en condiciones climáticas extremas. Sin embargo, el conocimiento sobre las comunidades intermareales, especialmente en términos de su variabilidad espacial, es limitado. En este estudio, se analizaron las comunidades de la macrofauna que habitan en los intermareales sedimentarios de las Islas Livingston y Decepción. Livingston es una isla típica antártica, caracterizada por estar cubierta de hielo en casi el 90 % de su superficie. Decepción, en cambio, se distingue como una isla singular en el contexto antártico, ya que se trata de un volcán activo (~60 % de su superficie cubierta de hielo). El objetivo fue caracterizar y comparar la estructura de estas comunidades en diferentes escalas, considerando (1) el gradiente ambiental del intermareal, (2) los diferentes sitios intermareales dentro de cada isla, (3) y la comparación entre las dos islas. El estudio se realizó en el verano de 2004 y 2005. Se plantea la hipótesis de que las comunidades intermareales de Livingston mostrarán una mayor abundancia y diversidad en comparación con las de Decepción, basándonos en la evidencia de una menor abundancia y diversidad en las comunidades bentónicas submareales de Decepción en comparación con sus áreas circundantes (e.g., Barnes et al., 2008).

**Material y métodos**

Con el fin de analizar las comunidades intermareales de la macrofauna (>1 mm), se muestrearon un total de 11 sitios (5 en Livingston y 6 en Decepción) en los veranos de 2004 y 2005. En cada sitio, se realizaron tres transectos perpendiculares a la línea de costa para recolectar muestras de fauna en tres niveles mareales (superior, medio e inferior) a lo largo del intermareal (n = 3) utilizando un corer (área

= 0.05 m<sup>2</sup>). Estos niveles se extendían desde la línea de pleamar hasta la de bajamar. En el laboratorio, se realizó la identificación taxonómica utilizando una lupa estereoscópica y un microscopio óptico. Se evaluó la diversidad en ambas islas utilizando los componentes gamma ( $\lambda$ ), alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ). Para los dos primeros, se utilizó la riqueza (*i.e.*, número de taxones por isla y corer, respectivamente). Para la  $\beta$ -diversidad, se empleó el coeficiente de Jaccard considerando la variación en la composición entre sitios. La estructura de la comunidad se definió mediante un vector fila "y" de longitud "p" que contenía los valores de abundancia para cada una de las "p" especies en cada muestra.

### Resultados y discusión

Se identificaron un total de 11536 individuos y 45 taxones (29 en 2004 y 37 en 2005). Las comunidades mostraron, en general, una mayor abundancia y riqueza en el nivel inferior del intermareal en comparación con los niveles medio y superior, debido al gradiente ambiental. Sin embargo, la zonación de la macrofauna estuvo influenciada significativamente por la heterogeneidad de los intermareales (*e.g.*, características sedimentarias). En Livingston se registraron 43 taxones, mientras que en Decepción solo se encontraron 13. De los 45 taxones, 11 (24 %) estaban presentes en ambas islas, 32 (71 %) fueron exclusivos de Livingston y solo 2 (4 %) fueron únicos de Decepción. Estos resultados indican que las características de la isla (*e.g.*, perturbaciones físicas) desempeñan un papel clave en la composición de las comunidades. Las comunidades bentónicas en los hábitats antárticos, como las de Livingston, se ven principalmente afectadas por la perturbación del hielo. Sin embargo, en Decepción, estas comunidades son influenciadas por diversos factores, como altas temperaturas y tasas de sedimentación ocasionadas por la actividad geotérmica, así como el flujo de partículas volcánicas resultante del derretimiento del hielo (Baldwin y Smith, 2003). Estas condiciones ambientales en Decepción probablemente hacen que los hábitats sean menos favorables para la biodiversidad antártica. Los análisis estadísticos respaldaron estos hallazgos al mostrar diferencias significativas en la abundancia, diversidad beta y estructura comunitaria entre las islas en 2004. Sin embargo, en 2005, la falta de significancia estadística se atribuyó a una mayor variación en las comunidades dentro de cada isla, en lugar de entre las islas. Esto evidencia la existencia de procesos ecológicos (*e.g.*, dinámicas poblacionales y condiciones oceanográficas) que generan una alta variabilidad local.

### Conclusiones

Las comunidades de la macrofauna bentónica son capaces de ocupar los hábitats intermareales sedimentarios Antárticos libres de hielo, generando patrones reconocibles de zonación mareal a pesar de las extremas condiciones ambientales que prevalecen durante la mayor parte del año. Los resultados obtenidos en este estudio contribuyen al conocimiento básico de la variabilidad espacial de estas comunidades y proporcionan información fundamental para el desarrollo de planes de gestión, protección y conservación de los ecosistemas litorales Antárticos.

### Bibliografía

- Barnes, D. K., Linse, K., Enderlein, P., Smale, D., Fraser, K. P., Brown, M. (2008). Marine richness and gradients at Deception Island, Antarctica. *Antarctic Science*, 20(3), 271-280.
- Baldwin, R. J., y Smith Jr, K. L. (2003). Temporal dynamics of particulate matter fluxes and sediment community response in Port Foster, Deception Island, Antarctica. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 50(10-11), 1707-1725.

**Agradecimientos** Queremos agradecer a todo el equipo de colaboradores que participaron en este estudio, incluyendo al personal técnico e investigador de la Universidad de Vigo, cuyo trabajo y dedicación fueron fundamentales para la consecución de este trabajo. Este estudio fue financiado por el proyecto REN2002-03109/ANT del Ministerio de Ciencia y Tecnología.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MICROPLÁSTICOS EN KRILL DEL NORTE (*Meganyctiphanes norvegica*) DE LA  
REGIÓN DE AZORES (HORTA, FAIAL)**

**Cristina Villanova Solano<sup>1,2</sup>, João Miguel Pereira<sup>3</sup>, Cintia Hernández-Sánchez<sup>2,4</sup>, Javier Hernández Borges<sup>1,2</sup>, Christopher Kim Pham<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química, Unidad Departamental de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna, España, cvillano@ull.edu.es<sup>1</sup>; jhborges@ull.edu.es<sup>1,2</sup>, <sup>2</sup>Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, España, <sup>3</sup>OKEANOS/IMAR, University of Azores, Portugal, joao.m.pereira993@gmail.com<sup>3</sup>; Christopher.k.pham@uac.pt, <sup>4</sup>Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Forense y Legal y Parasitología, Área de medicina Preventiva y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, España chernans@ull.edu.es<sup>4</sup>

**Abstract**

Microplastics in Northern krill (*Meganyctiphanes norvegica*) was assessed for the first time after the arrival of two shoals of krill at Porto Pim beach (Horta, Faial). Krill was collected (opportunistic samplings) and preserved in ethanol until its treatment. MPs were determined after digestion with 10% KOH. The analysis of 960 *Meganyctiphanes norvegica*, resulted in 532 microplastic being detected. The mean abundance of MPs in Northern krill samples were  $0.6 \pm 0.3$  MPs per individual and the most common type of microplastics were blue and black fibers.

**Introducción**

El archipiélago de las Azores está situado en el extremo norte del Giro Subtropical del Atlántico Norte (NASG) donde una gran cantidad de plásticos convergen y se acumulan (Cózar et al., 2014). Se trata de un archipiélago perteneciente a la Macaronesia afectado por residuos plásticos, como revelan varios estudios sobre la presencia de microplásticos encontrados en sus playas (Pham et al., 2020). En Azores solo existe una especie de krill, el denominado krill del norte (*Meganyctiphanes norvegica*), una especie clave en las redes tróficas del Océano Atlántico Norte al tratarse de un componente muy importante del zooplancton oceánico, pero también por ser la principal fuente de alimento de ballenas, peces y aves marinas (Zane et al., 2000). Al igual que ocurre con otras especies marinas similares, la presencia de importantes cantidades de microplásticos en el medio marino, podría provocar también la ingesta por parte del krill con los consecuentes efectos que ello puede acarrear.

**Material y métodos**

El área de estudio se centró en la playa de Porto Pim (Horta, Faial). El 4 de abril de 2019 y el 21 de abril de 2023 tuvieron lugar dos fenómenos de llegada de un banco de krill juvenil a la costa. Tras la recolección del krill y, una vez en el laboratorio, las muestras se sumergieron en etanol hasta su tratamiento. Antes de la determinación de los microplásticos, se midieron diversos parámetros morfométricos (longitud total y peso húmedo) de cada individuo, que fueron a continuación lavados con agua previamente filtrada. Posteriormente se seleccionaron 20 individuos por tanda de muestra, que fueron digeridos con 20 mL de KOH al 10% v/v a 40 °C durante 48 horas. Tras la digestión, la muestra se filtró previamente a través de un filtro de 1 mm para eliminar los exoesqueletos de krill para a continuación filtrarla de nuevo a través de un filtro de fibra de vidrio de 1 µm. Los filtros se examinaron directamente con un estereomicroscopio, anotando su número, forma (fibra, fragmento y maraña),

color y tamaño. Finalmente, se determinó la composición polimérica del 10% de los microplásticos mediante espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier ( $\mu$ FTIR).

### Resultados y discusión

La Tabla 1 muestra los resultados de la determinación de microplásticos en krill en los dos períodos de muestreo. Se identificaron un total de 532 partículas en 960 individuos de *Meganycthiphanes norvegica* obteniendo una concentración media de  $0.6 \pm 0.3$  microplásticos por individuo.

Año	Especie	Número de MPs encontrados	Tipo de MPs	Concentración media (MPs/individuo)
2019	<i>Meganycthiphanes norvegica</i> (n=480)	255	Fibras (95,7%) Fragmentos (4,3%)	$0.5 \pm 0.2$
2023	<i>Meganycthiphanes norvegica</i> (n=480)	277	Fibras (93,9%) Fragmentos (5,8%) Maraña (0,4%)	$0.6 \pm 0.1$

**Tabla 1.** Tabla resumen de los resultados de microplásticos en krill del norte.

A la vista de los resultados, y a pesar de la diferencia de cuatro años entre los muestreos, se puede apreciar una gran similitud entre la concentración y morfotipo de microplásticos encontrados, principalmente fibras de color azul y negro de una longitud media de entre 800 – 900  $\mu$ m (> 1 mm).

### Conclusiones

Se trata del primer estudio que determina la presencia de microplásticos en krill del norte (*Meganycthiphanes norvegica*) concluyendo que es probable que se esté produciendo una transferencia trófica de microplásticos, puesto que el krill es una importante fuente de alimento para numerosos depredadores superiores como ballenas, aves marinas y peces.

### Bibliografía

- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Ubeda, B., Hernández- León, S., Palma, A.T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernández-de- Puelles, M. L., Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 111 (28), 10239–10244.
- Pham, C.K., Pereira, J.M., Frias, J.P.G.L., Ríos, N., Carriço, R., Juliano, M., Rodríguez, Y. (2020). Beaches of the Azores archipelago as transitory repositories for small plastic fragments floating in the North-East Atlantic. *Environmental Pollution* 263, 114494.
- Zane, L., Ostellari, L., Maccatrozzo, L., Bargelloni, L., Cuzin-Roudy, J., Buchholz, F., Patarnello, T. (2000). Genetic differentiation in a pelagic crustacean (*Meganycthiphanes norvegica*: Euphausiacea) from the North East Atlantic and the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 136(2), 191–199.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EXPOSICIÓN DE *Artemia franciscana* A LIXIVIADOS PROCEDENTES DE PRODUCTOS DE DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS TERMOESTABLES**

**Vanessa Aranda-Quirós<sup>1</sup>, M. Gemma Albendín<sup>1</sup>, David Amaya-Vías<sup>1</sup>, Rocío Rodríguez-Barroso<sup>2</sup>, M. Dolores Coello<sup>2</sup>, Juana María Arellano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Área de Toxicología. Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz), España. [vanessa.aranda@uca.es](mailto:vanessa.aranda@uca.es), [gemma.albendin@uca.es](mailto:gemma.albendin@uca.es), [david.amaya@uca.es](mailto:david.amaya@uca.es), [juana.arellano@uca.es](mailto:juana.arellano@uca.es), <sup>2</sup>Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz), España. [rocio.rodriguez@uca.es](mailto:rocio.rodriguez@uca.es), [dolores.coello@uca.es](mailto:dolores.coello@uca.es)

**Abstract**

By 2030, thousands of aircraft and wind turbines will reach the end of their useful life, which could pose an environmental problem, as the fate of this type of waste is to be stored in waste dumps or incinerated. In order to find an alternative for the treatment of this composite waste, the BIZENTE project was created. The aim of this project is to achieve a controlled biodegradation of thermosetting composites using mutated enzymes of the ligninase family. To evaluate the possible toxicity of the degradation products obtained from thermosetting plastics, a toxicity test was carried out in which *Artemia franciscana* specimens were exposed to different concentrations of a leachate obtained from one of these degradation products. Mortality results were counted and the mortality rate and LC<sub>50</sub> of the compound studied were calculated. The enzyme activity data obtained showed a decrease in the ChE and CbE activity of *Artemia franciscana* at the leachate concentrations at which the exposed organisms survived. While in the case of GST, a slight increase in enzyme activity was observed.

**Introducción**

Cada año se generan 430.000 toneladas de residuos de materiales plásticos compuestos en todo el mundo, procediendo en su mayoría de los sectores del ferrocarril, la energía, la construcción, la aviación, la electrónica o el equipamiento deportivo. Así, se estima que para el año 2030, más de 12.000 aviones y 50.000 turbinas eólicas se encontrarán al final de su vida útil, pudiendo convertirse en un problema medioambiental, ya que actualmente este tipo de residuos son almacenados en vertederos o incinerados. Por esto, el proyecto H2020-BBI “Applying ligninases to resolve end-of-life issues of thermoset composite plastics” – BIZENTE, surge con el objetivo de desarrollar una nueva tecnología capaz de biodegradar de manera controlada los compuestos termoestables basados en resinas epoxi, poliéster y vinil-éster. Para evaluar la posible toxicidad ambiental de los productos de degradación obtenidos a partir de los compuestos termoestables, se realizó un ensayo de toxicidad con *Artemia franciscana*. Este crustáceo representa un papel fundamental como base de la cadena alimentaria marina, puede ser un vector de transmisión de contaminantes a niveles superiores de la misma y permite realizar evaluaciones integrales de los riesgos ecosistémicos (Nunes et al., 2006).

**Material y métodos**

En este trabajo se realizó un ensayo de toxicidad aguda en el que se expuso a ejemplares adultos de *Artemia franciscana* a diferentes concentraciones de lixiviado de un producto de degradación de compuestos termoestables. Este ensayo se realizó según las directrices de la OECD nº 202 (OECD, 2004). Las concentraciones de lixiviado estudiadas fueron: 0% (control), 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%. Se hicieron cinco réplicas de cada concentración y control. Se emplearon recipientes de 100 mL, a los que se añadió 80 mL del medio correspondiente y 40 ejemplares de

*Artemia franciscana*. El lixiviado se preparó a razón de 2,5 g del producto de degradación por cada litro de agua de mar y se agitó a 750 rpm. Tras 24 h se filtró el lixiviado con un filtro de vidrio de 0,7 µm y se utilizó inmediatamente en el ensayo de toxicidad. Finalizadas las 48 h de duración del ensayo, se contabilizaron los artemias supervivientes, se conservaron y homogeneizaron, para llevar a cabo el estudio de biomarcadores enzimáticos como la actividad colinesterasa (ChE) (Albendín et al., 2021), carboxilesterasa (CbE) (Soto-Mancera et al., 2020) y glutatión S-transferasa (GST) (Habig et al., 1974).

### Resultados y discusión

Los resultados de mortalidad fueron del 100% en los ejemplares de *Artemia franciscana* expuestos a las concentraciones de lixiviado igual o superior al 60%. En la concentración del 50% de lixiviado se obtuvo una tasa de mortalidad del 55,83%, descendiendo esta hasta el 15,8% en la concentración del 10%. No se registró mortalidad en los controles.

Respecto a los biomarcadores, se observó una disminución de la actividad ChE y CbE de *Artemia franciscana* en las concentraciones de lixivados donde los organismos expuestos sobrevivieron. Mientras que en el caso de la GST se observó un ligero aumento de dicha actividad enzimática.

### Conclusiones

- La exposición de *Artemia franciscana* al lixiviado del producto de degradación de plásticos termoestables causó la mortalidad de las mismas en concentraciones iguales o superiores al 60%.
- Se observó una disminución de la actividad enzimática ChE y CbE en los organismos expuestos. Mientras que la actividad GST aumentó levemente.

### Bibliografía

- Albendín, M. G., Aranda, V., Coello, M. D., González-Gómez, C., Rodríguez-Barroso, R., Quiroga, J. M. y Arellano, J. M. (2021). Pharmaceutical products and pesticides toxicity associated with microplastics (Polyvinyl chloride) in *Artemia salina*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20).
- Habig, W. H., Pabst, M. J. y Jakoby, W. B. (1974). Glutathione S transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry*, 249(22), 7130–7139.
- Nunes, B. S., Carvalho, F. D., Guilhermino, L. M. y Van Stappen, G. (2006). Use of the genus *Artemia* in ecotoxicity testing. *Environmental Pollution*, 144(2), 453–462.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2004). Test No. 202: *Daphnia* sp. Acute Immobilisation Test. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2.
- Soto-Mancera, F., Arellano, J. M. y Albendín, M. G. (2020). Carboxylesterase in *Sparus aurata*: Characterisation and sensitivity to organophosphorus pesticides and pharmaceutical products. *Ecological Indicators*, 109, 105603.

### Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo de la Bio Based Industries Joint Undertaking dentro del programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea (Grant Agreement No. 886567, proyecto BIZENTE).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## METALES PESADOS Y DÓNDE ENCONTRARLOS

*Irene Morales Benítez<sup>1</sup>, Juan Carlos García Mesa<sup>1</sup>, Andrea García Muñoz<sup>1</sup>, Laura Vázquez Palomo<sup>1</sup>, Pablo Montoro Leal<sup>1</sup>, M.M. López Guerrero<sup>1</sup>, Elísa Vereda Alonso<sup>1</sup>*

*Universidad de Málaga, España, irenemb@uma.es<sup>1</sup>*

### Abstract

Hydrosphere harbors a diversity of organisms and compounds in equilibrium, and due to anthropogenic activity, new compounds are arriving into the hydrosphere, disrupting this equilibrium. Among these new pollutants, we can find microplastics or even hormones, but heavy metals too. The last ones are toxic and bioaccumulative, moreover, depending on the metal species, the toxicity and properties would be different, so it is crucial the development of new methods for the metal speciation at trace and ultratrace levels. In this work, the magnetic solid phase extraction (MSPE) is employed coupled to atomic techniques in order to determine, quantify and select several heavy metals of concern. Chromium and antimony were the metals studied, specifically Cr<sup>III</sup>, Cr<sup>VI</sup>, Sb<sup>III</sup> and Sb<sup>V</sup>. The material employed is based on a new magnetic nanomaterial patented by us, by coupling magnetic nanoparticles and graphene oxide, afterwards the material is functionalized with organic groups in order to become selective. There were developed two new different materials for Cr and Sb. Both methods are able to speciate the metals successfully and to quantify Cr and Sb at ultratrace levels. The optimized method presented detection limits (LOD, peak height) of 0.1 µg/L for Cr<sup>VI</sup> and 0.08 µg/L for Cr<sup>T</sup>, and enrichment factors of 15 and 23, respectively, meanwhile Sb<sup>III</sup> LOD were 20 ng/L. These methods were employed in the analysis of sea waters from coast of Málaga, as well as some river and well water.

### Introducción

En la hidrosfera coexisten diversidad de organismos y compuestos en simbiosis y consonancia. Sin embargo, en este ecosistema también se encuentran compuestos derivados de la actividad antropogénica. Estos compuestos, que pueden alterar el equilibrio, pueden tener una naturaleza muy diversa, desde hormonas hasta microplásticos (Delgado et al., 2004). Unos de los contaminantes más preocupantes son los metales pesados, que se caracterizan por ser tóxicos y bioacumulables, esa bioacumulación hace que sea complejo eliminarlos de la cadena trófica y que, además, aumente la concentración de estos metales según se escale en la cadena trófica. Es por esto que la concentración de estos metales está legislada y controlada, tolerándose unos valores máximos que dependen del tipo de contaminante y su riesgo (Argota et al., 2012). Así, es importante poder detectar y cuantificar cada contaminante para identificar posibles fuentes acuíferas peligrosas, es por esto que se desarrollan métodos analíticos capaces de detectar los niveles de trazas y ultratazas en los que pueden aparecer dichos metales, sino que además sean capaces de discernir entre los distintos metales y sus especies.

### Métodos y resultados

Las especies metálicas son los distintos estados en los que se presenta un metal, esto puede consistir en distinto número de oxidación, pero también en formas complejadas con compuestos orgánicos.



Dependiendo de la oxidación y del entorno químico del metal, éste tiene propiedades distintas. Esta diferencia de comportamiento se manifiesta en muchos metales, como el cromo o el antimonio. Respecto al cromo, cuyas dos especies más abundantes son  $\text{Cr}^{\text{III}}$  y  $\text{Cr}^{\text{VI}}$ . El primero es un oligoelemento que participa en el metabolismo de la insulina mientras que el segundo es un potente carcinógeno. Debido a esta diferencia es importante desarrollar técnicas capaces de cuantificar sendas especies por separado ya que cada una tiene límites legales distintos (Bergamini et al., 2007). En nuestro trabajo, se consigue mediante una técnica online de adsorción magnética. La base es un nuevo nanomaterial magnético que se confina en un reactor que se inserta en un sistema de inyección en flujo (FIAS) con válvula de 8 puertos conectado a un plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES). Gracias al juego de flujos que brinda y al empleo de diversos eluyentes ( $\text{NH}_3$  y  $\text{HNO}_3$ ), es posible diferenciar el  $\text{Cr}^{\text{VI}}$  del  $\text{Cr}^{\text{III}}$  y cuantificarlos por separado, llegando a unos LOD del orden de ppt. Así, se analizaron diversos puntos de la costa malagueña con éxito y detectar dónde es necesario un control. Estos nuevos nanomateriales magnéticos (patentados por el grupo de investigación) se basan en el acoplamiento de nanopartículas magnéticas con óxido de grafeno, que posteriormente se funcionalizan para hacerlos selectivos frente a los metales objetivo (M@GO). En esto se basa también la especiación de Sb, el cual se encuentra mayoritariamente como  $\text{Sb}^{\text{III}}$  y  $\text{Sb}^{\text{V}}$ . Mediante el empleo de un nanomaterial funcionalizado, es posible realizar la especiación por espectroscopía de absorción atómica en horno de grafito (GFAAS) acoplada a generación de hidruros.

### Conclusiones

En conclusión, el desarrollo de nuevos nanomateriales y técnicas que permitan el análisis de los componentes de las aguas de costas y mares es imprescindible para el control de éstas y por lo tanto es necesario la mejora de los conocidos para permitir una mejor diferenciación de especies y una mejor selectividad con el objetivo de discernir las especies y elementos según la toxicidad de cada uno. Esto acoplado a sistemas electroquímicos, es posible monitorear los parámetros in situ en la costa.

### Bibliografía

- Argota, G., Argota, H., Mora, Y., Fimia, R., & Iannacone, J. (2012). Histología y química umbral de metales pesados en hígado, branquias y cerebro de *Gambusia punctata* (Poeciliidae) del río Filé de Santiago de Cuba. *Redvet, Revista Electrónica de Veterinaria*, 13(5) 1-11.
- Bergamini M.F., dos Santos D.P. & Zanoni M.V.B. (2007). Development of a voltametric sensor for chromium (VI) determination in wastewater sample, *Sensor. Actuator. B Chem.* 123 902–908.
- Delgado, M. N. G., Barrenetxea, C. O., Serrano, A. P., Blanco, J. M. A., & Vidal, F. J. R. (2004). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. Madrid: Editorial Paraninfo.

### Agradecimientos

Las autoras agradecen al Plan Propio de la Universidad de Málaga por las ayudas de contratos predoctorales A.2./2021.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LA POLUCIÓN LUMÍNICA EN NUESTRAS COSTAS: EFECTO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN LA COMUNIDAD DE PERACÁRIDOS MARINOS**

**Pablo Saenz-Arias<sup>1</sup>, Alejandro Irazabal<sup>2</sup>, José Manuel Guerra-García<sup>1</sup>, Juan Moreira<sup>2</sup>, M<sup>a</sup> José Reyes-Martínez<sup>3</sup>, Carlos Navarro-Barranco<sup>1</sup>**

Universidad de Sevilla, España, [psaenz1@us.es](mailto:psaenz1@us.es)<sup>1</sup>; Universidad Autónoma de Madrid, España<sup>2</sup>; Universidad Pablo de Olavide, España<sup>3</sup>

**Abstract**

The aim of this study is to compare the peracarid (Crustacea: Eumalacostraca) community present in surface waters during the day and night with street lighting on and off, specifically in the coastal town of El Morche (Málaga). Univariate and multivariate analyses showed significant differences between daytime and nighttime communities, as well as between nights with street lighting on and off. The peracarid group that contributed most to these differences was the mysids. These results indicate that lighting affects peracarid crustaceans, which could have repercussions on the entire community structure.

**Introducción**

La polución lumínica es una de las principales presiones antrópicas a la que están sometidos los ecosistemas en los últimos años (Sanders *et al.*, 2020). La década pasada más del 22% de la costa mundial estaba expuesta a polución lumínica (Davies *et al.*, 2014). España, un país con una enorme superficie costera, es el sexto de los países del G20 con mayor porcentaje de área expuesta a polución lumínica (Falchi *et al.*, 2016). Los efectos de la polución lumínica en los ecosistemas costeros son muy diversos, pudiendo afectar a nivel de individuo, población e incluso comunidad (Davies *et al.*, 2014; Sanders *et al.*, 2020). Sin embargo, la mayoría de estudios sobre polución lumínica en estos ecosistemas suele centrarse en el efecto etológico sobre una o varias especies (e.g. Lynn *et al.*, 2021). En este contexto, son necesarios estudios a nivel de comunidad que revelen el posible efecto de la polución lumínica en los ecosistemas costeros.

**Material y métodos**

El estudio se realizó en la localidad costera de El Morche (Málaga: España), que presenta una gran presión turística durante los meses de verano. Se eligieron seis fechas en las que se tomaron cuatro réplicas durante el día y cuatro durante la noche. Tres de esas fechas mantuvieron el alumbrado público del paseo marítimo encendido y tres apagado. Las réplicas se tomaron con una red de plancton ( $\varnothing = 40$  cm) desde un kayak en paralelo a la costa (20 -30 m aproximadamente), su contenido se tamizó (luz de malla = 500  $\mu$ m) y se conservó en etanol 96%. Adicionalmente, se colocó un flujómetro en la red para cuantificar el caudal de agua muestreado en cada réplica. Posteriormente se identificaron las especies pertenecientes al grupo de los peracáridos (Crustacea: Eumalacostraca) y su abundancia fue cuantificada en individuos/m<sup>3</sup>. El diseño estadístico incluyó tres factores: 'Periodo' (Pe), un factor fijo con dos niveles (Día vs Noche); 'Tratamiento' (Tr), un factor fijo, ortogonal con 'Pe' y con dos niveles (Encendido vs Apagado); y 'Fecha' [Tr(Fe)], un factor aleatorio y anidado en 'Tr' con tres niveles (tres

fechas por tratamiento). Se realizó un ANOVA para comparar la abundancia total entre los factores mencionados. Siguiendo este mismo diseño, se utilizó un análisis PERMANOVA y un análisis de clasificación Cluster para explorar las diferencias en la estructura de la comunidad de peracáridos, así como un análisis SIMPER para determinar qué especies contribuyeron a las posibles diferencias.

### Resultados y discusión

Se identificaron 11.685 individuos pertenecientes a 52 especies de crustáceos peracáridos. Los resultados del PERMANOVA mostraron diferencias significativas para los tres factores y sus interacciones. Los análisis *pair wise* mostraron que las comunidades nocturnas presentes con el alumbrado encendido y apagado eran significativamente diferentes. El Cluster mostró dos grupos bien diferenciados: un grupo homogéneo con las réplicas tomadas durante el día y un grupo heterogéneo de réplicas nocturnas, subdividido a su vez en aquellas con el alumbrado encendido y apagado. El SIMPER reveló que este patrón estaba causado principalmente por especies del orden de los mísidos. El análisis ANOVA mostró una reducción significativa en la abundancia total de mísidos durante las noches con el alumbrado encendido. Este patrón estuvo determinado por la respuesta de las especies dominantes, tales como *Mesopodopsis slabberi* (Van Beneden, 1861), mientras que otras especies menos abundantes como *Siriella jaltensis* Czerniavsky, 1868 aumentaron al encender el alumbrado. Estos resultados sugieren que la luz artificial del alumbrado puede alterar la comunidad de peracáridos de la columna de agua, lo que podría afectar a la estructura de toda la comunidad.

### Conclusiones

El presente estudio muestra que la polución lumínica del alumbrado público altera la estructura de peracáridos marinos de la columna de agua. El efecto de la luz artificial afecta especialmente al grupo de los mísidos, eslabones fundamentales en las redes tróficas costeras. Estos resultados respaldan la necesidad de incluir medidas de gestión sobre polución lumínica en ciudades costeras debido al potencial impacto de este estresor en sus comunidades marinas.

### Bibliografía

- Davies, T. W., Duffy, J. P., Bennie, J. & Gaston, K. J. (2014). The nature, extent, and ecological implications of Marine Light Pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(6), 347–355. doi: 10.1890/130281
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C., Elvidge, C. D., Baugh, K., Portnov, B. A., Rybnikova, N. A. & Furgoni, R. (2016). The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. *Science Advances*, 2(6). doi: 10.1126/sciadv.1600377
- Lynn, K. D., Quintanilla-Ahumada, D., Anguita, C., Widdicombe, S., Pulgar, J., Manríquez, P. H., Quijón, P. A. & Duarte, C. (2021). Artificial light at night alters the activity and feeding behaviour of sandy beach amphipods and pose a threat to their ecological role in Atlantic Canada. *Science of The Total Environment*, 780, 146568. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146568
- Sanders, D., Frago, E., Kehoe, R., Patterson, C. & Gaston, K. J. (2020). A meta-analysis of biological impacts of artificial light at night. *Nature Ecology & Evolution*, 5(1), 74–81. Doi: 10.1038/s41559-020-01322-x



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PLASTITAR Y PYROPLASTICS: FORMACIONES PLÁSTICAS RECIENTEMENTE  
ENCONTRADAS EN PLAYA GRANDE, TENERIFE (ESPAÑA)**

**Cristopher Domínguez-Hernández<sup>1,2</sup>, Cristina Villanova Solano<sup>1,2</sup>, Marta Sevillano-González<sup>1</sup>, Cintia Hernández-Sánchez<sup>2,3</sup>, Javier González-Sálamo<sup>1,2</sup>, Cecilia Ortega-Zamora<sup>1,2</sup>, Francisco Javier Díaz-Peña<sup>4</sup>, Javier Hernández Borges<sup>1,2</sup>**

Departamento de Química, Unidad Departamental de Química Analítica, Universidad de La Laguna, Tenerife, España, [cdomingu@ull.edu.es](mailto:cdomingu@ull.edu.es), [cvillano@ull.edu.es](mailto:cvillano@ull.edu.es), [marsev02@ucm.es](mailto:marsev02@ucm.es), [jgsalamo@ull.edu.es](mailto:jgsalamo@ull.edu.es), [cortegaz@ull.edu.es](mailto:cortegaz@ull.edu.es), [jhborges@ull.edu.es](mailto:jhborges@ull.edu.es)<sup>1</sup>; Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, Tenerife, España, [chernans@ull.edu.es](mailto:chernans@ull.edu.es); Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Forense y Legal y Parasitología, Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de La Laguna, Tenerife, España, [chernans@ull.edu.es](mailto:chernans@ull.edu.es)<sup>3</sup>; Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna, Tenerife, España, [fjdiazpe@ull.edu.es](mailto:fjdiazpe@ull.edu.es)<sup>4</sup>

### Abstract

Plastic pollution is currently one of the most important environmental problems that humans must face in the forthcoming years. In the last decades, it has attracted great interest from the scientific community being of particular importance the study of plastic effects on the marine environment and its organisms. In recent years, new types of plastic formations associated with the presence of plastic waste in the environment have been described: *plastiglomerates*, a multi-composite matrix consisting of melted plastic, sand, rocks and pieces of organic material (Corcoran et al., 2014); *pyroplastics*, formed by the melting of plastic and having usually a single and neutral color (Turner et al., 2019); *plasticrusts*, plastic pieces encrusted in the intertidal rocks (Gestoso et al., 2019); *anthropoquinas*, sedimentary rocks with anthropogenic materials like plastic (Fernandino et al., 2020) and *plastitar*, a solid or semisolid structure of tar on intertidal rocks forming an agglomerate with other materials mainly microplastics (MPs) (Domínguez et al., 2022). In this work, two of these five types of plastic formations (i.e. pyroplastics, and plastitar, as well microplastics embedded in the cracks of the rocks) were found in the coasts of Tenerife (Canary Islands, Spain). Sampling was carried out in the period from 2022 to 2023 in Playa Grande beach, located in the southwest coast of the island. The most common pyroplastics found were made of polyethylene (PE) (90%) followed by polypropylene (PP) (8%) of homogeneous colour. PE was the most common plastic embedded in the rock. Finally, for *plastitar*, PE proved to be the most common plastic, followed by PP, strongly embedded in the formation and with a cover occupying 56 % of the sampled rock surface.

### Introducción

Playa Grande, localizada al sureste de la isla de Tenerife, es considerada un punto de llegada masiva de microbasuras plásticas. La orientación de la playa, los vientos y las corrientes oceánicas, propician la llegada y acumulación de una gran cantidad de basuras marinas en esta parte del litoral canario. Ello ha llevado a la aparición de formaciones plásticas relativamente recientes y no observadas hasta el momento en las costas de Canarias, cuyo riesgo potencial para el equilibrio ecológico del medio marino no se conoce en profundidad. Algunas de estas nuevas formaciones plásticas son los *pyroplastics* o el *plastitar*, que pueden suponer una importante amenaza para la zona intermareal.

## Material y métodos

El estudio de la presencia de *plastitar* se llevó a cabo con cuadrantes de 20 x 20 cm en 5 puntos de una zona rocosa de Playa Grande. Con pinzas de acero inoxidable se tomaron fragmentos y *pellets* de plástico que se encontraban incrustados en el alquitrán solidificado; se lavaron con ciclohexano en ultrasonidos durante 15 min para eliminar los restos de alquitrán. La toma de muestras de *pyroplastics* se llevó a cabo a largo de la última línea de marea, se lavaron con agua Milli-Q en un baño de ultrasonidos durante 10 minutos para remover los restos de arena y de suciedad. Se tomaron, además, muestras de plásticos incrustados en la roca y se lavaron con agua Milli-Q. Las formaciones plásticas se clasificaron por morfotipo (tamaño, forma, color y masa) y se determinó la composición del tipo de polímero por espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR). En el caso de los *pyroplastics*, se determinó el contenido en metales de forma semicuantitativa mediante espectroscopía de fluorescencia de rayos X (XRF). Asimismo, se tomaron muestras de alquitrán de *plastitar* para su análisis por cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID).

## Resultados y discusión

En el caso del *plastitar*, el 56 % de las rocas muestreadas se encontraban cubiertas por esta costra de alquitrán, ocupando la fracción plástica el 12 %, siendo los fragmentos y *pellets* la forma predominante. La caracterización reveló que el 91 % eran piezas de PE siendo el resto de PP. Los colores mayoritarios fueron ambarino (29 %) y azul (19 %). El 52 % de los *pyroplastics* presentaba un color homogéneo, siendo el gris el predominante (47 %). Por otro lado, el 48 % de los mismos mostraron colores variados, siendo los más frecuentes el gris en un 30 % seguido del negro en un 17 %, PE fue el plástico mayoritario (63 %), seguido del PP (25 %). Transparente (28 %) y blanco (24 %) fueron los colores predominantes para los plásticos incrustados en la roca, siendo el PE el polímero mayoritario (83 %) seguido del PP (17 %).

## Conclusiones

Se han observado en el entorno costero de Playa Grande dos tipos de nuevas formaciones plásticas no descritas en Canarias, además de importantes cantidades de microplásticos incrustados en las rocas, cuyos efectos potenciales para el medio marino aún se desconocen. Este punto de llegada masiva de basuras marinas propicia la aparición de estas formaciones y no se descarta la descripción de otras nuevas, por lo que dicho emplazamiento continúa siendo estudiado en profundidad.

## Bibliografía

- Corcoran, P., Moore, C., and Jazvac, K., (2014) An anthropogenic marker horizon in the future rock record. *The Geological Society of America*, 24(6), 4-8.
- Domínguez, C., Villanova, C., Sevillano, M., Hernández, C., González, J., Ortega, C., Díaz, F.J., and Hernández, J., (2022). *Plastitar*: A new threat for coastal environments. *Science of the Total Environment*, 839, 156261.
- Fernandino, G., Elliff, C.I., Francischini, H., and Dentzien-Dias, P., (2020) Anthroquinas: First description of plastics and other man-made materials in recently formed coastal sedimentary rocks in the southern hemisphere. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111044.
- Gestoso, I., Cacabelos, E., Ramalhosa, P., and Canning-Clode, J., (2019) Plasticrusts: A new potential threat in the Anthropocene's rocky shores. *Science of the Total Environment*, 687, 413-415.
- Turner, A., Wallerstein, C., Arnold, R., and Webb, D. (2019) Marine pollution from *pyroplastics*. *Science of the Total Environment*, 694, 133610.

**Agradecimientos** Los autores agradecen el apoyo financiero del Programa de Cooperación Transnacional Azores-Madeira-Islas Canarias para el proyecto "IMPLAMAC" (referencia MAC2/1.1a/265) financiado con fondos FEDER.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**VARIACIÓN DEL BIOVOLUMEN DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA DEL MAR MENOR (MURCIA) DURANTE UN PERIODO DE INTENSA EUTROFIZACIÓN**

*Sophia Ouaiassa<sup>1</sup>, Jesús M. Mercado<sup>2</sup>, Enrique Moreno-Ostos<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Doctorado Diversidad Biológica y Medioambiente. Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España, dulceinterior2015@gmail.com, <sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga, IEO-CSIC, España; <sup>3</sup>Grupo de Ecología Marina y Limnología. Dpto. Ecología. Universidad de Málaga, España. CEIMAR.

**Abstract**

In this paper we analyse the variability in the phytoplankton community biovolume of the hypersaline coastal lagoon of the Mar Menor (Murcia). The data set comprises a time series of approximately 4 years of monthly phytoplankton samples obtained between 2016 and 2021 analysed under inverted microscope. The Biovolumen of each taxon was calculated from its size and shape characteristics. The biovolume of dinoflagellates decreased during the study period, while the biovolume of diatoms registered two marked peaks; a first one in 2018, followed by another at the end of 2021. These biovolume peaks coincided with maximum abundance of diatoms. The biovolume of the phytoplankton community varied independently of the chlorophyll a concentration.

**Introducción**

El estudio de la dinámica temporal del tamaño de los organismos fitoplanctónicos contribuye a una mejor comprensión de su ecología, ya que el tamaño celular se relaciona con aspectos fisiológicos tales como el uso de nutrientes y luz, o estructurales como las relaciones interespecíficas en la comunidad planctónica (Cousins, 1987). El análisis de la variabilidad en la estructura de tamaños del fitoplancton de la laguna del Mar Menor (Ouaiassa et al., 2023), que ha sufrido un deterioro ambiental severo desde 2015 debido a la eutrofización, puede ayudar a entender cuáles son los factores que condicionan la dinámica de las comunidades de fitoplancton en un ecosistema fuertemente alterado.

**Material y métodos**

Desde 2016 hasta 2021 se realizaron muestreos mensuales a 3-4 m de profundidad en la laguna costera del Mar Menor. De cada muestra de agua se fijó un volumen de 250 mL con solución de Lugol (2% f.c.) que se analizó bajo el microscopio invertido. Para el cálculo del biovolumen del fitoplancton se usó el programa *PlanktonToolbox version 1.3.0*. En cuanto a la clorofila a, un volumen de 0,5 L de agua se filtró a través de filtros Whatman GF/F para la determinación de su concentración por espectrofotometría después de la extracción durante la noche en acetona al 90% a 4-5 °C (SCOR-UNESCO 1966).

**Resultados y discusión**

El biovolumen de la comunidad de diatomeas y dinoflagelados de la laguna varió independientemente de la concentración de clorofila a, sin mostrar ningún patrón de estacionalidad (fig.1). El biovolumen correspondiente a diatomeas osciló entre valores mínimos de  $5,3 \cdot 10^{-3} \text{mm}^3 \text{L}^{-1}$  en 2019 y máximos de  $1,54 \text{mm}^3 \text{L}^{-1}$ . Produciéndose dos máximos uno a principios del año 2018, debido al aumento de la abundancia de *Cyclotella* sp., y otro en el verano de 2021, asociado a una proliferación de *Pseudo-*

*nitzschiasp* (fig.2). Por su parte, el biovolumen de dinoflagelados varió entre el valor mínimo de  $9 \cdot 10^{-3} \text{mm}^3 \text{L}^{-1}$  y máximo de  $0.19 \text{mm}^3 \text{L}^{-1}$ . Las especies más representativas de este grupo fueron *Ceratium furca* y *Protoperedinium sp.*

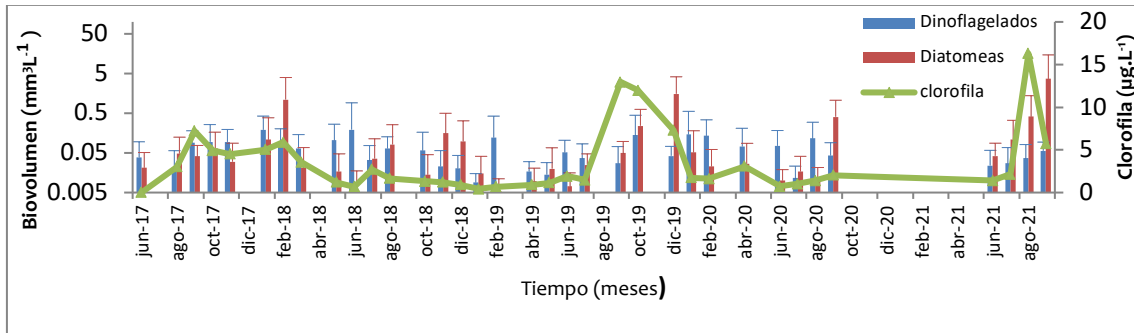


Figura 1. Variación temporal del biovolumen de diatomeas, dinoflagelados y de la concentración de clorofila-a.

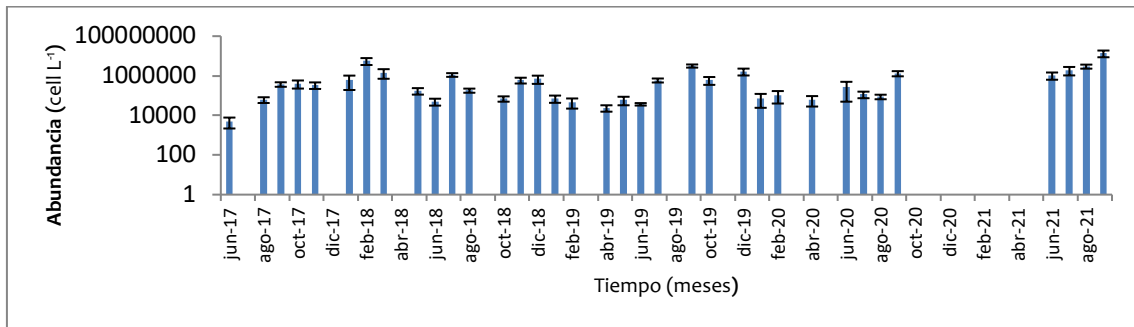


Figura 2. Variación temporal de la abundancia de las diatomeas.

## Conclusiones

- Los cambios en el biovolumen total de fitoplancton en el Mar Menor, durante el periodo de estudio, son principalmente atribuibles a cambios en la abundancia y tamaño de diatomeas.
- Las diatomeas que dan lugar a los *blooms* fitoplanctónicos, en este ecosistema, son especies de tamaño medio, capaces de tomar ventaja, bajo las cambiantes condiciones ambientales que han caracterizado las diferentes fases del proceso de eutrofización de la laguna.

## Bibliografía

- Cousins, S. (1987). The decline of the trophic level concept. *Trends in Ecology & Evolution*, 2(10), 312–316.
- Ouassa, S.; Gomez-Jakobsen, F.; Yebra, L.; Ferrera, I.; Moreno-Ostos, E.; Belando, MD.; Ruiz, JM; Mercado, JM. (2023). Phytoplankton dynamics in the Mar Menor, a Mediterranean coastal lagoon strongly impacted by eutrophication. *Marine Pollution Bulletin*, 192: 115074.

**Agradecimientos** Este trabajo fue parcialmente financiado por el proyecto DMMM del Instituto Español de Oceanografía (CSIC).

**Comunicaciones Orales**

**Área Temática:**

**La Gestión Integrada del Mar**





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EXPERIMENTOS DE ELECCIÓN Y ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE RECURSOS  
PESQUEROS: CASO DE ESTUDIO DEL CERCO EN EL GOLFO DE CÁDIZ**

*Silvia Fernández-Reguero<sup>1</sup>, José L. Oviedo<sup>2</sup>*

*Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), España, autora para correspondencia:  
silvia.fernandez.dr@csic.es<sup>1</sup>*

**Abstract**

Stock fluctuations and their impact on fisheries have important implications and the associated uncertainties are expected to increase in the current climate change context. To implement effective management strategies, economic, social, technical, and biological factors must be considered, within an interaction framework between stakeholders and based on available scientific knowledge. This study uses discrete choice experiments to determine the fishing sector's preferences for management alternatives in the context of potential stock variations. We apply this method to the case study of the purse seine fishery in the Gulf of Cádiz, focusing on the anchovy (*Engraulis encrasicolus*) as the main species of commercial interest. In order to design a choice experiment survey consistent with the sector's reality, we have carried out a pilot phase in the methodology development using personal interviews and focus groups (n = 28). Preliminary results show that the most relevant attributes are the engagement of the fishing sector through local agreements, the possibility of longer biological closures, the level of management administration (local, regional or state), and possible economic compensations associated to different alternatives. As conclusion, the survey should reflect the current state of both the sector and the stock, and avoid attributes that involve long-term effects due to the associated uncertainties.

**Introducción**

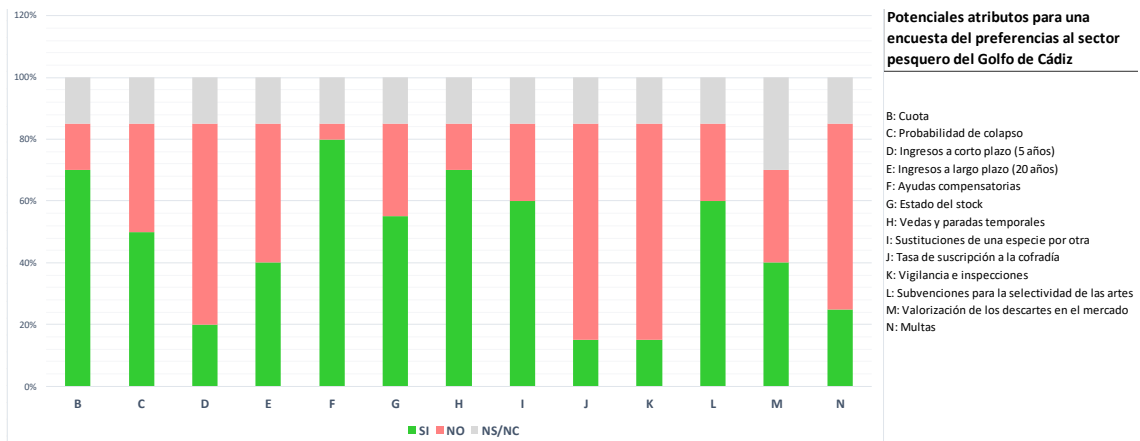
Las variaciones en el stock de una pesquería tienen implicaciones importantes para el sector y se espera que las incertidumbres asociadas se vean agravadas en el actual contexto de cambio climático (Sumaila et al., 2011). La adaptación ante estos escenarios debe integrar consideraciones económicas, sociales, técnicas y biológicas dentro de un marco de interacción entre las partes interesadas (Wattage et al., 2005). El propósito de esta investigación es analizar las preferencias del sector pesquero sobre diferentes alternativas de gestión ante posibles variaciones del stock a través de la metodología de experimentos de elección discreta. El diseño y aplicación de esta herramienta puede contribuir a un mejor conocimiento sobre el sector que mejore el asesoramiento científico para una implementación de estrategias de gestión más eficientes (Junta de Andalucía, 2022; Wattage et al., 2005).

**Material y métodos**

Esta propuesta se presenta para el caso de estudio de la pesca de cerco en el Golfo de Cádiz (división IXa de ICES), con el boquerón (*Engraulis encrasicolus*) como principal especie de interés comercial. La metodología, de los experimentos de elección, se basa en el diseño de alternativas hipotéticas, definidas por un conjunto de atributos que toman diferentes valores en cada alternativa, las cuales son presentadas en una encuesta a una muestra de una población objetivo a la que se le pide que elija la alternativa preferida (Louviere & Woodworth, 1983; Wattage et al., 2005; Hoyos, 2010; Fitzpatrick et al., 2017). En el caso de estudio analizado la encuesta se dirige al sector pesquero con el fin de conocer sus preferencias por diferentes alternativas de gestión. Para diseñar una encuesta consistente, se han realizado entrevistas, grupos de enfoque y una encuesta pre-test como fase piloto en el desarrollo de la metodología. Entre diciembre de 2022 y mayo de 2023 se realizaron ocho grupos de enfoque a un total de 28 participantes, donde se plantearon, entre otras cuestiones, los potenciales atributos a incluir.

## Resultados y discusión

Los resultados de los grupos de enfoque muestran que los atributos más relevantes para una encuesta dirigida al sector del cerco en el caso de estudio son: i) la participación del sector pesquero mediante acuerdos locales, ii) la posibilidad de extensión de las paradas biológicas, iii) la escala de la medida (local, regional o estatal) y iv) compensaciones económicas asociadas a las distintas medidas (Fig. 1).



**Figura 1.** Resultados de la fase piloto para el diseño de una encuesta de preferencias al sector pesquero del Golfo de Cádiz. Porcentaje de respuestas de las personas participantes en los grupos de enfoque a la pregunta de incluir en la encuesta los potenciales atributos (B a N).

## Conclusiones

La principal conclusión de la fase piloto de diseño del experimento de elección es que la encuesta debe reflejar el estado actual tanto del sector como del stock y evitar atributos que impliquen efectos a largo plazo debido a la incertidumbre asociada. También se ha obtenido que la encuesta debe incluir la posibilidad de plantear una posible medida de autogestión de las capturas dentro del límite de cuota que, a la vez, podría ayudar a que el precio del boquerón aumente. Estos dos resultados deben integrarse como parte de los atributos en el diseño del experimento de elección.

## Bibliografía

- Fitzpatrick, M., Maravelias, C. D., Eigaard, O. R., Hynes, S., & Reid, D. (2017). Fisher’s preferences and trade-offs between management options. *Fish and Fisheries*, 18(5), 795–807. <https://doi.org/10.1111/faf.12204>
- Hoyos, D. (2010). The state of the art of environmental valuation with discrete choice experiments. *Ecological Economics*, 69(8), 1595–1603. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.011>
- Junta de Andalucía. (2022). Plan Estratégico de la Pesca del Golfo de Cádiz. Junta de Andalucía.
- Louviere, J. J., & Woodworth, G. (1983). Design and Analysis of Simulated Consumer Choice or Allocation Experiments: An Approach Based on Aggregate Data. *Journal of Marketing Research*, 20(4), 350. <https://doi.org/10.2307/3151440>
- Sumaila, U. R., Cheung, W. W. L., Lam, V. W. Y., Pauly, D., & Herrick, S. (2011). Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature Climate Change*, 1(9), 449–456. <https://doi.org/10.1038/nclimate1301>
- Wattage, P., Mardle, S., & Pascoe, S. (2005). Evaluation of the importance of fisheries management objectives using choice-experiments. *Ecological Economics*, 55(1), 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.016>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LA CONTRIBUCIÓN DEL TURISMO PESQUERO O MARINERO AL DESARROLLO LOCAL EN EL SUROESTE IBÉRICO SEGÚN LOS STAKEHOLDERS**

*María Bahamonde-Rodríguez*

*Universidad de Huelva, España, maria.bahamonde@dem.uhu.es*

**Abstract**

Fishing or marine tourism is a growing sector within the Blue Economy whose activities and experiences try to achieve the correct balance between the conservation of tangible and intangible cultural heritage, economic development and progress of local fishing populations, without forgetting the need to reduce the impacts derived from its implementation and its contribution to the sustainability of the destination. This research will be carried out during the pre-doctoral stay at the University of the Algarve, specifically in the CinTurs research group, with the aim of analysing the differences and similarities of this type of tourism in two similar territories in different countries. The topics to be addressed will be: a) an approximation to the state of the question through the analysis of the legislative framework that determines this type of tourism in Andalusia (Spain) and Portugal; b) the establishment of the different stakeholders involved in the management of fishing tourism in the study area, analysing their willingness to value the marine culture, as well as their competitive and/or collaborative relationships; c) the contribution of fishing tourism to local development in the different places of the study area; and d) the sustainability of fishing tourism, its relationship with the Sustainable Development Goals and the impacts generated in the study area.

**Introducción**

La diversificación económica en comunidades dedicadas de manera tradicional a la pesca se hace necesaria fruto del declive de esta actividad, con una significativa disminución de las personas empleadas en el sector, así como de los beneficios obtenidos de ella. En este contexto, la búsqueda de nuevas actividades socio-económicas que contribuyan al desarrollo local desemboca en la puesta en marcha de actividades turísticas relacionadas con la pesca. La reorientación productiva de la pesca con fines turísticos es considerada un ejemplo de revitalización y desarrollo litoral sostenible, generándose oportunidades que contribuyen desde niveles locales al desarrollo sostenible global (Hernández Aguado *et al.*, 2021). Esta terciarización del sector pesquero permite conservar elementos del patrimonio cultural marítimo que de otro modo habrían desaparecido y además generar nuevas vías de ingresos para la población local siempre que se produzca una adecuada redistribución de estos. Así, se le otorga un nuevo valor al patrimonio, el cual se incluye en actividades que pueden proporcionar beneficios para la población local, dedicada o no a la pesca, mejorando su calidad de vida. De este modo, se hace necesario analizar si el declive de las actividades tradicionales en espacios litorales, con escasas oportunidades de empleo (Saxena *et al.*, 2007; Ramsey & Malcolm, 2017), conlleva a un reemplazo de estas actividades tradicionales por las turísticas, derivado de la multifuncionalidad de usos de los recursos disponibles y la diversificación económica como estrategias adaptativas para el desarrollo (Saxena *et al.*, 2007; Wilson, 2010) o si se produce una convivencia entre ambas.

Con el objetivo de enmarcar el desarrollo de esta actividad, se llevará a cabo un análisis de la normativa vigente, así como de la Política Pesquera Común, observando si desde la Unión Europea se ha generado un contexto favorable para la implantación del turismo pesquero. Posteriormente, se estudiarán las relaciones entre los stakeholders, sus percepciones y predisposición de poner en valor la cultura marinera. Otros aspectos a analizar serán la propia contribución del turismo pesquero al

desarrollo local, la sostenibilidad de las actividades realizadas para su desarrollo y los impactos que se generan. Tampoco debe olvidarse el papel que juega la población local, que debe conocer y formar parte de esta actividad sin perder su identidad.

### **Material y métodos**

La metodología aplicada ha sido mixta: (1) realización de entrevistas a stakeholders con el fin de conocer la percepción de quienes participan en los procesos de desarrollo o influyen sobre ellos; (2) empleo de datos secundarios para analizar las repercusiones del turismo sobre el desarrollo local y la sostenibilidad. Para el análisis de las entrevistas y la obtención de resultados a partir de estas se utilizará la metodología de investigación cualitativa ATLAS.ti.

### **Resultados y discusión**

Al tratarse de un trabajo en ejecución, los resultados preliminares indican: (1) la prevalencia en el discurso dominante de la dimensión económica del turismo en el desarrollo local, mientras las expectativas no se cumplen; (2) la escasa percepción de impactos socio-culturales sobre la comunidad por parte de los stakeholders, con escasos impactos positivos del turismo sobre la comunidad local; (3) la sustitución progresiva de las actividades tradicionales por actividades recreativas y turísticas; (4) la consideración de la dimensión ambiental como cuestión personal y no colectiva, infravalorando los impactos ambientales; (5) el desarrollo turístico desigual en los diferentes municipios. En conclusión, el efecto del turismo en los procesos de desarrollo local en el ámbito de estudio es limitado, aunque existen diferencias entre los lugares analizados.

### **Conclusiones**

Como futuras líneas de investigación se plantean la participación de la mujer en las actividades pesqueras; la contribución del turismo pesquero a la desestacionalización del turismo de sol y playa en los destinos litorales, viéndose como una oportunidad el auge del turismo alternativo y de cercanía acaecido tras la pandemia; y el análisis de las motivaciones del turista que apuesta por este tipo de turismo.

### **Bibliografía**

- Hernández Aguado, S., Sánchez, M.<sup>a</sup> E., & Segado Segado, I. (2021). The role of fisheries governance in achieving the Sustainable Development Goals: an exploratory study from the images of stakeholders in the Region of Murcia. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (88).
- Ramsey, D.; Malcolm, C.D. The importance of location and scale in rural and small town tourism product development: The case of the Canadian Fossil Discovery Centre, Manitoba, Canada. *Can. Geogr.-Geogr. Can.* 2017, 62, 250–265.
- Saxena, G.; Clark, G.; Oliver, T.; Ilbery, B. Conceptualizing integrated rural tourism. *Tour. Geogr.* 2007, 9, 347–370.
- Wilson, G. Multifunctional quality and rural community resilience. *Trans. Inst. Br. Geogr.* 2010, 35, 364–381.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EL CONVENIO DE TRABAJO MARÍTIMO 2006 Y LA GENTE DE MAR. A PROPÓSITO  
DE SUS DOS LUSTROS EN VIGOR**

*Christian Rodríguez Martínez*

*Universidad del Magdalena, Colombia, crodriguezma@unimagdalena.edu.co*

**Abstract**

On August 20, 2013, the Maritime Labour Convention 2006 entered into force, after 30 countries that make up the International Labor Organization ratified and adopted it internally. Since then, it has become the Seafarers' Bill of Rights and a guarantee for the protection of their human labor rights on board ships. For this reason, this paper has the purpose of carrying out an analysis of its implementation, achievements and challenges, on the occasion of the 10 years of its entry into force; with special emphasis on Colombia, since our country has not yet ratified said agreement despite being surrounded by two oceans and having more than 15,000 sea workers.

**Introducción**

Los derechos fundamentales y sociales de la gente de mar han sido reconocidos por la Organización Internacional del Trabajo –OIT- en su Convenio de Trabajo Marítimo 2006 o *Maritime Labour Convention 2006*, (en adelante CTM2006). Conforme a lo dispuesto en el CTM2006, los Estados ratificantes deben establecer mecanismos internos que permitan proporcionar un marco jurídico adecuado para la aplicación efectiva de estos derechos.

No obstante, existen unos vacíos frente al alcance de estos derechos y su reglamentación en algunos Estados, y más específicamente, en los países que no han podido ratificar este convenio, como es el caso de Colombia, a pesar de que este convenio se constituye como la carta fundamental de derechos de la gente de mar, relacionando y garantizando condiciones dignas de trabajo para el colectivo, toda vez que incorpora varios convenios y recomendaciones sobre el trabajo marítimo.

Así las cosas, esta ponencia pretende realizar un análisis a su implementación, logros, desafíos, trabajadores a los que le aplica, responsabilidad de los Estados, frente al CTM2006, para luego, aterrizar al caso colombiano, a propósito de sus dos lustros de vigencia.

**Resultados y discusión**

Colombia ha sido de los países que no ha logrado ratificar el convenio, a pesar de que, más 14.000 personas conforman la gente de mar, de los cuales 2.557 cuentan con títulos de navegación internacional y 11.695 tienen licencia de navegación. En la actualidad 495 mujeres poseen título y licencia de navegación (Dirección General Marítima, 2020). Lo cual, sorprende puesto que hemos ratificado 61 convenios de la OIT, entre ellos el constitutivo de este organismo, mediante el Tratado de Versalles de 1919 incorporado a nuestra legislación interna mediante la Ley 49 de 1919.

Por lo tanto, no ha logrado armonizar su legislación interna a la luz del convenio sobre trabajo marítimo, sino que se siguen aplicando normas como el Decreto 1015 de 1995 que establece el contrato de enrolamiento (y lo sujeta a las cláusulas contenidas en el contrato, bajo la inspección de las autoridades administrativas del trabajo. Hay que recordar que el contrato de enrolamiento tiene como sustento internacional el convenio número 22 de la Organización Internacional del Trabajo, el cual fue revisado y ajustado por el CTM2006.

En este punto, se hace menester resaltar la sentencia de la Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Laboral con radicación número 38272 del 30 de enero de 2013, ya que al interpretar el artículo 19 del Código Sustantivo del Trabajo se refiere a los convenios de la OIT que no hayan sido ratificados por un Estado miembro de este organismo internacional, por tanto, permite aplicar convenios de la OIT como el CTM2006 en Colombia.

### **Conclusiones**

El Convenio de Trabajo Marítimo 2006 surge como una necesidad de actualizar las distintas normas que se habían expedido por la Organización Internacional del Trabajo desde el año 1919; constituyéndose en el principal instrumento internacional para la gente de mar en defensa de sus derechos laborales en el mar y en tierra, siendo importante la labor que realicen los Estados, tanto Pabellón como Puerto al momento de inspeccionar y vigilar el cumplimiento de este convenio para que así no se vulneren sus derechos por parte de los empleadores.

Si bien ha sido significativa la ratificación del CTM2006 por parte de muchos países, es necesario seguir promoviendo su adopción en Latinoamérica y el Caribe. Ya que este convenio al sistematizar las distintas normas internacionales relacionadas con la gente de mar, se constituye en la fuente reguladora de sus derechos laborales, para así generar condición de trabajo justos y dignos que contribuyan a su calidad de vida.

Las responsabilidades atribuidas a los Estados Pabellón y de Puerto han permitido consolidar al CTM2006 con una herramienta importante para la garantía de los derechos laborales de la gente de mar y calidad de vida a bordo de los buques. Así mismo, ha permitido ampliar la expresión gente de mar a otros tipos de actividades y categoría de trabajadores a bordo de buques que anterior a este no resultaba tan claro.

En el plano colombiano, el panorama es incierto ya que no se avanza en la ratificación del CTM2006 pese a la solicitud insistente de la gente de mar, no obstante, existen decisiones judiciales que vía interpretación se puede aplicar como norma supletoria en los eventos que se presenten casos relacionados con el trabajo marítimo ante los Jueces Laborales nacionales.

### **Bibliografía**

Dirección General Marítima. (25 de Junio de 2020). Gente de Mar: protagonista y soporte de la Colombia Bioceánica. Bogotá D.C, Colombia. Disponible en <https://www.dimar.mil.co/gente-de-mar-protagonista-y-soporte-de-la-colombia-bioceanica>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE DESINFECCIÓN DE ARTES DE PESCA PARA  
MINIMIZAR EL IMPACTO DEL ALGA INVASORA *Rugulopteryx okamurae*  
(Dictyotales, Ochrophyta) (I): TRATAMIENTOS QUÍMICOS**

África Núñez<sup>1</sup>, Julia Loring<sup>1</sup>, Jesús Rosas-Guerrero<sup>1</sup>, Marianela Zanolla<sup>1</sup>, Raquel Carmona<sup>3</sup>, Julio De la Rosa<sup>2</sup>, María Altamirano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España, [africa.nunez.garcia@uma.es](mailto:africa.nunez.garcia@uma.es), [loring@uma.es](mailto:loring@uma.es), [jrosasguerrero@uma.es](mailto:jrosasguerrero@uma.es), [marianela@uma.es](mailto:marianela@uma.es), [altamirano@uma.es](mailto:altamirano@uma.es), <sup>2</sup>Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada, España, [jdlarosa@ugr.es](mailto:jdlarosa@ugr.es), <sup>3</sup>Departamento de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España, [rcarmona@uma.es](mailto:rcarmona@uma.es)

### Abstract

*Rugulopteryx okamurae* has produced unprecedented environmental and socio-economic impacts since 2016 in the Spanish coasts, and later in other European countries and Morocco. The fishing sector is the most affected while it also acts as a key player in the dispersal of the species. For these reasons, the Spanish National Control Strategy for the species points out the need to develop disinfection protocols for fishing gears. In this context, the aim of this study is to provide preliminary results of different laboratory experiments performed for the development of fishing gear disinfection protocols, based on the sensitivity of *R. okamurae* to different chemical treatments. Sensitivity of healthy thalli of *R. okamurae* to different chemical compounds at different concentrations after different exposure times was estimated by means of inhibition of the photosynthetic performance of apical parts under laboratory-controlled conditions. Results show that *R. okamurae* is highly sensitive to several of the tested treatments, reaching 100% of inhibition. Discussion is focused on the suitability of the treatments based on time of exposure, impacts of its application, economic costs, and recovery of the thalli.

### Introducción

El alga parda asiática *Rugulopteryx okamurae* ha producido importantes impactos ambientales y económicos desde su identificación en el Estrecho de Gibraltar en 2016 (Altamirano et al., 2016). Supone un gran problema para la biodiversidad marina (García-Gómez et al., 2018; Pulido & Altamirano, 2017), el sector pesquero (MITECO, 2022) y la gestión de arribazones en las playas (Sempere-Valverde et al., 2019). Grandes cantidades del alga quedan atrapadas en las artes de pesca, facilitando su dispersión si no se limpian adecuadamente antes de volver a utilizarlas en otro punto de pesca. Por ello, en la Estrategia Nacional de Control de la especie se recoge la necesidad de desarrollar protocolos de desinfección específicos para el sector pesquero, con el fin de minimizar el impacto de la especie evitando su dispersión de manera accidental. Por ello, con el objetivo de desarrollar estos protocolos, nos centramos en estudios preliminares de la sensibilidad de *R. okamurae* ante diferentes compuestos químicos bajo condiciones controladas de laboratorio.

### Material y métodos

Se expusieron talos sanos de *R. okamurae* a diferentes tratamientos con ácido acético, hipoclorito de sodio, sulfato de cobre y agua de grifo, a diferentes concentraciones y durante diferentes tiempos de exposición (de minutos a horas). Posteriormente, con el fin de analizar la supervivencia de *R. okamurae* ante los tratamientos, los talos se pusieron bajo condiciones de recuperación en agua de mar. La

efectividad fue medida como la inhibición de la fotosíntesis a través del rendimiento cuántico efectivo medido con un fluorímetro Diving PAM, después de la exposición a cada tratamiento y después del periodo de recuperación. Con el objetivo de identificar los tratamientos más eficientes, se jerarquizaron en función de la inhibición que producían tras el tiempo de exposición y tras un día en agua de mar. Los datos fueron analizados mediante análisis de la varianza ANOVA y tests LSD a posteriori.

## Resultados y discusión

Los resultados muestran que todos los productos ensayados producen inhibición de la actividad fotosintética, cuyo porcentaje depende de la concentración y el tiempo de exposición. La discusión se centra en comparar los diferentes tratamientos aplicados, así como sus efectos a nivel celular, para evaluar su efectividad. Los tratamientos que han tenido una respuesta más rápida han sido aquellos con ácido acético y lejía, que además no han permitido la recuperación de los talos posteriormente. Algunos tratamientos después de 10 minutos de exposición ya alcanzaban el 100% de inhibición, lo cual los hace buenos candidatos a ser empleados para los protocolos. Aunque estos resultados son ciertamente optimistas, el desarrollo de un sistema de escalado apropiado para el sector pesquero que trate efectivamente el volumen real de las algas contenidas en las artes de pesca, es necesario. Se busca un tratamiento que una vez escalado a puerto garantice una inhibición no reversible de la fotosíntesis por encima del 95%, en el menor tiempo posible, lo más inocuo posible para el usuario y el medio ambiente y de bajo coste.

## Bibliografía

- Altamirano, M., De La Rosa, J., & Martínez, F. J. (2016). Arribazones de la especie exótica *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W.J. Lee and H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta) en el Estrecho de Gibraltar: primera cita para el Atlántico y España. *Algas*, 52(20).
- García-Gómez, J. C., Sempere-Valverde, J., Ostalé-Valriberas, E., Martínez, M., Olaya-Ponzzone, L., González, A. R., Espinosa, F., Sánchez-Moyano, E., Megina, C., & Parada, J. A. (2018). *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W.J. Lee & H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta), alga exótica “explosiva” en El Estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. *Revista de Estudios Campogibraltares*, 49, 103–119.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2022). *Estrategia de Control del Alga *Rugulopteryx okamurae* en España*.
- Pulido, C., & Altamirano, M. (2017). *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta): una posible invasión críptica en el Estrecho de Gibraltar. *II Congreso de Biodiversidad y Conservación de La Naturaleza*.
- Sempere-Valverde, J., García-Gómez, J. C., Ostalé-Valriberas, E., Martínez, M., Olaya-Ponzzone, L., González, A. R., Sánchez-Moyano, E., Megina, C., Parada, J. A., & Espinosa, F. (2019). Expansion of the exotic brown algae *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W.J. Lee & H.S. Kim in the strait of Gibraltar. *N 1st Mediterranean Symposium on the Non- Indigenous Species*, 108.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**IMPACTO DE LAS ARTES DE PALANGRE SOBRE MAMÍFEROS MARINOS:  
COMPARATIVA ENTRE EL MAR MEDITERRÁNEO Y EL ATLÁNTICO NORTE**

**Alejandro Alegría Rodríguez<sup>1,2</sup>, José Moreno<sup>2</sup>, Salvador García Barcelona<sup>2</sup>, José Carlos Báez<sup>2</sup>, José María Ortiz de Urbina<sup>2</sup>, David Macías<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Biología Animal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España,

<sup>2</sup>Centro Oceanográfico de Málaga, Instituto Español de Oceanografía-CSIC, Fuengirola, España

**Abstract**

The fishing industry is one of the highest anthropogenic pressures on marine megafauna. Surface longline fisheries stand out by their effectiveness among the different fisheries targeting tuna and swordfish. Nevertheless, the longline can produce impacts (bycatch) on other nontarget species, some of them with conservation issues. Odontocete cetaceans can interact with longlines by preying on the catch or by interactions with the gear, being entangled or hooked. Some of these interactions can result in injured or killed cetaceans. The present study describes the incidental interactions of cetaceans with longlines, which occur when preying on the bait, in the Mediterranean Sea and the North Atlantic from 2010 to 2022. This work also updates a previous paper analysing the interactions of cetaceans with longlines in the Mediterranean from 2000 to 2009.

**Introducción**

El palangre de superficie es el método principal para la pesca de túnidos y pez espada (Lewison et al., 2004). Este arte interacciona con mamíferos marinos, especialmente con cetáceos odontocetos. Como resultado de esta interacción a veces resultan heridos o muertos (Hamer et al., 2012). La captura accidental o *bycatch*, es uno de los impactos de las pesquerías más frecuentes y peligrosos para muchas especies (Giménez et al., 2021), por ejemplo, se considera la principal razón de extinción del baiji (*L. vexillifer*) (Hammer et al., 2012). De acuerdo con Macías et al. (2012), “en aguas mediterráneas, el palangre de superficie tiene su impacto en varias especies de delfínidos, siendo el calderón gris (*G. griseus*), la especie más afectada”, por lo que propusieron medidas de gestión de la pesquería debido al impacto tanto socioeconómico como de conservación que supone dicho *bycatch*.

**Material y métodos**

Los datos de interacciones de cetáceos con palangre de superficie se han obtenido del programa de observadores a bordo del Instituto Español de Oceanografía. En esta base de datos se recoge la información que los observadores pesqueros anotan sobre cada salida de puerto de los distintos barcos (marea), así como de cada lance y captura observada, tales como fechas, ubicaciones, número de anzuelos del lance y especies capturadas, así como su estado vital y destino. Esta información se ha analizado para comparar las capturas accidentales de cetáceos durante el periodo 2010-2022 por modalidad de palangre (arte) y por año en el área de estudio. Para ello se ha usado como índice de interacción el *Bycatch* por Unidad de Esfuerzo (BPUE), calculado como el número total de capturas por mil anzuelos, tanto por año como por modalidad de palangre en el área de estudio. El área de estudio incluye el Mediterráneo occidental y zonas pertenecientes al Atlántico noreste, principalmente el golfo de Cádiz y la Macaronesia. Para la representación gráfica de las capturas producidas y del esfuerzo de pesca se utilizaron SIG.

## Resultados y discusión

La mayor parte de las capturas accidentales se ubican en el Mediterráneo, manteniéndose como la especie más afectada el calderón gris, aunque el número de capturas se ha reducido la mitad. Esta reducción puede ser debida a la práctica desaparición del palangre japonés, la modalidad de pesca que más interacciones presentaba con esta especie. Otras especies afectadas son el delfín común (*D. delphis*) y listado (*S. coeruleoalba*), cuyas tasas de captura varían poco en comparación con periodos anteriores. Sin embargo, las capturas de calderón común (*G. melas*) se han duplicado. Las tasas de interacción de las especies con el arte en el Atlántico son mucho menores que en el Mediterráneo. No se ha producido *bycatch* de especies distintas a las mediterráneas, aunque se da el caso de un delfínido no identificado que podría tratarse de una especie de hábitos más oceánicos que las especies presentes en el Mediterráneo. El palangre japonés continúa siendo una de las modalidades con mayor tasa de interacción, a pesar del bajo porcentaje de esfuerzo pesquero que representa. Los palangres dedicados al atún blanco y el semipelágico son las modalidades con tasas de interacción más altas. No se han encontrado diferencias significativas de BPUE entre el Mediterráneo y el Atlántico, tanto por periodo de estudio como por modalidad. En ambas zonas, Mediterráneo y Atlántico, la causa principal de interacción de estas especies con el palangre de superficie es la depredación sobre el cebo. Entre las causas más probables está la ecología de estas especies de cetáceos, ya que muchas de sus presas se utilizan de forma habitual como cebo para la captura de túnidos y pez espada. Una posible explicación de las diferencias encontradas entre áreas es la cobertura de observación (esfuerzo de pesca observado), que es mayor en el Mediterráneo que en el Atlántico.

## Conclusiones

La flota de palangre de superficie como arte de pesca dirigido a la captura de grandes pelágicos en el Mediterráneo occidental produce un impacto más bajo sobre las poblaciones de cetáceos odontocetos que otras flotas que operan en otras partes del mundo. Este impacto es superior en el Mediterráneo que en el Atlántico noreste, y nuestros datos indican una reducción importante de las capturas de calderón gris, mientras que se han incrementado notablemente las interacciones con calderón común. Se mantiene como principal causa de este *bycatch* de cetáceos odontocetos la depredación sobre el cebo presente en los anzuelos del palangre.

## Bibliografía

- Giménez, J., Authier, M., Valeiras, J., Abad, E., Marçalo, A., Coll, M., ... & de Stephanis, R. (2021). Consumption rates and interaction with fisheries of Mediterranean common dolphins in the Alboran Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 45, 101826.
- Hamer, D. J., Childerhouse, S. J., & Gales, N. J. (2012). Odontocete bycatch and depredation in longline fisheries: a review of available literature and of potential solutions. *Marine mammal science*, 28(4), E345-E374.
- Lewison, R.L., Freeman, S.A. & Crowder, L.B. (2004b). Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on Loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecology Letter*, 7: 221-231
- Macías D., Barcelona, S. G., Báez, J. C., De la Serna, J. M., & de Urbina, J. M. O. (2012). Marine mammal bycatch in Spanish Mediterranean large pelagic longline fisheries, with a focus on Risso's dolphin (*Grampus griseus*). *Aquatic living resources*, 25(4), 321-331.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LA ZONA COSTERA EN CHILE CENTRAL, PROPUESTA DE DELIMITACIÓN Y ANÁLISIS DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE CONTINENTAL**

*B. Pizarro<sup>1</sup>, A. Chica<sup>2</sup>, J.M. Barragán<sup>3</sup>*

*Departamento Historia, Filosofía y Geografía, Máster en Gestión Integrada del Litoral, Universidad de Cádiz. barbara.pizacis@alum.uca.es, chica.adolfo@uca.es, juan.barragan@uca.es*

**Abstract**

Anthropic activity incidence in the Valparaiso region is analysed, aiming to generate a Coastal Zone delimitation based on the model proposed by Barragán and de Andrés. To accomplish this, a socioecologic characterization of each band was made through the use of the ArcGis software, where a geographic information system was made, which in turn allowed, through the analysis of multiple uses and activities layers, the determination of each geographic limit. After that, the regional management model was analysed based on five aspects of the decalogue for the GIAL with the aim of elaborating a management proposal for the Valparaiso coastal zone.

**Introducción**

Existe en la actualidad una tendencia mundial a la concentración de la población sobre las zonas costeras (Barragán y de Andrés, 2015). La costa de la región de Valparaíso, no exenta a ello, se encuentra en una condición crítica de cambio y necesita medidas urgentes para afrontar los procesos adaptativos que está requiriendo el cambio climático (Martínez et al., 2019) Como parte de estas medidas se propone una delimitación de su Zona Costera.

**Material y métodos**

Para la propuesta de delimitación de ZC se ha utilizado el modelo de Barragán y de Andrés (2016). Este modelo se basa en el concepto global de área litoral, tanto en el medio terrestre como en el marino. Para ello se efectuó una caracterización socio-ecológica a través del software ArcGIS, donde se analizaron múltiples capas de usos y actividades en un Sistema de Información Geográfica. A partir de ello se determinaron límites, fijados de acuerdo con criterios específicos. Luego, se analizó el modelo de gestión regional, basado en cinco aspectos del Decálogo para la Gestión de Áreas Litorales (Barragán, 2014).

**Resultados y discusión**

Los resultados del análisis SIG determinaron la zonificación de 7 unidades, donde se identificó como incidencia antrópica terrestre más alejada, la actividad minera instalada sobre la cordillera de los Andes. Esta actividad, dada la geomorfología del área de estudio distribuye su influencia hacia el mar a través de los Ríos Aconcagua y Maipo, que actúan como conectores acuáticos. El río Maipo conecta la Región Metropolitana con la de Valparaíso, y en conjunto ambas regiones conforman la “macrozona urbana central” (Hidalgo et al., 2016), área que concentra la mayor población y tasa de urbanización del país; mayor cantidad de hectáreas de cultivo de frutales (INE, 2022) y un continuo crecimiento del parque de viviendas sobre el borde costero litoral (Valdebenito y Álvarez, 2016) lo que representa fuertes presiones sobre el medio. Hacia el océano, la ZC se extiende hasta las 24 m.n. del mar territorial, las actividades con mayor incidencia son la pesca artesanal e industrial. La Zona Costera identificada

en la investigación, concentra problemas medioambientales graves, asociados a la minería intensiva, los monocultivos; como el palto, responsable de intensificar la sequía y los conflictos relacionados con el agua y su distribución; el desarrollo de una Zona de Sacrificio Industrial y el deterioro de los ecosistemas dunares (Castro, 2015; Castro y Hidalgo, 2002) y los ecosistemas marinos de recursos bentónicos. Hacia la zona comprendida como Aguas de Influencia Litoral la pesca industrial constituye también una amenaza para la biodiversidad en un área particularmente frágil dada la condición de aislamiento provocada por la existencia de la corriente de Humboldt que limita la riqueza y abundancia de los peces costeros (Pérez-Matus y Cea, 2021). En cuanto a la gestión, tras el análisis del decálogo se obtuvo que la gestión del litoral es de carácter sectorial sin diálogo entre instrumentos, enfocada solo en el borde costero.

### Conclusiones

La delimitación del sistema socio-ecológico en la región de Valparaíso propone una definición de la ZC considerando el territorio comprendido entre la Cordillera de Los Andes y el maritorio oceánico hasta las 24 m.n. Esta propuesta permite avanzar hacia una visión más integrada del litoral, conectando las tierras interiores, cuyas actividades económicas, a través de las cuencas hidrográficas ejercen presión sobre la costa y el mar. En cuanto a la gestión territorial, se concluyó no posee un enfoque integrado. Se reconoce la urgencia de revisar el concepto de borde costero y la creación de una Ley de Costas.

### Bibliografía

- Barragán, J. M. (2014). Política, gestión y litoral. Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales (Editorial).
- Barragán, J. M. y de Andrés, M. (2015). Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. *Ocean and Coastal Management*, 114, 11-20.
- Barragán, J. M. y De Andrés, M. (2016). Main aspects for integrated coastal zone management in Spain: Concepts, terminology, context, and delimitation criteria. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 16(2), 171-183. <https://doi.org/10.5894/rgci638>
- Castro, C. (2015). *Geografía de las dunas de Chile. Instrumentos y pautas para su manejo integrado* (Ediciones).
- Castro, C. y Hidalgo, R. (2002). Del pueblo balneario a la gran conurbación: la expansión urbana en el litoral central de la V Región de Valparaíso, Provincia de San Antonio. *Revista Geográfica de Valparaíso*, 32-33, 91-103.
- Hidalgo, R., Santana, D., Alvarado, V., Arenas, F., Salazar, A., Valdebenito, C. y Álvarez, L. (2016). A toda Costa, ¿pero a qué costo? La producción neoliberal de la ciudad, lo urbano y la urbanización en el litoral. En *En las costas del neoliberalismo. Naturaleza, urbanización y producción inmobiliaria: Experiencias en Chile y Argentina* (pp. 8-21). Serie GEOlibros N°23.
- INE. (2022). Instituto Nacional de Estadísticas. Gráficas Regionales del VIII Censo Agropecuario y Forestal. <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario/resultados-finales/graficas-regionales>
- Martínez, C., Hidalgo, R., Henríquez, C., Arenas, F., Rangel-Buitrago, N., Contreras-López y Manuel. (2019). *La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia* (C. Martínez, R. Hidalgo, C. Henríquez, F. Arenas, N. Rangel-Buitrago, & M. Contreras-López (eds.); Serie Geol). Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pérez-Matus, A. y Cea, A. (2021). *De la Mar, Historia natural de los peces de Chile continental*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Valdebenito, C. y Álvarez, L. (2016). Entre el uso público y el aprovechamiento privado: Tensiones y desafíos al ordenamiento territorial de la conurbación costera del área Metropolitana de Valparaíso. En R. Hidalgo (Ed.), *En las Costas del neoliberalismo. Naturaleza, urbanización y producción inmobiliaria: Experiencias en Chile y Argentina* (Serie GEOL, pp. 82-104). Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

UN MODELO DE JUEGO PARA LA COOPERATIVA DE COMERCIALIZACIÓN EN LA PESCA

Inmaculada López<sup>1</sup>, Manuel Gámez<sup>1</sup>, Ana Belén Castaño-Fernández<sup>1</sup>, Zoltán Varga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics, University of Almería, Spain, milopez@ual.es<sup>1</sup>, mgamez@ual.es<sup>1</sup>, acf583@ual.es<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Institute of Mathematics and Basic Science, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Hungary, varga.zoltan@uni-mate.hu<sup>2</sup>

**Abstract**

In an earlier paper a game-theoretical model for the behaviour in a marketing cooperative in fisheries was studied. At the end of a given fishing cycle, each member of the cooperative may decide to sell part of their production on the free market if the price is higher than the price contracted with the cooperative. In the mentioned paper, for the case of a Cournot type oligopoly market, a particular non-cooperative solution was found. In the present work, for the same game a special cooperative solution is found and compared with the non-cooperative solution.

**Introducción**

Tanto para pequeñas como para medianas empresas pesqueras puede resultar ventajoso formar una cooperativa para conseguir mejorar sus condiciones de venta en la comercialización del pescado.

El modelo de evolución de la población de peces, incluyendo el proceso de pesca, está basado en una dinámica clásica logística, con esfuerzo de pesca constante, véase Clark, C.W. (1990). En dicho modelo, las empresas (jugadores  $i = 1, 2, \dots, n$ ) pescan por un período  $T$ , tras el cual deberían vender todo lo pescado a la cooperativa por el precio contratado previamente. Sin embargo, si el precio actual del mercado libre es mayor que el precio contratado, entonces la empresa puede decidir vender a la cooperativa solo una proporción  $x_i \in [0, 1]$  del pescado capturado (estrategia del jugador  $i$ ), y el resto en el mismo mercado, común para todas las empresas, donde el precio viene determinado por un oligopolio tipo Cournot, véase Okuguchi et al. (1998). La cooperativa puede multar a la empresa por “infidelidad”, siendo la multa proporcional al beneficio extra conseguido. Por otro lado, la estrategia de la cooperativa,  $y \in [0, 1]$ , mide la intensidad con la que va a sancionar. Notando  $x = (x_1, \dots, x_n)$ , definimos  $z := (x, y) \in [0, 1]^n \times [0, 1]$  como la *multi-estrategia* del juego. La función de ganancia para cada jugador,  $f_i(x, y)$ , viene dada por: ingresos – gastos – multa; mientras que la de la cooperativa,  $f_{n+1}(x, y)$ , (jugador  $n+1$ ) es la suma de las multas recogidas. Para el juego expresado en forma normal  $\Gamma$ , Gámez et al. (2018) proporciona una solución no cooperativa (equilibrio Nash). Este trabajo es una extensión del anterior ya que, basándonos en la optimalidad Pareto, estudiamos soluciones cooperativas.

**Material y métodos**

En cuanto al material se refiere, sirven los mismos datos ilustrativos del modelo del artículo de Gámez et al. (2018). Hemos realizado un modelo de optimización, obteniendo multi-estrategias dinámicas  $z^*$  como *solución cooperativa* de un juego en forma normal  $\Gamma$ , siempre y cuando,  $z^*$  sea Pareto óptima, esto es, no existe otra multi-estrategia  $z$  tal que  $f_j(z^*) \leq f_j(z)$ , con  $j = 1, 2, \dots, n + 1$  y, al menos, para algún  $j$  la desigualdad sea estricta. En términos de la *ganancia vectorial*,  $f(z) = f(x, y) =$

$(f_1(x, y), \dots, f_{n+1}(x, y))$ , el vector  $f(z^*)$  es llamado *valor Pareto*. En general, pueden existir un número infinito de valores Pareto (y soluciones cooperativas), por lo que es oportuno elegir uno específico. El conjunto de los valores Pareto se llama *frontera Pareto*.

### Resultados y discusión

Para hallar una solución cooperativa apropiada, determinamos el llamado *valor ideal del juego*:  $\Omega = (f_1(z), \dots, f_{n+1}(z))$ . Se observa que la ganancia vectorial  $f(z)$  casi nunca toma el valor  $\Omega$ , pero siempre podemos buscar el punto  $f(z^0)$  en la frontera Pareto, el más cercano al valor ideal  $\Omega$ . La multi-estrategia  $z^0$  es la *solución casi ideal del juego*  $\Gamma$ . Para la simulación numérica, se ha discretizado buscando los valores Pareto a la misma vez que maximizando las combinaciones lineales convexas de las ganancias  $f_j(z)$ , con  $j = 1, 2, \dots, n + 1$ . Uno de los resultados obtenidos es que se demuestra que la ganancia total de toda la comunidad de los jugadores, la cual puede ser redistribuida entre los jugadores, según un acuerdo previo, es siempre mayor en el caso cooperativo (con solución casi ideal) que en el caso no cooperativo (con equilibrio Nash).

### Conclusiones

La mayoría de las aplicaciones de teoría de juegos en la pesca están centradas en el estudio del conflicto de intereses en la explotación del mismo recurso, véase Caddy, J.F. (1999), por pescar en las mismas aguas. Trabajos como Gámez et al. (2018) y el narrado demuestran que pueden aplicarse en contextos donde el conflicto está entre una cooperativa y sus miembros (además del mercado oligopolio tipo Cournot). Por otro lado, se ha obtenido que, mientras los ciclos de producción se repitan, la solución no cooperativa es siempre la misma. Se observa que la solución casi ideal muestra cierta evolución, cambiando las proporciones del pescado vendido a la cooperativa. Por último, destacamos que la solución cooperativa “casi ideal”, tiene varias ventajas frente a la no cooperativa, entre ellas que, al repetir la acción varias veces, la “casi ideal” siempre puede garantizar más ganancia total para la comunidad de jugadores.

### Bibliografía

- Clark, C.W. (1990). *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*, Wiley-Interscience, New York.
- Caddy, J.F (1999). Fisheries management in the twenty-first century: will new paradigms apply? *Rev. Fish Biol. Fisher.* 9 (1), 1-43.
- Gámez, M., López, I., Rodríguez, C., Varga, Z., & Garay, J. (2018). Game-theoretical model for marketing cooperative in fisheries. *Applied Mathematics and Computation*, 329, 325-338.
- Okuguchi, K, Szidarovszky, F. (1998). An oligopoly model of commercial fishing, *Seoul J. Econ.* 11 (3), 321.

### Agradecimientos

La autora A.C-F. cuenta con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación de España y (FEDER) (Proyecto PID2021-124472NB-I00), por el Grupo de Investigación FQM-0229 (perteneciente a CEIMAR) y, tanto A.C-F como I.L. por CDTIME de la Universidad de Almería.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MODELACIÓN DE LLANURAS MAREALES EN EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR,  
(SW, ESPAÑA)**

**Pablo Muñoz López<sup>1</sup>, Irene Nadal Arizo<sup>2</sup>, Simone Sammartino<sup>3</sup>, Jesús García Lafuente<sup>4</sup>, Antonio Bejarano Moreno<sup>5</sup>**

*Grupo de Oceanografía Física Univ. de Málaga (GOFIMA) e Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), España, pabloomlo@uma.es<sup>1</sup>, GOFIMA e IBYDA, España, inadal@ctima.uma.es<sup>2</sup>, GOFIMA, IBYDA e Instituto Ingeniería Oceánica, Univ. de Málaga, España, ssammartino@ctima.uma.es<sup>3</sup>, GOFIMA, IBYDA, España, glafuente@ctima.uma.es<sup>4</sup>, Autoridad Portuaria de Sevilla, España, abejarano@apsevilla.com<sup>5</sup>*

**Abstract**

The Guadalquivir estuary (SW, Spain) is a complex system influenced by various factors such as maritime traffic, agricultural and aquaculture water usage, and its proximity to the UNESCO Biosphere Reserve, Doñana. Recent attention has been given to the restoration of shores and marshes. The recovery of tidal flats in the lower estuary has long been proposed as a solution to shore degradation and potential negative impacts from bathymetric changes. However, previous studies have relied on basic 1D models, calling for more comprehensive investigations using advanced computational models like the one developed by GOFIMA. This study focuses on simulating tidal flats with different surfaces, depths, and locations connected to the navigation channel. Results are compared with a configuration excluding tidal flats, considering only the main force (astronomical tide) and fixed boundary conditions. The aim is to understand the effects of tidal flats recovery on tidal harmonics of surface oscillations and currents, and the salinity distribution along the estuary. Findings highlight the critical role of the amount of water exchanged with restored tidal flats and their location in inducing changes in tidal and saline dynamics. Future research will explore additional physical variables and realistic scenarios of tidal flat restoration.

**Introducción**

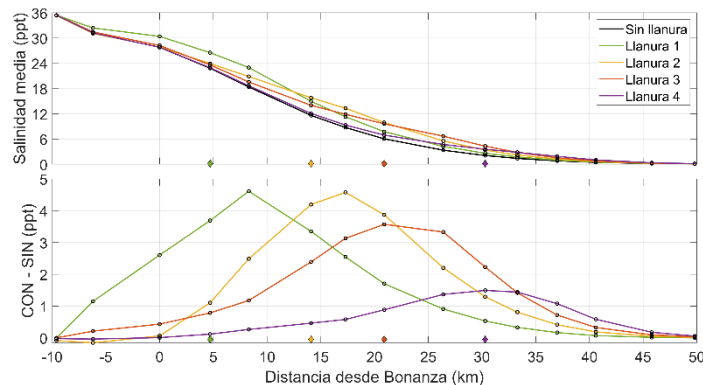
El estuario del Guadalquivir, ubicado en el suroeste de España, es un sistema estuarino en el que se lleva tiempo considerando la restauración de orillas y marismas como medida para contrarrestar la degradación del ecosistema (Gallego-Fernández et al., 2007; BOJA nº 121, 2021). En particular, se ha propuesto la recuperación de marismas mareales en la parte baja del estuario como solución para paliar las posibles consecuencias negativas asociadas a diversos cambios en el estuario (Siles-Ajamil et al., 2019). Sin embargo, los estudios realizados se han basado únicamente en modelos exploratorios unidimensionales, que, si bien proporcionan una primera evaluación de las tendencias, resultan limitadas para profundizar en el problema, por lo que es necesario realizar investigaciones utilizando modelos computacionales más complejos, como el desarrollado y calibrado por GOFIMA. Dicho modelo es el empleado en este trabajo.

**Metodología**

Se han creado diferentes dominios que simulan una llanura mareal y se han realizado experimentos con 2 superficies, 4 batimetrías y 4 ubicaciones para 2 conexiones distintas entre la llanura mareal y el estuario. Los resultados se comparan con una configuración sin llanuras mareales, donde sólo se considera el forzamiento principal (marea astronómica) y se fijan condiciones de contorno constantes: descarga hidrológica de 25 m<sup>3</sup>/s ~110 km aguas arriba y salinidad de 36.7 ppt en la desembocadura.

## Resultados

Para comprender el efecto de la recuperación de llanuras mareales en la parte baja del estuario, se han evaluado las modificaciones que estas generan en las oscilaciones superficiales del nivel, las corrientes y la distribución de la salinidad a lo largo del estuario. En la Figura 1 se observan perfiles longitudinales de salinidad y diferencias entre los casos analizados y la situación inalterada de referencia, como ejemplo de resultados obtenidos en este estudio.



**Figura 1.** Panel superior: perfiles longitudinales del valor promedio de salinidad para el caso SIN llanura y las 4 ubicaciones de las llanuras para una misma configuración de esta. Panel inferior: perfiles longitudinales de las diferencias de salinidad calculadas como la simulación CON menos SIN llanura. En ambos paneles se indica la ubicación de las llanuras con rombos usando el mismo código de color que los perfiles.

## Conclusiones

Este estudio destaca la importancia de realizar investigaciones detalladas con modelos computacionales complejos para comprender los efectos de la restauración de llanos mareales en ecosistemas estuarinos. Los resultados resaltan la relevancia del volumen de agua intercambiada y la ubicación de los llanos mareales como variables críticas en la dinámica mareal y salina. En futuros estudios se incluirán otras variables físicas y se abordarán casos más realistas de restauración de llanuras mareales, con el fin de obtener una visión más precisa de los impactos de su restauración.

## Bibliografía

- Gallego-Fernández, J., & Novo, F. (2007). High-Intensity Versus Low-Intensity Restoration Alternatives of a Tidal Marsh in Guadalquivir Estuary, SW Spain. *Ecological Engineering*, 30, 112-121, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.11.005>.
- Project for the enhancement and recovery of the agricultural landscape of the Lower Guadalquivir. Municipalities of Trebujena and Jerez. Province of Cádiz. (25 de junio de 2021). BOJA, 121, 27. Extraído de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/121/27>.
- Siles-Ajamil, R., Díez-Minguito, M., & Losada, M. Á. (2019). Tide propagation and salinity distribution response to changes in water depth and channel network in the Guadalquivir River Estuary: An exploratory model approach. *Ocean & Coastal Management*, 174, 92-107, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.015>.

**Agradecimientos** Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y Centro de Supercomputación y Bioinnovación de la Universidad De Málaga (PICASSO).





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CONSERVAR LOS SISTEMAS DUNARES DE LA PLAYA DE SAN MIGUEL, ALMERÍA:  
CAMPAÑA DE MARKETING SOCIAL PARA REDUCIR LA FRAGMENTACIÓN DUNAR**

**Belén González Aguilar**

Universidad de Cádiz, España, [belen.gonzalezaguilar@alum.uca.es](mailto:belen.gonzalezaguilar@alum.uca.es)

**Abstract**

The main objective of this project has been to create a social marketing strategy to reduce the fragmentation of the dune system of the Ensenada de San Miguel beach in Almería. The beach, being located in the tourist resort of Almerimar, and being suitable for children and water sports, is one of the most frequented in the municipality of El Ejido. As a consequence, the dune system suffers a great impact due to the fact that anthropic pressures such as the continuous trampling to access the beach and the compaction of the sand due to the use of machinery for cleaning the beach, have a relevant incidence. In order to carry out the social marketing campaign, we first analysed the anthropic pressures that affect the dune system, as well as the barriers and benefits to the behaviors we wanted to promote. All of this was carried out through a research process that allowed us to detect the barriers and benefits that the target public encountered and to count the existing accesses to the beach. It has been observed that on this beach the dune system has an extension of 3 km which is limited by a promenade of the same length. It should be noted that there is only one walkway to access the beach and that, as a result, visitors have traced 41 paths over the dune system. With this information and the analysis carried out on the behavior of the target public, a social marketing campaign has been created in which the strategies proposed for this work have been highlighted. This is the first work that gathers information on the state of the dune system of San Miguel beach and develops a social marketing plan that could be implemented to improve its conservation status.

**Introducción**

La Ensenada de San Miguel se encuentra en la localidad de Almerimar. Es una playa semiurbana que presenta un paisaje semejante al de una playa natural, gracias a la presencia del sistema dunar (Turismo Elejido, s.f.). Es una playa familiar bastante concurrida, esta popularidad deriva en un aumento de las presiones antrópicas sobre el sistema dunar (Muñoz y Gracia, 2009). Para reducir el impacto que produce el pisoteo y las actividades de limpieza sobre el sistema dunar, se propone un plan de marketing social. Con el objetivo de modificar estos comportamientos humanos y evitar que se produzca la fragmentación de los cordones dunares.

**Material y métodos**

*Para analizar las presiones antrópicas que afectan al sistema dunar se ha propuesto la utilización de fuentes secundarias. Las fuentes más relevantes han sido las publicaciones de Martínez (1999), Martínez-Lage (1995, 1999 y 2007) y el Manual de restauración de sistemas dunares del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2016). Para analizar los beneficios y las barreras de comportamiento del público objetivo (personas entre los 15 y 50 años) respecto a su incidencia en el sistema dunar se utilizarán fuentes secundarias, como la de (Solórzano, 2006) y fuentes primarias; concretamente las entrevistas personales, al personal de la Concejalía de Turismo y Fomento del Ayuntamiento de El Ejido. Para contabilizar los accesos a la playa creados artificialmente por las personas y la distancia existente entre ellos. Se propone la observación como método de investigación, ya que se van a realizar mediciones a través de las ortofotografías aéreas facilitadas por Google Earth para determinar la distancia existente entre los caminos trazados.*

## Resultados

*Las presiones antrópicas que afectan al sistema dunar:* Las principales presiones antrópicas que afectan al sistema dunar de la playa de San Miguel; son el desarrollo urbanístico, la extracción de arenas, la reducción del aporte de sedimentos, la presión debida al pisoteo y presión debida a la limpieza de la playa.

*Beneficios y barreras de comportamiento del público objetivo respecto a su incidencia en el sistema dunar:* La principal barrera que encuentra la ciudadanía actualmente es que únicamente hay una pasarela a lo largo de los 3 km de paseo marítimo. Por tanto, la población cruza a través del sistema dunar para acceder a la playa y, el principal beneficio del comportamiento es que tienen la posibilidad de ahorrar tiempo ya que pueden acceder por donde quieran para llegar a la playa, lo que les permite recorrer el camino más corto.

*Número de accesos y caminos trazados en el sistema dunar:* Se observó que el número de accesos no coincide con el número de caminos trazados, ya que accesos hay 39 y caminos 41, esto es debido a que en algunos accesos hay más de un camino trazado. Se obtuvo que la distancia media entre los accesos es de ca. 79 m. Mientras que la distancia media entre los caminos es de ca. 73 m.

## Discusión. Plan de acción

Tras la investigación realizada se propone la siguiente estrategia basada en un enfoque de marketing social. La estructura del plan incluirá una descripción del propósito, un análisis del público objetivo al que va enfocada la campaña, el desarrollo de los objetivos de comportamiento, de conocimiento y de creencias enfocados al público objetivo y las cinco estrategias clásicas del marketing social donde se explican las acciones propuestas para que esta campaña de los resultados esperados.

## Conclusiones

La falta de conocimiento de la ciudadanía sobre este ecosistema litoral sumado a la escasez de pasarelas para acceder a la playa de manera responsable con el medio, tienen como consecuencia la creación de 41 caminos trazados por los ciudadanos. Sin embargo, se espera que una vez que se aplique el plan de marketing, la ciudadanía responda de manera adecuada modificando sus comportamientos actuales. El factor principal que afecta al sistema dunar es una gestión inadecuada del lugar, ya que si hubiera más infraestructuras para acceder a la playa no se habrían trazado tantos caminos.

## Bibliografía

Muñoz Reinoso, J. C., & Gracia Prieto, F. J. (2009). 2250. Dunas litorales con *Juniperus* spp. Bases Ecológicas Preliminares para la Conservación de los Tipos de Hábitat de Interés Comunitario en España. Turismo Elegido (s.f.) Playa San Miguel. Recuperado el 20 de mayo de 2023 de: <https://turismo.elejido.es/?p=7490>

## Agradecimientos

A mis tutores Juan José Mier-Terán Franco y Giorgio Anfuso Melfi, a mis padres y, en especial, a mi hermano Elías.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS PARA RECUPERACIÓN DE ZONAS DE MARISMAS EN EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR: MODELADO Y TELEDETECCIÓN**

*Alejandro Ríos Santana<sup>1</sup>, Blanca Coello Poole<sup>1</sup>, Marisela Des<sup>4</sup>, Pedro Javier Magaña Redondo<sup>1</sup>, Eva Contreras Arribas<sup>2</sup>, Rafael Pimentel Leiva<sup>2</sup>, Alejandro López Ruiz<sup>3</sup>, Manuel Díez Minguito<sup>1</sup>*

*Instituto Interuniversitario De Investigación Del Sistema Tierra En Andalucía (IISTA), España, ariosan1@ugr.es<sup>1</sup>, blacoepoo@correo.ugr.es<sup>1</sup>, mdiezm@ugr.es<sup>1</sup>, pmagana@ugr.es<sup>1</sup>, Universidad de Córdoba (UCO), España, econtreras@uco.es<sup>2</sup>, rpimentel@uco.es<sup>2</sup>, Universidad de Sevilla (US), España, alopez50@us.es<sup>3</sup>, Centro de Investigación Marina, Universidad de Vigo (CIM-UVigo), España, mdes@uvigo.gal<sup>4</sup>*

**Abstract**

This study analyzes the suitability of different areas of the Guadalquivir estuary near the main channel of the river for their potential recovery as marsh areas. These areas are located between the towns of Trebujena and La Algaída. The objective is to improve water quality in these areas by reducing turbidity and increasing their biological connectivity and production. A numerical analysis is carried out to evaluate the improvement in turbidity in the regeneration zone and is combined with a remote sensing analysis that studies the vegetation and surface water indices in the soil, NDVI and LSWI. The results of the numerical simulations indicate that the restoration of a marsh area in Codo de la Esparraguera could locally reduce suspended solids by up to 30%. The results for NDVI and LSWI in the same area show moderate and high values, respectively, in contrast to the rest of the areas, with the Codo de la Esparraguera area being the most suitable for marsh restoration.

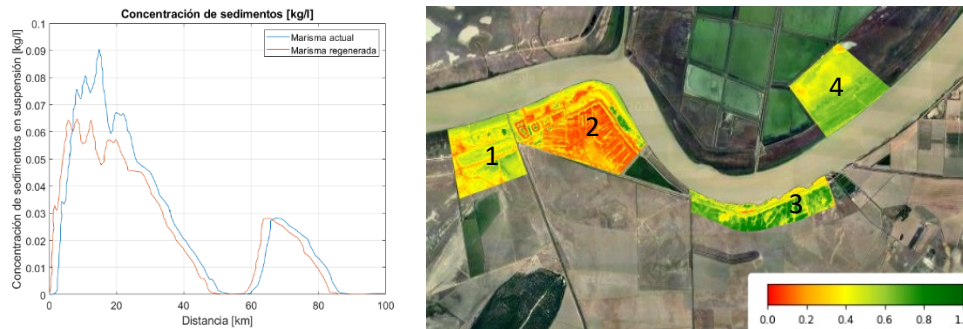
**Introducción**

El estuario del Guadalquivir conforma un ecosistema de gran importancia debido a su elevado potencial para la biodiversidad. Sin embargo, presenta desafíos relacionados con el uso de sus recursos, la gestión del agua, la calidad del agua y la pérdida de biodiversidad (Ruiz et al., 2015). Los actuales esfuerzos de adaptación frente al cambio global en el ámbito costero se están centrando en la recuperación de estuarios y humedales dado que sustentan una elevada biodiversidad, son sumideros de carbono muy eficientes a largo plazo y contribuyen en la defensa frente a inundaciones.

Este estudio tiene por objetivo analizar diferentes áreas del estuario del Guadalquivir próximas al canal principal del río para estudiar su potencial recuperación como zonas de marismas con el fin de mejorar su calidad del agua reduciendo su turbidez e incrementar su conectividad y producción biológica.

**Material y métodos**

Para acometer este objetivo se han seleccionado 4 zonas que están ubicadas entre las localidades de Trebujena y La Algaída (Figura 1, panel derecho). Se implementa un modelo en Delft3D calibrado en el Guadalquivir el cual permite simular el comportamiento hidrodinámico creado por la onda de marea y las descargas fluviales, y el transporte de sedimentos (Coello et al., 2023). Se utilizan 668 imágenes satelitales y datos de precipitación del período 2018-2022 para evaluar índices de vegetación y humedad relativa NDVI y LSWI, respectivamente.



**Figura 1.** Panel izq: Distribución de sólidos en suspensión a lo largo del estuario antes (curva azul) y después de la regeneración de la zona de marisma del codo de la Esparraguera (2) (Coello et al., 2023). Panel der: Índice NDVI en las zonas estudiadas.

### Resultados y discusión

Las simulaciones numéricas indican que la recuperación de la zona 2 consigue reducir la concentración de sólidos en suspensión hasta en un 30% en el primer ETM (Figura 1, panel izquierdo), mientras que en la zona 1 se alcanza una reducción de la concentración de sólidos en suspensión del 20%. En relación al análisis de los índices NDVI y LSWI, se observa como la zona 2, pese a tener el menor índice NDVI ( $0,04 \pm 0,04$ ), tiene el mayor LSWI ( $0,14 \pm 0,10$ ), el cual es indicador de agua contenida superficial y por ello, de humedad. Por otro lado, la zona 1 presenta valores de NDVI Y LSWI de  $0,14 \pm 0,03$  y  $0,08 \pm 0,07$ , respectivamente, esto es, presenta moderada densidad de vegetación y escasa agua superficial contenida.

### Conclusiones

Los resultados indican que la zona 2 es la más apta para llevar a cabo una restauración de marisma, ya que muestra el mayor índice LSWI y una reducción mayor de la concentración de sólidos en suspensión. La zona 1 es también candidata a ser restaurada, presenta un elevado índice NDVI respecto al resto de zonas y un moderado índice LSWI. La restauración de esta zona también haría posible la reducción de la concentración de sólidos en suspensión de forma significativa.

### Bibliografía

- Coello Poole, Blanca (2023). Proyecto de Recuperación de Zonas de Marisma en el Estuario del Guadalquivir. Trabajo de fin de máster. Universidad de Granada.
- Ruiz, J., M.J. Polo, M. Díez-Minguito, G. Navarro, E.P. Morris, E.Huertas, I.Caballero, E.Contreras, M.Á. Losada (2014) The Guadalquivir Estuary: A Hot Spot for Environmental and Human Conflicts. Coastal Research Library, Vol. 8. C.W.Finkl and C.Makowski (Eds.) Springer.

### Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por Programa Estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los RETOS de la sociedad (CTM2009-10520/MAR) y por el Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (ProyExcel\_00375).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LA ESTRATEGIA ANDALUZA DE ECONOMÍA AZUL SOSTENIBLE**

*Constanza-Belén Sánchez García*

*Universidad de Málaga, España, cbsg@uma.es*

**Abstract**

Having as a basis the European Union and UN Agenda 2030 regulations and recommendations, the government of Junta de Andalucía has agreed to elaborate an Andalusian Strategy for Blue Sustainable Economy in November 2022. On this article we will approach to the objectives, content and elaboration process that has been established for the Strategy, as well as understanding the current status of this process.

**Introducción**

El concepto de Economía Azul hace referencia a todos aquellos sectores económicos vinculados directa o indirectamente con el mar, los océanos y la costa, y al uso sostenible que dichos sectores deben hacer de los recursos naturales que se encuentran en el medio marino y litoral. Se trata de un concepto relativamente reciente<sup>1</sup>, cuyo desarrollo y aplicación a nivel internacional ha ido progresando en las últimas dos décadas.

A nivel internacional, es sin duda el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 14 de la Agenda 2030<sup>2</sup> el referente que aúna las metas a alcanzar a través de la Economía Azul: prevención y reducción de la contaminación marina, restablecimiento de la salud de los mares, regulación y gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo, conservación de las zonas costeras y marinas, y mejora de los conocimientos científicos y la transferencia de la tecnología marina. En el ámbito comunitario, el Pacto Verde Europeo presentado por la Comisión Europea en 2019, propone a los gobiernos comunitarios la promoción de una Economía Azul sostenible que sea limpia, con cero emisiones y respetuosa con el medio marino natural. Más recientemente, y plenamente enfocada en el desarrollo de la Economía Azul comunitaria, se publicaba la Comunicación de la Comisión Europea titulada “Transformar la Economía Azul de la UE para un futuro sostenible”. El documento presentado en 2021 destacaba la rápida evolución de este sector económico, su amplia capacidad de generar negocio y empleo, y su gran potencial innovador. La Comisión hacía hincapié en la implicación que deben tener los actores de todos los sectores económicos vinculados en el uso sostenible de los recursos naturales, la descontaminación de los mares, y la descarbonización del transporte y la energía marítimos.

En concordancia con todas estas disposiciones, el 21 de noviembre de 2022 se publicaba en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía el acuerdo<sup>3</sup> de formulación de la futura “Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible”. Siendo la Comunidad Autónoma andaluza un territorio en fuerte conexión

---

<sup>1</sup> En 1994 el economista belga Gunter Pauli escribía por primera vez sobre esta idea en su libro “La Economía Azul. 10 años. 100 innovaciones. 100 millones de empleos”. En esta obra el autor abogaba por un modelo económico que tuviera como centro el respeto por el medio ambiente.

<sup>2</sup> ODS 14: “Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible”.

<sup>3</sup> “Acuerdo de 16 de noviembre de 2022, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación de la Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible”, publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía n. 223, de fecha 11 de noviembre de 2022.

con el mar – tanto económica, como demográfica y culturalmente – y con casi 1000 kilómetros de costa en su haber, se hacía más que evidente la necesidad de formular y aplicar a la mayor brevedad posible una estrategia autonómica de Economía Azul.

En el acuerdo de formulación de la estrategia se señalan la finalidad y los principales objetivos que se quieren conseguir con la elaboración del citado documento. En cuanto a la finalidad, se establece el impulso de los sectores de actividad económica que están vinculados con el mar y la costa andaluzes, de manera que estos se conviertan en “motores de dinamización socioeconómica de la Comunidad Autónoma”, todo ello en el marco de una economía “innovadora, respetuosa con la capacidad de carga de los ecosistemas naturales y la sostenibilidad ambiental”. Como desarrollo de esta meta se indican seis objetivos principales<sup>4</sup>:

- 1) Desarrollar la economía azul en concordancia a la estrategia europea de crecimiento azul.
- 2) Impulsar la protección y conservación de la biodiversidad marina y la mejora de sus hábitats.
- 3) Favorecer la adaptación al cambio climático y la resiliencia de las costas.
- 4) Impulsar de la Investigación, el desarrollo y la innovación del conocimiento azul.
- 5) Promover la innovación para el desarrollo empresarial.
- 6) Fomentar la cultura marina en Andalucía.

En el texto del acuerdo de formulación se hace también mención del contenido mínimo que la futura Estrategia deberá abordar, y se detalla el proceso que se llevará a cabo para la elaboración del documento y el plan de gobernanza por el que se regirá su redacción. Cumpliendo precisamente con lo establecido en ese plan, la Secretaría General de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul está organizando una serie de paneles temáticos provinciales<sup>5</sup> con expertos del ámbito académico, investigador y empresarial, para recabar sus conocimientos y experiencias sobre diversos aspectos de la Economía Azul. Paralelamente a estas sesiones, se han abierto cuestionarios online sobre las temáticas tratadas en los paneles para promover la participación ciudadana en el procedimiento.

Actualmente, la futura Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible se encuentra en pleno proceso de elaboración, siendo el primero de los pasos que está dando la Secretaría General de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul la recopilación de información. En este sentido, además de la celebración de los paneles de expertos, se está realizando un detallado diagnóstico de la situación real para “delimitar el alcance, la finalidad y los principios orientadores” que deberán marcar las líneas de formulación y redacción de la Estrategia.<sup>6</sup>

## Bibliografía

- Martínez Vázquez, R. M. (2021). Economía Azul como fuente de desarrollo en la Unión Europea. *Revista de ciencias sociales*, 27 (4), 13-16.
- Pauli, G. A. (2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Paradigm Publications.
- Zamora Roselló, M. R. (2014). Política marítima comunitaria: la “economía azul” de la Unión Europea y la seguridad marítima. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 34 (Abril), 8-28.

<sup>4</sup> Extraído del artículo segundo del Acuerdo de Formulación de la Estrategia Andaluza de Economía Azul Sostenible.

<sup>5</sup> A lo largo de 2023 se han celebrado seis de estos encuentros, con las siguientes temáticas: Cádiz - "La industria de construcción naval e industria auxiliar". Almería - "Desalación y cultivos marinos". Málaga - "Turismo azul: turismo costero y marítimo. Cruceros. Empresas emergentes y tecnológicas". Huelva - "Recursos vivos, acuicultura, pesca y transformación". Sevilla - "Energías renovables y cambio climático". Granada - "Biodiversidad marina y costera, riqueza natural de los fondos marinos y biotecnología azul".

<sup>6</sup> Información extraída de la página web del Portal Ambiental de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-noticia/-/asset\\_publisher/XYiggbz580YL/content/la-estrategia-andaluza-de-econom-c3-ada-azul-sostenible-generar-c3-a1-trabajo-progreso-y-futuro-a-andaluc-c3-ada/20151](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-noticia/-/asset_publisher/XYiggbz580YL/content/la-estrategia-andaluza-de-econom-c3-ada-azul-sostenible-generar-c3-a1-trabajo-progreso-y-futuro-a-andaluc-c3-ada/20151)

**Comunicaciones Orales**  
**Área Temática:**  
**El Valor Cultural del Mar**



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## PATRIMONIO CULTURAL SUBACUÁTICO EN LA PROVINCIA DE ALMERÍA

*Pedro Luis Belmonte Carrillo*

*Grupo de Investigación ABDERA (HUM-145), Universidad de Almería, España, pebeca83@gmail.com*

### Abstract

Over the last few years, the lack of protection and relevant studies on the underwater cultural heritage in Almería (Spain) has made the need for new insights in this discipline evident. The present paper shows a relevant database from the analysis of all the registered materials in Almería from underwater provenance. Furthermore, this database was integrated within GIS, making it possible to correlate all artefacts with more than a thousand historical maps. Ultimately this database allows us to study, protect and rescue our underwater cultural heritage, connect it with the historical processes of the southeast Iberian Peninsula, and complement the other research from terrestrial archaeological contexts.

### Introducción

Localizados los problemas a los que debemos enfrentarnos para una correcta tutela y estudio del Patrimonio Cultural Subacuático (en adelante PCS) de la provincia y comprobando su escasa protección, pretendemos reactivar el interés por investigar y proteger este legado que quedó sumergido en el litoral de Almería para establecer conexiones entre poblamiento litoral y recursos marinos, entre yacimientos terrestres y subacuáticos, entre sociedades unidas por el mar de cualquier periodo histórico, más si cabe en una provincia tan volcada al mar como la almeriense.

El cambio constante en el nivel del mar (con un ascenso de 120 metros desde 20.500 BP) y la constatación de restos arqueológicos desde hace 50.000 años, hace más que probable que posibles áreas de ocupación se encuentren en la actualidad sumergidas. Asimismo, la ocupación continua del litoral en las distintas épocas históricas y su peculiar orografía litoral hacen que nuestros fondos se encuentren repletos de materiales consecuencia de las relaciones de estas sociedades con el mar como pueden ser embarcaderos, muelles, pecios, etc. También nos encontramos con un gran patrimonio cultural en el litoral que está gravemente en peligro por la acción del mar y que es necesario proteger. Es por todo esto por lo que se hace necesario un estudio más exhaustivo del PCS para poder protegerlo correctamente, así como conectarlo con los procesos históricos.

### Material y métodos

Nuestra propuesta metodológica fue reunir toda la información en una base de datos y un SIG que nos permitiera gestionar datos alfanuméricos y poder relacionarlos con el territorio y su transformación con el paso del tiempo. Los trabajos consistieron en:

- Análisis de todos los materiales subacuáticos de la provincia, pecios y naufragios. Con todos estos datos elaboramos la base de datos.



- Revisión de las actividades arqueológicas subacuáticas realizadas hasta la actualidad, análisis de las dinámicas del litoral, geomorfología, fotografías aéreas, ortofotografías, cartografía histórica, toponimia, archivos históricos, noticias históricas y orales, prensa, hallazgos casuales, cartografía de los fondos, sonografías de los fondos, así como la delimitación y georreferenciación de cada yacimiento litoral y subacuático y cada material incluido en la base de datos. Con todos estos datos se realizó un SIG con capas independientes.

### Resultados y discusión

- Una base de datos con un total de 1.414 piezas (ubicadas en el Museo de Almería) y 68 elementos aun sumergidos y con constancia visual. De todas estas, 888 contienen un análisis exhaustivo. Además, la base de datos contiene un total de 326 naufragios, de los cuales se especifica el nombre, procedencia, año del naufragio y la ubicación de los hallados.

- Un archivo SIG con más de mil mapas: **históricos** (mapas a mano y fotografías aéreas desde 1789), **del relieve** (caladeros, isobatas, reservas, zonas de arrecife, morfoestructura y fallas del mar de Alborán, batimetría de la plataforma continental y talud, composición de los fondos, dinámicas marinas, así como hipótesis de los cambios en la línea de costa), **temáticos** (zonas de influencia en la Edad del Bronce, restos industrias romanas, red viaria romana, uso y actividades del espacio marítimo, fondeaderos históricos, zonas de reserva arqueológica y zonas de servidumbre arqueológica), **investigaciones subacuáticas** (mapas surgidos a raíz de las intervenciones subacuáticas), **yacimientos del litoral, materiales subacuáticos** (localizaciones de materiales depositados en el Museo de Almería así como los aun sumergidos) y **naufragios** (con los pecios hallados y la última posición de los no encontrados).

### Conclusiones

Hemos actualizado el PCS de la provincia con la creación de una base de datos y un archivo SIG que nos permite conectar este material con los procesos históricos y no tratarlo como un ente descontextualizado, conectado el mundo subacuático con el terrestre y completando un poco más ese puzzle que se nos presenta con los yacimientos del interior, con las relaciones entre poblamiento litoral y recursos marinos, importancia del tráfico marino, etc. Además, hemos puesto de manifiesto la necesidad urgente de proteger tanto los yacimientos subacuáticos como los peligros a los que se enfrentan los del litoral con el cambio en la línea de costa. La protección de los yacimientos subacuáticos de la provincia está claramente desfasada, con tan solo 4 ZA y 11 ZSA. Al mismo tiempo hemos actualizado, ordenado y corregido errores en los fondos del Museo de Almería. En definitiva, hemos puesto las bases para comenzar a rescatar, proteger y poner en valor nuestro PCS con la creación de dos archivos que deben convertirse en importantes para la comunidad investigadora.

### Bibliografía

- Blánquez Pérez, J., Roldán Gómez, L., Martínez Lillo, S., Martínez Maganto, J., Sáez Lara, F. y Bernal Casasola, D. (1998). *La Carta Arqueológica-Subacuática de la Costa de Almería (1983-1992)*. Junta de Andalucía.
- García Lorca, A. (2009). Atlas geográfico de la provincia de Almería: el medio, la sociedad, las actividades. Instituto de Estudios Almerienses: Almería.
- López Medina, M. J., Román Díaz, M. P., García Pardo, M. y Berenguel, M. (2022). "Yacimientos litorales del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar (Almería, España) y cambios en la línea de costa". *Arqueología Iberoamericana*, 49, pp. 85-96.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MUSEOS, DIFUSIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO  
SUBACUÁTICO EN EL ÁMBITO LOCAL. EL MUSEO DE CÁDIZ COMO CASO DE  
ESTUDIO**

**Francisco García Rey**

*Universidad de Cádiz. Email: franciscogarciarey670@gmail.com*

**Abstract**

The purpose of this study is to express and convey the relevance of providing dissemination with a solid body, an adaptable and flexible language, and an optimal effectiveness of its praxis. Specifically, focusing on Underwater Cultural Heritage, since it is not possible to protect what is not known.

**Introducción**

En el mundo académico, es compartida la idea de que todo proyecto de investigación debe definir como una de sus principales finalidades la transmisión y divulgación a la sociedad de los descubrimientos y avances que se han logrado. Sin embargo, se dan circunstancias en que esta labor no se llega a completar con éxito, ya sea por la escasez de recursos económicos y/o humanos, como por la deficiencia en su forma y vías de divulgación.

Sumado a esto, debe recordarse que, históricamente, Cádiz y su bahía se han constituido como un espacio portuario de gran peso, por lo que, consecuentemente su patrimonio sumergido alberga un carácter de gran riqueza que debe ser recordado y protegido como tal.

Por estos motivos, se ha decidido investigar sobre un caso práctico, la sala V del Museo de Cádiz.

En resumen, debemos entender que no todos los usuarios que acuden a un museo son expertos o conocedores de lo que observan, por lo que debe facilitárseles la comprensión de un hilo argumentativo fácil de seguir, al mismo tiempo en que este sirve de concienciador. Para ello, el primer paso es acercarse a la museografía exhibida y examinar si se ajusta a las necesidades exigidas.

**Objetivos**

Por un lado, se plantean unos primeros objetivos relacionados con el concepto del Patrimonio Cultural Subacuático, así como las limitaciones judiciales para su protección a nivel internacional. Mientras que, por otro lado, se tratará la Sala V del museo de Cádiz, motivo principal del presente estudio.

- Acercarse al concepto del Patrimonio Cultural Subacuático: origen del término, cambios conceptuales, o sus limitaciones a nivel jurídico internacional, entre otros.
- Se observará el programa de difusión que es aplicado en la sala y, consecuentemente sobre las piezas del PCS. De este modo, se identificarán debilidades y fortalezas.

- Tras los resultados obtenidos, se plantearán una serie de propuestas para la potenciación de una mejor adaptación divulgativa de las piezas, así como la participación y concienciación ciudadana con sus bienes y el medio en que desarrollan su vida.

### Material y métodos

- a) En primer lugar, fue fundamental entender el contexto historiográfico en que se vio inmerso el museo, así como, en un segundo lugar, analizar la evolución conceptual del Patrimonio Arqueológico Subacuático, por lo que, para ambas labores se hizo una recopilación, revisión y estudio bibliográfico al respecto.
- b) De cara a conocer las diferentes vías por las que se practican la comunicación y difusión hacia la sociedad, se analizaron: la página web, redes sociales y publicaciones recientes.
- c) Se practicaron unas primeras encuestas estructuradas no presenciales a un total de 30 individuos participantes.
- d) Visitas al museo, ya que resultaba fundamental comprender las colecciones, su disposición, estudiar sus posibles limitaciones y oportunidades, o tomar registros fotográficos, entre otros.
- e) Segunda actuación de encuestas, estas ya presenciales en el propio museo y orientadas a un público definido, aquel que acude al espacio motivo de estudio.
- f) Entrevistas con personal encargado de desempeñar labores en dicha institución.

### Primeros resultados

Con motivo de tratarse de una investigación fruto de un Trabajo Final de Máster, este estudio aún no dispone de unas conclusiones sólidas. No obstante, se considera oportuno citar a continuación algunos de los avances que se están obteniendo, así como la mención a los futuros objetivos planteados:

- En primer lugar, el estudio de público basado en encuestas ha ido aportando a la investigación una perspectiva enriquecedora en cuanto a la percepción que se tiene de la museografía, las piezas y su entendimiento por parte del turista. Un turista que ha sido seleccionado siguiendo el criterio de la nacionalidad española.
- Por otro lado, el análisis de los diferentes medios de comunicación y difusión ponen de manifiesto la más que exigida necesidad de hacerse presentes en las múltiples plataformas de RR.SS.; así como dotar al personal encargado de los recursos necesarios para ofrecer un contenido adaptado a las demandas sociales.
- De igual modo, la investigación en torno al concepto “Patrimonio Arqueológico Subacuático” se ha presentado como una problemática que debe ser reivindicada y, consecuentemente resuelta, en tanto se carece de medidas proteccionistas para el mismo, lo que pone en riesgo la integridad de un patrimonio gravemente amenazado y que nos pertenece a todos.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

UNA HISTORIA DE LOS MARES FENICIOS. EL COMERCIO MARÍTIMO EN LA  
ANTIGUA BARIA ENTRE LOS SIGLOS VI Y IV a.C.

Jesús Jacinto González<sup>1</sup>, José Luís López Castro<sup>2</sup>

Universidad de Almería, España, [jesusjacinto@ual.es](mailto:jesusjacinto@ual.es)<sup>1</sup>, [jllopez@ual.es](mailto:jllopez@ual.es)<sup>2</sup>

**Abstract**

This paper studies the phoenician-punic production and maritime trade in the south of the Iberian Peninsula between the 6th and 4th centuries BC. The western phoenician city-states played a very important role in the Mediterranean trade circuits and a complete understanding of the commercial phenomenon demands new efforts of research, analysis and reflection.

**Introducción**

En este trabajo nos centramos en el análisis del comercio marítimo fenicio en una cronología de estudio denominada Período Urbano (600-237 a.C.). Momento caracterizado arqueológicamente por la consolidación de ciudades-estado fenicias occidentales independientes e, historiográficamente, por un notable vacío en la investigación. No obstante, contamos con un interesante registro arqueológico de las principales ciudades fenicias del sur de la Península Ibérica: *Gadir* (Cádiz), *Carteia* (San Roque), *Salduba* (Estepona), *Suel* (Fuengirola), *Malaka* (Málaga), *Mainoba* (Torre del Mar), *Sexs* (Almuñécar), *Abdera* (Adra) y *Baria* (Villaricos) (Fig.1). Estas dos últimas se encontraban a ambos lados del Cabo de Gata, el *Charidemi Promontorium* de la Antigüedad, el cual suponía la frontera natural entre el levante y el sur. Nos centraremos en el caso de la ciudad de *Baria*, que se localizaba en una zona privilegiada comunicando el interior con la costa y con las principales rutas comerciales del momento.



**Figura 1.** Mapa de las principales ciudades de la formación social fenicia occidental en el sur de la Península Ibérica (Elaboración propia).

## Material y métodos

Los trabajos de Siret, Astruc y Almagro (1995; 1951; 1986) y las investigaciones recientes (López Castro et al. 2011) nos permiten conocer el desarrollo de la ciudad desde su fundación a finales del s. VII a.C. hasta su abandono en el s. I a.C. Así, consideramos necesario profundizar en el comercio marítimo a través del estudio y análisis del registro anfórico de la secuencia urbana entre los siglos VI al IV a.C.

## Resultados y discusión

Por un lado, en cuanto a las importaciones, en la primera mitad del siglo VI a.C. destacan las griegas orientales y las ebusitanas. En la segunda mitad del s. VI a.C. llegan importaciones áticas y etruscas. Y desde la segunda mitad del s. V a.C. y hasta la primera mitad del s. IV, los productos griegos se consolidan, con ánforas corintias, quiotas, massaliotas y magno-grecas. También en estos momentos comienzan a llegar ánforas cartaginesas, ibéricas y fenicias de la Península Ibérica y del Mediterráneo Central. Pero, desde la segunda mitad del s. IV las importaciones griegas orientales decaen en beneficio de las importaciones cartaginesas y fenicio centro-mediterráneas. Y, por otro lado, en cuanto a la difusión de las ánforas, nos es más conocida para el s. V a.C. Todo parece indicar que en este siglo comercializaron sus productos utilizando tres tipos: la T-1.2.1.3., la T-1.3.1.3.; y la T-1.3.2.4. Mediante el rastreo de estas producciones podemos señalar que los productos de *Baria* se comercializaban en zonas de la fachada atlántica, el sur de Francia, las islas Baleares y Sicilia.

## Conclusiones

*Baria* establece una estrategia comercial a larga distancia entre los siglos VI y IV a.C. en la que observamos que aumentan tanto el área de origen de las ánforas importadas, como las áreas de difusión de las ánforas que comercializa. Por tanto, se posiciona como una ciudad-estado fenicia occidental independiente con una proyección comercial importante siendo un centro productor, receptor y redistribuidor en las redes comerciales marítimas del momento hacia la Iberia atlántica, el norte de África y el Mediterráneo Occidental y Central. No obstante, nos seguimos encontrando ante un gran problema arqueológico-histórico. Por ello planteamos como necesidad el desarrollo de Grupos de Referencia (GR) de las fábricas de las ánforas mediante la observación macroscópica y los análisis petrográficos por microscopía óptica de lámina delgada, en combinación con análisis químicos (XRF) y mineralógicos (XRD) para la caracterización de las pastas de *Baria*. De esta forma, estaremos en posición de rastrear de forma más eficiente la difusión de las ánforas, la escala real del comercio marítimo y sus implicaciones sociales y políticas.

## Bibliografía

- Almagro Gorbea, M. J. (1986). Las excavaciones en la Necrópolis Púnica de Villaricos. En VV.AA. (Ed.), *Homenaje a Luis Siret (1934-1984)* (pp. 625-637). Sevilla: Junta de Andalucía.
- Astruc, M. (1951). *La necrópolis de Villaricos*. Madrid: Ministerio de Educación Nacional.
- López Castro, J. L., Martínez Hahn Müller, V., Moya Cobos, L., Pardo Barrionuevo, C. A., Belmonte Marín, J. A., Cardoso, J. L., Romerosa Nievas, A. (2011). *Baria I. Excavaciones arqueológicas en Villaricos. La excavación de urgencia de 1987*. Almería: Universidad de Almería.
- Siret, L. (1995). *Villaricos y Herrerías. Antigüedades púnicas, romanas, visigóticas y árabes*. Almería: Arráez Editores.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS EN LAS *cetariae*, *Officinae purpurariae* Y *vivaria*  
ROMANAS DEL SUR PENINSULAR EN ÉPOCA ROMANA**

**Nicolás Alberto Rodríguez Ruiz**

Universidad de Almería, España, nicolasalrod@gmail.com

**Abstract**

In this work, we will analyze the hydraulic structures derived from salting and sauce factories, dye factories, and Roman nurseries in the southern region of the peninsula. To accomplish this, we will conduct a systematic study of the available sources in order to categorize and establish patterns that will assist us in future research.

**Introducción**

El mar ha supuesto un elemento básico para las poblaciones a lo largo de la historia, un espacio de conexión entre la naturaleza y ser humano. Nos son pocos los recursos marítimos que las sociedades romanas del sur peninsular han disfrutado, lo que los ha llevado a crear toda una serie de infraestructuras y espacios sociales en torno a estas actividades. En este trabajo se estudiarán las estructuras hidráulicas derivadas de tres actividades vinculadas al mar: factorías de salazones y salsas (*cetariae*), factorías de extracción de tinte púrpura (*officinae purpurariae*) y acuicultura (*vivaria*). Para estas actividades el agua dulce era un elemento primordial. Limpiar la materia prima para las salazones y salsas, elaborar tintes, mezclar con agua salada para crear ambientes salobres para la crianza de los peces o el propio consumo de los trabajadores, son algunos de los usos básicos de este recurso. Así pues, estas infraestructuras debían vertebrar los espacios de trabajo.

**Material y métodos**

En este estudio se ha realizado un análisis documental de las fuentes disponibles, bibliográficas, literarias y arqueológicas. En algunos casos ha sido necesario realizar una reinterpretación de los restos o yacimientos estudiados, buscando así paralelismos con nuestro objeto de estudio o extrayendo información que a primera vista no fue relevante para el especialista que realizó dicho trabajo, ya que estas estructuras han sido poco estudiadas en estos contextos.

Los materiales principales han sido aportados por los propios investigadores, así como el Anuario de Arqueología de Andalucía y TABULA (Repositorio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico Andaluz). RAMPPA (Proyecto Red de Excelencia Atlántico-Mediterránea del Patrimonio Pesquero de la Antigüedad) nos ha aportado una interesante recopilación de *cetariae* y *officinae purpurariae*. Finalmente, disponemos de soporte gráfico (fotografías, cartografía histórica, planos, grabados, arte...) que nos aporte referencias a estructuras de carácter hidráulico.

**Resultados y discusión**

Se han estudiado 89 enclaves relacionados con actividades haliéuticas en el sur peninsular. Sin embargo, no podemos afirmar por completo la actividad que desempeñaban, pues la investigación aún está por determinar si la función fue exclusivamente la establecida en una primera instancia, si ha cambiado o bien, si se han desarrollado varias al mismo tiempo. Así pues, para estas líneas

generalizaremos con el fin de facilitar la interpretación de los datos. En relación con el número de estructuras hidráulicas, destacamos que en las *vivaria* se han encontrado restos en los tres yacimientos estudiados. En las *officinae purpurariae* solo tres de los siete yacimientos presentan restos de esta índole. Finalmente, de las ochenta y cinco *cetariae*, treinta mantienen indicios de estas estructuras.

A nivel provincial, podemos destacar: Huelva con nueve yacimientos, tres de ellos con restos de estructuras hidráulicas; Sevilla con un solo yacimiento sin presencia de estas estructuras; Cádiz con el mayor número de factorías, cuarenta y cinco, con indicios de nuestro objeto de estudio en dieciocho; Málaga con veintidós yacimientos y restos en cuatro de ellos; Granada con dos factorías y restos tan solo en una de ellas; y por último, Almería con diez yacimientos y restos de estructuras hidráulicas en seis.

En relación con la tipología de estructuras hidráulicas encontradas, destacamos cuatro. Canalizaciones en un 37,5% de ocasiones, de diferente tipología y función, ya que pudieron ser usadas para transportar agua dulce o bien como desagüe. Cisternas en un 34,38% de los casos, las cuales se surtirían de agua pluvial o bien, de agua dulce de pozos. Los pozos aparecen en un 31,25% de los casos. Y, por último, los acueductos, la estructura hidráulica más destacada y visible, pero que aparece en menor medida, pues solo contamos con tres, en *Gades*, *Baelo Claudia* y *Sexi*. Aunque quedan restos que podrían indicar la presencia en otros enclaves.

Así pues, en un 54% de los yacimientos analizados no hemos encontrado restos de estructuras hidráulicas, sin embargo, sí que presentan aguas superficiales o acuíferos cercanos, lo que pudo surtirlos de agua dulce. Tan solo un 3,4% de los yacimientos no presentarían ni estructuras hidráulicas ni aguas cercanas.

### Conclusiones

Si el agua dulce era un elemento primordial para las tres actividades estudiadas, nos encontramos ante dos posibles situaciones. Por un lado, que nos hallemos ante vacíos documentales en la investigación y no se hayan descubierto aún, o bien, que no fuesen necesarias por la proximidad a cursos naturales de agua o acuíferos cercanos. Pero en este último caso nos surge la pregunta de cómo era transportada y almacenada en las factorías para su posterior utilización.

### Bibliografía

- Bernal Casasola, D. (2005). *Aqua et Cetariae en Roma. Evidencias arqueológicas del suministro hídrico a las factorías salazones de la Bética*. VI Simposio del Agua en Andalucía. IGME (1415-1432). Sevilla, España: Instituto Geológico y Minero de España.
- Bernal Casasola, D. y García Vargas, E. (2012). *Talleres Haliéuticos en la Hispania romana. Artífices idóneos: artesanos, talleres y manufacturas en Hispania (295-318)*. Merida, España: Editorial CSIC.
- De la Peña Olivas, J. M. (2010). *Sistemas romanos de abastecimiento de agua. Las técnicas y las construcciones en la Ingeniería romana*, pp. 249-282.
- Lagóstena Barrios, L. (2001). *La producción de salsas y conservas de pescado en la Hispania Romana (II a.C. – VI d.C.)*, Barcelona, España, Universitat de Barcelona.
- Sánchez López, E. y Gozalbes Cravioto, E. (2012). *Los usos del agua en la Hispania romana. Vínculos de Historia*, 1, pp. 11-29.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EL USO DE MUESTRAS DE ESPECIES BIOLÓGICAS MARINAS PARA LA MEDICIÓN  $^{14}\text{C}$   
Y SU APLICACIÓN EN ARQUEOLOGÍA**

**Enrique Gil Orduña<sup>1</sup>**

*Universidad de Almería, España, ego315@ual.es*

**Abstract**

Marine biological species are one of the defining elements of human economy and material culture due to the interaction with the marine environment. Many marine species are included in the archaeological record of numerous ancient communities recovered by archaeologists. The Phoenicians, who settled in the Iberian Peninsula in the Iron Age, who developed a close relation with the sea, incorporating into the archaeological record an extraordinary set of marine samples. Among the numerous opportunities offered by these samples is the measurements of radiometric values of  $^{14}\text{C}$ . The case of measurements made on samples of marine shells from the sites of Quinta do Almaraz (Almada, Setubal, Portugal) and Cortijo Riquelme (Turre - Los Gallardos, Almeria, Spain) have contributed significantly to the chronological definition of the early Phoenician colonisation around the 10-9th century BC.

**Introducción**

Las especies biológicas marinas son uno de los elementos definidores de la economía y la cultura material del ser humano, siendo numerosas especies marinas las que pueden observarse en el registro arqueológico recuperado por los profesionales de la Arqueología. Los fenicios en la Antigüedad desarrollaron una especial interacción con el medio marino y sus recursos, incorporando al registro arqueológico un conjunto extraordinario de muestras marinas. Entre las numerosas posibilidades que ofrecen las muestras de origen marino recuperadas está la obtención de mediciones radiométricas de  $^{14}\text{C}$ .

**Material y métodos**

Se presentan los resultados realizados sobre muestras de malacología marina de los yacimientos de Quinta do Almaraz (Almada, Setúbal, Portugal) y Cortijo Riquelme (Turre – Los Gallardos, Almería, España), vinculados a la presencia fenicia más temprana en Occidente (Barros y Toares 2004; López Castro *et al.* 2017). El método del  $^{14}\text{C}$  se basa en la medición de la cantidad residual de isótopo radiactivo  $^{14}\text{C}$  con respecto a la del isótopo común  $^{12}\text{C}$  en diferentes muestras. Conocida la tasa de decaimiento del  $^{14}\text{C}$ , mediante la medición de la ratio  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  en una muestra se puede determinar su “edad  $^{14}\text{C}$ ”. No obstante, debido a factores de variación medioambiental, la relación de  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  es oscilante. En el caso de las muestras marinas se presenta el problema del ‘efecto reservorio marino’ –influencia ejercida por el fondo marino como fuente carbónica adicional, donde se encuentran depósitos geológicamente antiguos–. Frente a este problema se actúa mediante el uso de una curva de calibración específica –Marine20–. Las fechas  $^{14}\text{C}$  calibradas pueden presentar una distribución probabilística muy dilatada que pueden estrecharse mediante su gestión estadística recurriendo a modelos bayesianos.

**Resultados y discusión**

Los resultados calibrados y modelados de Quinta do Almaraz indican una cronología para la fase 12 – la más antigua asociada a material cerámico fenicio– en la segunda mitad del siglo IX AC –entre 861-



795 y 833-787 AC a  $1\sigma$ . Son resultados similares a los obtenidos en Cartago (Túnez) y en el Morro de Mezquitilla (Algarrobo, Málaga, España). El resultado de la muestra CRH40069 de la UE 15 de Cortijo Riquelme señala, por su lado, una cronología aún más antigua —1018-842 cal AC a  $1\sigma$ —, similar a la de otros resultados provenientes de Huelva (España), La Rebanadilla (Churriana, Málaga, España) y Utica (Bizerta, Túnez).

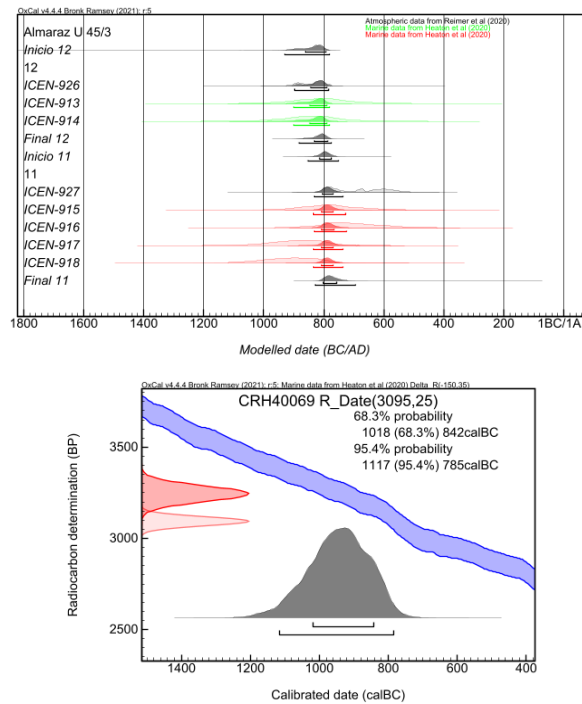


Figura 1. Modelo bayesiano de las fechas de Quinta do Almaraz y fecha calibrada de Cortijo Riquelme

## Conclusiones

Los resultados apuntan a una presencia fenicia remontable a los siglos X-IX AC en la Península Ibérica y son consistentes con los proporcionados por otras muestras de especies biológicas terrestres de otros yacimientos.

## Bibliografía

- Barros, L. y Soares, A. 2004. Cronología absoluta para a ocupação orietalizante da Quinta do Almaraz, no estuário do Tejo (Almada, Portugal). *O Arqueólogo Português* 4(22): 333-352.
- López Castro, J. L.; Martínez-Hanhmüller, V.; Moya Cobos, L. y Pardo Barrionuevo, C. 2017: Cortijo Riquelme y los orígenes de la presencia fenicia en el sureste peninsular. En F. Prados Martínez y F. Sala Fellés (eds.): *El Oriente de Occidente. Fenicios y púnicos en el área ibérica*. Alicante, Universitat d'Alacant: 209-232.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**NAVEGACIÓN Y TRÁFICO MARÍTIMO EN LA ANTIGÜEDAD EN EL CÍRCULO DEL ESTRECHO: ESTUDIO PRELIMINAR**

*Soledad Solana Rubio<sup>1</sup>*

*Universidad de Cádiz, España, soledad.solana@uca.es*

**Abstract**

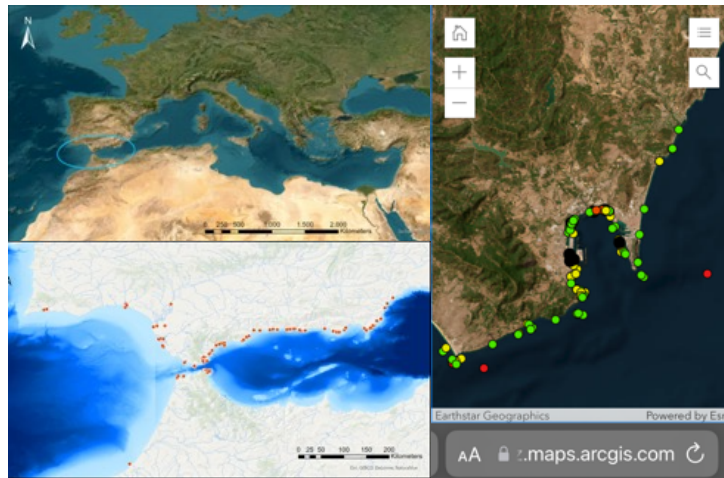
The subject of this research is navigation and maritime trade in the Strait of Gibraltar, a space that has stood out throughout history as a privileged nautical point; a crossroads of navigation routes widely used from prehistoric times to the present day. As the maritime connecting point between Europe and Africa, and mandatory passage to navigate from the Mediterranean towards the Atlantic, this location provides a highly interesting opportunity to undertake the study of societies' interaction with the sea, from protohistoric period to the end of Antiquity. The research problem lies in the fact that maritime culture has traditionally been studied by looking at archaeological findings on land, without considering navigation and its characteristics to analyse coastal and underwater sites. It is therefore necessary to catalogue and analyse underwater cultural heritage from a nautical and maritime perspective. That is, looking at the ability of human beings to navigate as a source of wealth and as an engine for the growth of coastal settlements, shaped by the needs of ships and sailors, and not the other way around.

**Introducción**

El objetivo de esta investigación es identificar y catalogar los yacimientos arqueológicos subacuáticos en el área de estudio, el Círculo del Estrecho. Para ello, el primer paso es el análisis preliminar presentado en esta comunicación, un Estado de la Cuestión que se nutre de la documentación y bibliografía disponible, desde las primeras actividades arqueológicas subacuáticas.

**Material y métodos**

La metodología sigue un flujo de trabajo que comienza con la identificación de los yacimientos arqueológicos subacuáticos, ya sean pecios, fondeaderos o espacios portuarios, y su prospección mediante técnicas no intrusivas seguido de un análisis específico para catalogar cada yacimiento según su tipología, localización, cronología, tipo de artefactos y procedencia. En este punto, el estudio del paisaje marítimo adquiere un papel significativo desde tres perspectivas. La primera es la geomorfológica, que incluye la orografía, la batimetría, los tipos de fondos marinos y las condiciones náuticas, como corrientes, vientos y oleaje. Este análisis conducirá a la clasificación de las zonas como pasajes seguros o zonas de riesgo. El segundo enfoque es el antrópico, es decir, las huellas del uso náutico del paisaje, evidenciadas por faros, puertos y fondeaderos. Por último, el análisis cognitivo se ocupa de las referencias visuales, los tabúes y los puntos simbólicos. Como herramienta transversal, se emplearán los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis espacial y la gestión de datos, así como para crear una web-SIG a través de la cual compartir los resultados.



**Figura 1.** Localización del área de estudio. Yacimientos localizados a partir de documentación bibliográfica. Ejemplo de interfaz web-SIG.

## Resultados y discusión

El resultado será un catálogo de yacimientos y hallazgos arqueológicos subacuáticos, que aparecerán categorizados según su cronología, tipología, circunstancias y fecha de descubrimiento y fuente de información. Gracias al uso de los SIG, se observará la relación espacial de los yacimientos entre sí y con el paisaje marítimo, teniendo en cuenta sus elementos naturales y culturales. Mediante la elaboración de gráficos y mapas se podrán analizar los hallazgos subacuáticos espacial, estadística y cronológicamente.

## Conclusiones

Con todo, este trabajo no es solo un Estado de la Cuestión, sino también una actualización del mismo, que plantea una serie de preguntas que determinarán las próximas etapas de la investigación.

## Bibliografía

- Blánquez, J., Roldán, L. y Martínez, S. (1992). Carta arqueológica subacuática de la Costa de Almería. En J. M. Campos y F. Nocete (Eds.), *Investigaciones arqueológicas en Andalucía*, (pp. 763-778)
- Bravo, J. (1975). Ánforas púnicas recuperadas en Ceuta. *Inmersión y ciencia*, 8-9. Barcelona (pp.25-33)
- Parker, A. J. (1992). *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*. BAR S580
- Ponsich, M. (1964). Contribution a l'Atlas archaéologique du Maroc: Région de Tanger. *Bulletin d'Archeologie Marocaine*, 5 (pp.253-290)
- Vallespín, O. (1986). Carta arqueológica de La Caleta. En VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina. Cartagena, 1982. Madrid (pp. 59-74)

## Agradecimientos

Gracias a la Línea de Arqueología Náutica y Subacuática de Universidad de Cádiz y al equipo del Proyecto Herakles, por brindarme el apoyo para el inicio de esta investigación.

# **Comunicaciones Orales**

**Área Temática:**

**La Salud y el Mar**



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ANÁLISIS DEL POTENCIAL BIOACTIVO DE FRACCIONES CROMATOGRÁFICAS DE  
*Anemonia sulcata* EN CÁNCER COLORRECTAL**

**Mercedes Peña<sup>1,2,3</sup>, Cristina Mesas<sup>1,2,3</sup>, Gloria Perazzoli<sup>1,2,3</sup>, Rosario Martínez<sup>4</sup>, Jesús M. Porres<sup>4</sup>, Kevin Doello<sup>1,3,5</sup>, José Prados<sup>1,2,3</sup>, Consolación Melguizo<sup>1,2,3</sup>, Pedro A. Alvares<sup>6</sup>, Laura Cabeza<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa (IBIMER), Centro de Investigación Biomédica (CIBM), Universidad de Granada, España; mpenacontreras@ugr.es, lautea@ugr.es, cristinam@correo.ugr.es, perazzoli@ugr.es, jcprados@ugr.es, melguizo@ugr.es. <sup>2</sup> Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, España. <sup>3</sup> Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada (ibs.GRANADA), SAS-Universidad de Granada, España. <sup>4</sup> Departamento de Fisiología, Instituto de Nutrición y Tecnología Alimentaria (INyTA), Centro de Investigación Biomédica (CIBM); rosariomz@ugr.es, jmporres@ugr.es. <sup>5</sup> Servicio de Oncología Médica, Hospital Virgen de las Nieves, 18016 Granada, España; kdoello@correo.ugr.es. <sup>6</sup> iMare Natural S.L., Granada, España

**Abstract**

Marine natural products may represent new strategies for the therapy of diseases such as colorectal cancer (CRC), the second most deadly tumor worldwide. In this context, and based on previous research, the sea anemone *Anemonia sulcata* is proposed as a source of bioactive molecules applicable to prevent and treat CRC. In this work, crude homogenates of *A. sulcata* with and without *Symbiodinium* were fractionated by chromatography for characterization of the bioactive potential. The 20% fraction was found to have the highest *in vitro* antioxidant capacity, possibly mediated by activating the antioxidant enzyme glutathione peroxidase. Chemopreventive capacity through activation of detoxifying enzymes was also demonstrated by this 20% fraction. In contrast, the 40% fraction showed the highest antitumor activity against CRC cells associated with overexpression of apoptosis-related proteins, synergism with chemotherapeutic drugs, cytotoxicity in CRC tumorspheres, and antiangiogenic potential *in vivo*. These bioactive fractions appear to be mainly composed of polar lipids and toxins, which may contribute to the observed biological activities.

**Introducción**

La diversidad del medio marino ha sido esencial para el descubrimiento de productos naturales marinos (PNMs) con actividades farmacológicas aplicables a distintas enfermedades (Haque et al., 2022). Resultados previos han mostrado actividad antitumoral y antioxidante en células de cáncer de colon tratadas con homogeneizados crudos de la anémona de mar *Anemonia sulcata* (Cabeza et al., 2021). Por lo tanto, es necesario investigar su composición para la identificación de las moléculas bioactivas responsables, dada la elevada prevalencia y mortalidad del cáncer colorrectal (CCR) (Sung et al., 2021).

**Material y métodos**

En el presente trabajo, los homogeneizados crudos de *A. Sulcata* con y sin simbionte se sometieron a un fraccionamiento cromatográfico bioguiado (20%, 40% y 60% de acetonitrilo) para dilucidar su composición e investigar más a fondo las posibles moléculas bioactivas. Se evaluó el potencial antioxidante y antitumoral de dichas fracciones sobre líneas celulares de CCR (T84 y HT29, respectivamente) y se llevaron a cabo ensayos enzimáticos para analizar la actividad de enzimas antioxidantes y detoxificantes. Además, se profundizó en el potencial antitumoral a través del estudio de la expresión de proteínas relacionadas con la apoptosis mediante Western Blot, de experimentos

de sinergia con fármacos quimioterápicos, y de ensayos de citotoxicidad sobre tumoresferas (obtenidas a partir de la línea de CCR HCT-116). La actividad antiangiogénica también se analizó *in vivo* mediante el ensayo sobre la membrana corioalantoidea (CAM, del inglés “chorioallantoic membrane”) en embriones de pollo.

### Resultados y discusión

Los resultados mostraron que las fracciones al 20% y el 40% conservaban, respectivamente, las capacidades antioxidante y antiproliferativa de los homogeneizados crudos. La fracción del 20% mostró actividad antioxidante y quimiopreventiva mediante la activación de las enzimas glutatión peroxidasa (GPX), glutatión S-transferasa (GST) y quinona oxidoreductasa (QR). Asimismo, la fracción del 40% fue citotóxica en líneas tumorales como ya demostró de forma similar Bulati et al., (2016) y mostró efecto sinérgico con los fármacos 5-fluoruracilo y oxaliplatino. Además, pudo observarse sobreexpresión de caspasa 8, 9 y PARP1 en T84, citotoxicidad en tumoresferas obtenidas a partir de HCT116 y capacidad antiangiogénica sobre la CAM de embriones de pollo, previamente descrita en un ensayo *in vitro* (Loret et al., 2018). Los análisis por HPLC-MS y proteómica de las fracciones sugirieron la presencia tentativa de lípidos polares y toxinas en su mayoría compatibles con las actividades antitumorales y antioxidantes descritas.

### Conclusiones

En conclusión, este estudio demostró que *Anemonia sulcata* es una fuente relevante de compuestos bioactivos con actividades antioxidantes, quimiopreventivas, antiangiogénicas y citotóxicas aplicables en el CCR.

### Bibliografía

- Bulati, M., Longo, A., Masullo, T., Vlah, S., Bennici, C., Bonura, A., Salamone, M., Tagliavia, M., Nicosia, A., Mazzola, S., Colombo, P., & Cuttitta, A. (2016). Partially Purified Extracts of Sea Anemone *Anemonia viridis* Affect the Growth and Viability of Selected Tumour Cell Lines. *BioMed Research International*, 2016, 3849897. <https://doi.org/10.1155/2016/3849897>
- Cabeza, L., Peña, M., Martínez, R., Mesas, C., Galisteo, M., Perazzoli, G., Prados, J., Porres, J. M., & Melguizo, C. (2021). *Anemonia sulcata* and Its Symbiont *Symbiodinium* as a Source of Anti-Tumor and Anti-Oxidant Compounds for Colon Cancer Therapy: A Preliminary In Vitro Study. *Biology*, 10(2), 134. <https://doi.org/10.3390/biology10020134>
- Haque, N., Parveen, S., Tang, T., Wei, J., & Huang, Z. (2022). Marine Natural Products in Clinical Use. *Marine Drugs*, 20(8), 528. <https://doi.org/10.3390/md20080528>
- Loret, E. P., Luis, J., Nuccio, C., Villard, C., Mansuelle, P., Lebrun, R., & Villard, P. H. (2018). A Low Molecular Weight Protein from the Sea Anemone *Anemonia viridis* with an Anti-Angiogenic Activity. *Marine Drugs*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/md16040134>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209-249.

### Agradecimientos

Proyecto de Investigación Jóvenes Investigadores CEI-MAR 2021 código: CEIJ-006 y al Proyecto PAIDI de la Consejería de Transformación Economía, Industria, Conocimiento y Universidades código: PYC20 RE 035 UGR.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTITUMORAL EN CÁNCER DE COLON DE  
EXTRACTOS DERIVADOS DE LA MICROALGA *Chlorella***

**Cristina Mesas<sup>1</sup>, Gloria Perazzoli<sup>2</sup>, Cristina Luque Uceda<sup>3</sup>, Rosario Martínez Martínez<sup>4</sup>, Milagros Galisteo<sup>5</sup>, Sara Raposo<sup>6</sup>, Rosa María León Bañares<sup>7</sup>, Patricia del Rocío Gómez Villegas<sup>8</sup>, José Carlos Prados<sup>9</sup>, Consolación Melguizo<sup>10</sup>**

Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa (IBIMER), Centro de Investigaciones Biomédicas (CIBM), Universidad de Granada, Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, Instituto Biosanitario de Granada (ibs.GRANADA), SAS-Universidad de Granada, Granada, España. cristinam@ugr.es<sup>1</sup>, gperazzoli@ugr.es<sup>2</sup>, cristinaluque@ugr.es<sup>3</sup>, rosariomz@ugr.es<sup>4</sup>, mgalist@ugr.es<sup>5</sup>, jcprados@ugr.es<sup>9</sup>, melguizo@ugr.es<sup>10</sup>, CIMA - Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidad de Algarve, Portugal, sraposo@ualg.pt<sup>6</sup>, Centro de Investigación en Recursos Naturales Salud y Medio Ambiente, Departamento de Química Universidad de Huelva, España, rleon@pas.uhu.es<sup>7</sup>, patricia.gomez.dqcm@uhu.es<sup>8</sup>

**Abstract**

Marine microalgae have been shown to have anti-inflammatory, antioxidant, and antitumor properties, as well as other microorganisms such as haloarchaea, cyanobacteria and marine yeasts, which are an excellent source of bioactive compounds (Correia-da-Silva et al., 2017; Galasso et al., 2017). These bioactive compounds may have potential applicability in the field of antitumor therapy. There are several studies that link seaweed extracts with colon cancer, the fourth most common type of cancer worldwide and the third with the highest mortality rate, so the main objective of this study is to evaluate the antioxidant and antitumor capacity of different extracts obtained from the *Chlorella* microalgae. Regarding the methodology used, four extracts of the *Chlorella* microalga have been studied: ethanolic, aqueous, protein and methanolic in the colon tumor cell lines T84 and HVT15. *In vitro* cytotoxicity assays were performed using the sulforhodamine B method and migration assays using the wound method. In addition, antioxidant capacity studies were performed on the T84 tumor line using the hydrogen peroxide assay. The results obtained revealed that of the four types of extracts analyzed, the aqueous extract is the one with the highest cytotoxic activity for both cell lines tested with an IC<sub>50</sub> of 49.76 µg/ml in the T84 line and 40.25 in the HCT15 line. Regarding cell migration assays, only the aqueous and protein extracts can reduce migration in the HCT15 tumor line. In addition, the protein extract is the only one that presents antioxidant activity. Of the four types of extractions made from the *Chlorella* microalgae, the one that seems to have the greatest effect is the aqueous extract, since it has an antitumor effect and reduces migration of the tested lines, followed by the protein extract that has an antioxidant effect and reduced the migration of the tested lines. Further studies must be performed to elucidate the compounds that are present in each of these extracts by fractionation. This may give rise to obtaining a compound that can be used in clinical practice for the treatment of patients with colon cancer.

**Introducción**

Las microalgas marinas han demostrado poseer propiedades antiinflamatorias, antioxidativas y antitumorales así como otros microorganismos como haloarqueas, cianobacterias y levaduras marinas son una excelente fuente de compuestos bioactivos (Correia-da-Silva et al., 2017; Galasso et al., 2017). Estos compuestos bioactivos pueden presentar una potencial aplicabilidad en el campo de la terapia antitumoral. Son varios los estudios que relacionan extractos de algas marinas con cáncer de colon, el cuarto tipo de cáncer más común a nivel mundial y el tercero con mayor tasa de mortalidad por lo que el objetivo principal de este estudio es evaluar la capacidad antioxidante y antitumoral de diferentes extractos obtenidos de la microalga *Chlorella*.

## Material y métodos

Se han estudiado cuatro extractos de la microalga *Chlorella* obtenidos por el grupo BIO-214 de la Universidad de Huelva y la Universidad del Algarve: etanólico, acuoso, proteico y metanólico en las líneas celulares tumorales de colon T84 y HVT15. Se realizaron ensayos de citotoxicidad celular mediante el método de la sulforrodamina B y ensayos de migración por el método de la herida. Además, se realizaron estudios de capacidad antioxidante en la línea tumoral T84 mediante el ensayo del peróxido de hidrógeno.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos (Tabla 1) revelaron que de los cuatro tipos de extractos analizados el extracto acuoso es el que presenta mayor actividad citotóxica para ambas líneas celulares testadas con una IC<sub>50</sub> de 49,76 µg/ml en la línea T84 y de 40,25 en la línea HCT15. En cuanto a los ensayos de migración celular solo los extractos acuoso y proteico son capaces de disminuir la migración en la línea tumoral HCT15. Además, el extracto proteico es el único que presenta actividad antioxidante.

	Extr. EtOH	Extr. Acuoso	Extr. Proteico	Extr. MetOH
Citotoxicidad	X	✓	X	X
Migración	X	✓	✓	X
Antioxidante	X	x	✓	x

**Tabla 1.** Resumen de resultados obtenidos.

## Conclusiones

De los cuatro tipos de extracciones realizadas de la microalga *Chlorella*, el que parece tener mayor efecto es el extracto acuoso ya que presenta efecto antitumoral y reduce la migración de las líneas testadas, seguido del extracto proteico que presenta efecto antioxidante y reduce la migración de las líneas testadas. Se deben realizar más estudios para dilucidar los compuestos que están presentes en cada uno de estos extractos mediante fraccionamiento. Esto puede dar lugar a la obtención de un compuesto que pueda ser utilizado en la práctica clínica para el tratamiento de pacientes con cáncer de colon.

## Bibliografía

- Correia-da-Silva, M., Sousa, E., Pinto, M. M. M., & Kijjoo, A. (2017). Anticancer and cancer preventive compounds from edible marine organisms. *Seminars in Cancer Biology*, 46, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2017.03.011>
- Galasso, C., Corinaldesi, C., & Sansone, C. (2017). Carotenoids from Marine Organisms: Biological Functions and Industrial Applications. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 6(4), 96.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO DEL EFECTO ANTITUMORAL EN CÁNCER DE COLON DE METABOLITOS  
SECUNDARIOS DE LOS HONGOS MARINOS *Emericellopsis maritima* Y  
*Purpureocillium lilacinum***

**Gloria Perazzoli<sup>1</sup>, Cristina Pinedo-Rivilla<sup>2</sup>, Carolina de los Reyes<sup>3</sup>, Rosa Durán<sup>4</sup>, Josefina Aleu<sup>5</sup>, Jesús M. Porres<sup>6</sup>, José Prados<sup>7</sup>, Raúl Ortiz<sup>8</sup>, Consolación Melguizo<sup>9</sup>**

Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa (IBIMER), Centro de Investigaciones Biomédicas (CIBM), Universidad de Granada, Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, Instituto Biosanitario de Granada (ibs.GRANADA), SAS-Universidad de Granada, Granada, España. gperazzoli@ugr.es<sup>1</sup>, jcprados@ugr.es<sup>7</sup>, roquesa@ugr.es<sup>8</sup>, melguizo@ugr.es<sup>9</sup>  
Departamento de Química Orgánica, Universidad de Cádiz, España, cristina.pinedo@uca.es<sup>2</sup>, carolina.dereyes@uca.es<sup>3</sup>, rosa.duran@uca.es<sup>4</sup>, josefina.aleu@uca.es<sup>5</sup>, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INyTA), Centro de Investigaciones Biomédicas (CIBM), Departamento de Fisiología, Universidad de Granada, 18100 Granada, España jmporres@ugr.es<sup>6</sup>

### Abstract

Colorectal cancer is the third most frequent tumor and the second in mortality worldwide. Despite advances in current treatments based on surgical resection and chemotherapy, the incidence of this tumor type is expected to double in the next 20 years. This makes it necessary to develop new therapeutic approaches to combat this disease. In this context, great attention has been paid to the study of marine organisms due to their antibiotic, fungicidal and antitumor properties. Secondary metabolites obtained from marine fungi have been shown to have an antitumor effect in breast, lung, and pancreatic cancer cell lines (Momose et al., 2019; Rogozhin et al., 2018). The objective of this study is to analyze the secondary metabolites derived from two marine species, *Emericellopsis maritima* and *Purpureocillium lilacinum*, and to evaluate their *in vitro* antitumor effect on colon cancer tumor cell lines. A total of 14 metabolites were examined, 12 of them from *Emericellopsis maritima* and 2 from *Purpureocillium lilacinum*. These metabolites were evaluated in the colon tumor cell lines T84 and SW480, as well as in the non-tumor cell line CCD18. Cellular cytotoxicity assays were carried out using the sulforhodamine B method, as well as cell cycle assays. In addition, tumor stem cells from the SW480 line were obtained and cell cytotoxicity assays were performed with the selected metabolites. The results obtained revealed that none of the tested compounds showed toxicity in the non-tumor colon cell line, while they did influence the T84 and SW480 tumor lines. Among the metabolites, the ones that stood out for their antitumor effect were 8, 13, 14 and 19, the latter being the most promising. These findings provide valuable information for the development of new therapeutic approaches against colon cancer. Compound 19 has shown a great antitumor effect against the colon cancer lines tested and the tumor stem cells derived from them. More studies are needed to know the mechanism of action of these compounds and to be able to use them in clinic.

### Introducción

El cáncer colorrectal es el tercer tumor más frecuente y el segundo en mortalidad a nivel mundial. A pesar de los tratamientos actuales basados en la resección tumoral y la quimioterapia se espera que se dupliquen los datos de incidencia de este tumor en los próximos 20 años. Debido a esto, es necesario desarrollar nuevos tratamientos para este tipo tumoral. Los organismos marinos están siendo ampliamente estudiados debido a sus propiedades antibióticas, fungicidas y antitumorales. Específicamente los metabolitos secundarios obtenidos de hongos marinos han demostrado tener un efecto antitumoral en líneas tumorales de mama, pulmón y páncreas (Momose et al., 2019; Rogozhin

et al., 2018). El objetivo de este estudio es analizar metabolitos secundarios derivados de *Emericellopsis marítima* y *Purpureocillium lilacinum* y su efecto antitumoral *in vitro* en líneas tumorales de cáncer de colon.

### Material y métodos

Se analizaron 14 metabolitos, 12 procedentes de *Emericellopsis marítima* y 2 de *Purpureocillium lilacinum* obtenidos por el Grupo FQM-295 de la Universidad de Cádiz en las líneas celulares tumorales de colon T84 y SW480 y en la línea no tumoral CCD18. Se realizaron ensayos de citotoxicidad celular mediante el método de la sulforrodamina B y ensayos de ciclo celular. Además, se obtuvieron células madre tumorales de la línea SW480 y se realizaron ensayos de citotoxicidad celular con los metabolitos seleccionados.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos revelaron que ninguno de los compuestos probados mostró toxicidad en la línea celular no tumoral de colon, mientras que sí tuvieron efecto en las líneas tumorales T84 y SW480 (Tabla 1). Entre los metabolitos, los destacados por su efecto antitumoral fueron el 8, 13, 14 y 19, siendo este último el más prometedor.

Metabolito	T84	SW480	CSC
8	91.6 ± 0.048	62.89 ± 19.35	43.36 ± 9.33
13	93.8 ± 0.022	55.96 ± 17.53	43.68 ± 17.14
14	71.7 ± 0.036	58.54 ± 35.98	66.25 ± 18.5
19	11.3 ± 0.041	12.26 ± 2.22	6.53 ± 1.26

Tabla 1. IC<sub>50</sub> obtenida para las líneas T84, SW480 y CSC.

### Conclusiones

Los compuestos extraídos tanto de *Emericellopsis marítima* como de *Purpureocillium lilacinum* han presentado muy buenos resultados en su efecto antitumoral, especialmente el compuesto 19, tanto en las líneas celulares T84 y SW480 como en las células madre tumorales. Se deben realizar más estudios para dilucidar su mecanismo de acción y su potencial para su uso clínico.

### Bibliografía

- Momose, I., Onodera, T., Doi, H., Adachi, H., Iijima, M., Yamazaki, Y., ... Kawada, M. (2019). Leucinostatin Y: A Peptaibiotic Produced by the Entomoparasitic Fungus *Purpureocillium lilacinum* 40-H-28. *Journal of Natural Products*, 82(5), 1120-1127. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.8b00839>
- Rogozhin, E. A., Sadykova, V. S., Baranova, A. A., Vasilchenko, A. S., Lushpa, V. A., Mineev, K. S., ... Andreev, Y. A. (2018). A Novel Lipopeptaibol Emericellipsin A with Antimicrobial and Antitumor Activity Produced by the Extremophilic Fungus *Emericellopsis alkalina*. *Molecules*, 23(11), 2785.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**POTENCIAL ANTITUMORAL DE COMPUESTOS DE ORIGEN MARINO: ANÁLOGO DE BENGAMIDA COMO TRATAMIENTO FRENTE A CÁNCER DE PULMÓN**

**Alba Ortigosa<sup>1,2,3</sup>, Cristina Porras Alcalá<sup>4</sup>, Francisco Quiñonero<sup>1,3</sup>, Federico Moya Utrera<sup>4</sup>, Raúl Ortiz<sup>1,2,3</sup>, Juan Manuel López Romero<sup>4</sup>, Consolación Melguizo<sup>1,2,3</sup>, Francisco Sarabia<sup>4</sup>, José Carlos Prados<sup>1,2,3</sup>**

Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa (IBIMER), Centro de Investigación Biomédica (CIBM), Universidad de Granada, España<sup>1</sup>, Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, España<sup>2</sup>, Instituto de Investigación Biosanitaria ibs. Granada, España<sup>3</sup>, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España<sup>4</sup>

**Abstract**

At the oceanic depths, there is a great diversity of living organisms with interesting applications in cancer treatment, such as Bengamide and its analogues. Lung cancer is the most commonly diagnosed cancer and the one that causes the most deaths worldwide, so there is a need for therapies that improve survival and quality of life for patients. In this work, a Bengamide analogue (Bengamide II) was chemically synthesised and *in vitro* studies were performed to determine its antitumour activity and mechanisms of action. It was shown to have potent antiproliferative activity in lung cancer lines in 2D and 3D models. In addition, Bengamide II treated cells showed G2/M and G0/1 cell cycle arrest, together with a decrease in the proliferation marker ki67. As for the mechanism of action, the treatment was associated with the production of acidic vesicles signalling autophagy and with DNA fragmentation during the later stages of programmed cell death, or apoptosis. Taken together, these *in vitro* results of this Bengamide analogue could be a great candidate for *in vivo* studies in immunocompetent mice to further advance the treatment of lung cancer.

**Introducción**

Las bengamidas comprenden un gran número de miembros de una familia de compuestos naturales de origen marino, que empezaron a descubrirse en 1986 en una esponja perteneciente a la familia *Jaspidae*. Estos compuestos naturales han mostrado potentes actividades biológicas, incluyendo actividad antitumoral, antihelmíntica y antibiótica, lo que ha impulsado una intensa actividad investigadora hacia el diseño, síntesis química y evaluación biológica de análogos en los últimos años (García-Ruiz & Sarabia, 2014).

El cáncer de pulmón es el segundo cáncer diagnosticado con más frecuencia y causa mayoritaria de muerte relacionada con el cáncer en todo el mundo en 2020. El desarrollo de farmacoresistencia es la principal causa de fracaso del tratamiento y de mal pronóstico (Thai, Solomon, Sequist, Gainor, & Heist, 2021). Por lo tanto, es necesario desarrollar nuevas herramientas terapéuticas para mejorar el pronóstico de los pacientes y en este contexto, los análogos de bengamidas podrían ser una magnífica alternativa.

**Material y métodos**

Se realizaron ensayos *in vitro* en 4 líneas celulares humanas (A549, NCIH460, NCIH520 y H69) y 1 murina (LL2) de cáncer de pulmón, así como también en 1 línea celular de tejido pulmonar embrionario (L132). En estas líneas se estudió el efecto de la Bengamida II sobre la proliferación celular en cultivos en 2D,

(mediante sulforrodamina B) y en modelos 3D de esferoides multicelulares (MTS), en los que se determinó el tamaño (con el software imageJ) y viabilidad (mediante CCK8). Además, el mecanismo de acción por el que actuaba la Bengamida II se dilucidó mediante (1) el estudio del arresto de ciclo celular (con el kit Pi/RNAsa de Immunostep), (2) la formación de lisosomas (por medio de LysoTracker), (3) la rotura del ADN (con la técnica TUNEL) y (4) agresividad tumoral (mediante el estudio del marcador de proliferación Ki67 por inmunofluorescencia).

### Resultados y discusión

Los resultados mostraron que la Bengamida II tenía el mayor efecto citotóxico en la línea de cáncer de pulmón NCIH460 ( $IC_{50} = 0.16\mu M$ ). Resultados similares fueron obtenidos previamente en líneas de cáncer colorrectal (García-Pinel et al., 2020). Los estudios en modelos tridimensionales con MTS indicaron una reducción de la viabilidad en todas las líneas celulares ensayadas y una disminución del tamaño del MTS en tres de las cuatro líneas celulares ensayadas con reducción de hasta 80.2% del control.

Los estudios sobre el mecanismo de acción se realizaron en las líneas celulares A549 y LL2 a 12, 24 y 48h de tratamiento con Bengamida II. El análisis de ciclo celular reveló que la Bengamida II provocaba un arresto en fase G<sub>2</sub>/M y G<sub>0</sub>/1. Además, se mostró un aumento de la formación de lisosomas en fase de autofagia y también se observó un aumento en la fragmentación del DNA mediante TUNEL, rotura que ocurre en la última fase de la apoptosis. Finalmente, las líneas celulares tratadas con Bengamida II mostraron un descenso en el marcador de proliferación Ki67.

### Conclusiones

En líneas celulares de cáncer de pulmón la Bengamida II posee un potente efecto antitumoral, tanto en modelo bidimensional, como tridimensional. Los mecanismos por los cuales la Bengamida II ejerce su efecto antitumoral están relacionados con (1) arresto en fase G<sub>2</sub>/M y G<sub>0</sub>/1; (2) autofagia con aumento en la formación de lisosomas; (3) apoptosis mostrada por un aumento en la fragmentación del ADN; y (4) disminución del marcador de proliferación ki67. Estos resultados son prometedores y se hace necesario realizar estudios *in vivo* en ratones inmunocompetentes para seguir avanzando hacia el desarrollo de un tratamiento para el cáncer de pulmón.

### Bibliografía

- García-Pinel, B., Porras-Alcalá, C., Cabeza, L., Ortiz, R., Prados, J., Melguizo, C., ... Sarabia, F. (2020). Bengamide analogues show a potent antitumor activity against colon cancer cells: A preliminary study. *Marine Drugs*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/md18050240>
- García-Ruiz, C., & Sarabia, F. (2014). Chemistry and biology of bengamides and bengazoles, bioactive natural products from Jaspis sponges. *Marine Drugs*, 12(3), 1580-1622. <https://doi.org/10.3390/md12031580>
- Thai, A. A., Solomon, B. J., Sequist, L. V., Gainor, J. F., & Heist, R. S. (2021). Lung cancer. *The Lancet*, Vol. 398, pp. 535-554. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00312-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00312-3)



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LAS ALGAS ROJAS COMO FUENTE DE COMPUESTOS BIOACTIVOS  
COSMECÉUTICOS**

**Julia Vega<sup>1</sup>, Bruna R. Moreira<sup>2</sup>, Débora T. Pereira<sup>1</sup>, José Bonomi Barufi<sup>2</sup>, Félix L. Figueroa<sup>1</sup>**

Universidad de Málaga, Instituto andaluz de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), Centro Experimental Grice Hutchinson, Lomas de San Julián, 2.29004-Málaga España, [juliavega@uma.es](mailto:juliavega@uma.es), [de.tomazi@gmail.com](mailto:de.tomazi@gmail.com), [felixlfigueroa@uma.es](mailto:felixlfigueroa@uma.es)<sup>1</sup>; Phycology Laboratory, Botany Department, Federal University of Santa Catarina, 88049-900, Florianopolis, SC, Brazil, [bruna.rm01@gmail.com](mailto:bruna.rm01@gmail.com), [jose.bonomi@gmail.com](mailto:jose.bonomi@gmail.com)<sup>2</sup>

**Abstract**

Algae present great molecular diversity with a wide range of bioactivities, among which antioxidant and photoprotective capacity is highlighted for their potential cosmeceutical applications. Mycosporine-like amino acids and phenolic compounds present both properties and are synthesized under stress conditions such as high UV radiation. These compounds can be used by the cosmetic industry as new active principles that are natural, biodegradable and non-toxic.

**Introducción**

Las algas del intermareal han desarrollado distintos mecanismos de adaptación y aclimatación para protegerse frente a las condiciones adversas en las que viven (ej. alta radiación solar, cambios de salinidad y temperatura, o periodos de desecación). Entre estos mecanismos podemos encontrar las enzimas antioxidantes (ej. catalasa o superóxido dismutasa) o la síntesis y acumulación de metabolitos con capacidad antioxidante y/o fotoprotectora (Lalegerie et al. 2020). Entre estos compuestos, destacan los aminoácidos tipo micosporinas (MAAs), moléculas nitrogenadas de bajo peso molecular capaces de disipar la radiación ultravioleta (UV) en forma de calor. Los MAAs son sintetizados principalmente por algas rojas y cianobacterias, siendo las especies de la familia Bangiaceae las que presentan mayores concentraciones (Vega et al. 2021). Estas moléculas podrían ser usadas como nuevos principios activos naturales en formulaciones cosmeceúticas. Actualmente, los consumidores estamos más concienciados sobre la necesidad de usar productos naturales que sean biodegradables y no tóxicos, en vez de productos sintéticos, por lo que las empresas cosméticas están buscando nuevas fuentes de sustancias bioactivas naturales, como pueden ser las algas. El objetivo de este trabajo es estudiar el potencial uso cosmeceútico de distintas especies de *Porphyra sensu lato* (Bangiales, Rhodophyta), comúnmente conocida como Nori, analizando diversas bioactividades beneficiosas para la piel.

**Material y métodos**

Se compararon diferentes especies de *Porphyra sensu lato* recolectadas en España, Chile y Brasil. Se analizó la capacidad antioxidante general (métodos ABTS y DPPH), y más específicamente la actividad de la enzima catalasa; la actividad anti-envejecimiento mediante la inhibición de las enzimas colagenasa y elastasa; y la toxicidad en células sanas de la piel (queratinocitos y fibroblastos). Se

cuantificaron las moléculas de interés: biliproteínas, compuestos fenólicos y MAAs, correlacionándolas con las bioactividades analizadas. Y se incorporaron extractos acuosos a una formulación cosmética para determinar la capacidad fotoprotectora. (Moreira *et al.* 2022).

### Resultados y discusión

Las distintas especies analizadas presentaron una alta actividad antioxidante, alcanzando valores de 12-15  $\mu\text{M}$  trolox equivalentes (TE)  $\text{g}^{-1}$  peso seco (PS). La actividad catalasa varió entre las especies, siendo los valores más altos de 1.4 unidades de catalasa (Ucat)  $\text{mg}^{-1}$  proteínas solubles. Los extractos también presentaron una alta capacidad para inhibir la enzima colagenasa, pero no se observó capacidad inhibitoria para la enzima elastasa (ambas enzimas están relacionadas con el fotoenvejecimiento de la piel). El contenido de MAAs fue uno de los más altos reportados en algas rojas (7-10  $\text{mg g}^{-1}$  PS). La concentración de compuestos fenólicos varió entre 8-12  $\text{mg g}^{-1}$  PS, y las biliproteínas mostraron una gran diferencia entre especies, variando entre 1.8 y 8.5  $\text{mg g}^{-1}$  PS. La adición de extractos de alga a una formulación cosmética mejoró la fotoprotección frente a distintos efectos biológicos (ej. eritema, pigmentación persistente, fotoenvejecimiento o inmunosupresión), pero sería necesario combinarlo con otros compuestos naturales para conseguir una fotoprotección de mayor amplio espectro.

### Conclusiones

Las algas rojas, *Porphyra sensu lato*, son buenas candidatas para ser usadas en la industria cosmética por su alto contenido en MAAs (molécula fotoprotectora), sus propiedades beneficiosas para la piel (antioxidante y anti-envejecimiento), y al no presentar toxicidad.

### Bibliografía

- Lalegerie, F., Gager, L., Stiger-Pouvreau, V., & Connan, S. (2020). The stressful life of red and brown seaweeds on the temperate intertidal zone: Effect of abiotic and biotic parameters on the physiology of macroalgae and content variability of particular metabolites. In *Advances in botanical research* (Vol. 95, pp. 247-287). Academic Press.
- Moreira, B. R., Vega, J., Sisa, A. D. A., Bernal, J. S. B., Abdala-Díaz, R. T., Maraschin, M., ... & Bonomi-Barufi, J. (2022). Antioxidant and anti-photoaging properties of red marine macroalgae: Screening of bioactive molecules for cosmeceutical applications. *Algal Research*, 68, 102893.
- Vega, J., Schneider, G., Moreira, B. R., Herrera, C., Bonomi-Barufi, J., & Figueroa, F. L. (2021). Mycosporine-like amino acids from red macroalgae: UV-photoprotectors with potential cosmeceutical applications. *Applied Sciences*, 11(11), 5112.

### Agradecimientos

Esta investigación se ha financiado gracias al Proyecto NAZCA (Nutricosmecética Azul con Cianobacterias y Algas; PY20-00458), proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía y al Proyecto AlgaHUB (Innovations on the development of algae related foods for a more sustainable and healthy society-ALGA INNOVATION; TED2021-131555B-C22), proyecto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Next Generation del Ministerio de Ciencia e Innovación. Además, los autores agradecen a los/as Drs. Paula Celis Plá, Pablo Castro Varela y Fabian Figueroa por la recolección de algas en las costas de Chile.

**Comunicaciones Orales**  
**Área Temática:**  
**Las Ingenierías y el Mar**



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUANDO EL IMPACTO INTEGRAL DE LA ENERGÍA EÓLICA MARINA: ANÁLISIS DEL COSTE SOCIAL DE LA ENERGÍA**

*Isabel Robalo<sup>1</sup>, Francisco Portillo<sup>2</sup>*

*Universidad de Almería, España, irc474@inlumine.ual.es, portillo@ual.es*

**Abstract**

Societies worldwide are searching for greener and more sustainable energy systems where renewable energies increasingly play a crucial part. Special interest is taken in the sea as an enormous wind source as offshore wind energy comes to the fore. Due to its growing importance, the social impact of offshore wind farms is studied, and its social energy cost is assessed.

**Introducción**

La energía eólica marina trata de una energía renovable que aprovecha la fuerza del viento de alta mar, donde alcanza velocidades mayores y más constantes que en tierra, debido principalmente a la ausencia de obstáculos. Además, presenta ventajas como la reducción del impacto visual y acústico en comparación con los parques eólicos terrestres y la facilidad del transporte marítimo en comparación con el transporte terrestre. Es por esto por lo que la generación eólica marina se ha convertido en una opción atractiva para la transición hacia un futuro energético sostenible con menor dependencia de los combustibles fósiles (Strielkowski et al., 2021).

Según la “Estrategia UE sobre las Energías Renovables Marinas” de la Comisión Europea (European Union, 2020), se espera que la generación eólica marina crezca desde los 12 GW actuales hasta los 60 GW en 2030. Se espera que esta fuente de energía renovable se convierta en una de las principales fuentes de generación del sistema eléctrico a nivel mundial en el futuro. Por ello, es esencial estudiar el coste social de la energía producida por parques eólicos marinos con el objetivo de determinar su impacto sobre el ecosistema que rodea a sus instalaciones.

**Material y métodos**

El Coste Social de la Energía o Social Cost of Energy (SCOE por sus siglas en inglés) es una medida que evalúa los costes económicos, ambientales y sociales asociados con la producción y el consumo de energía, más allá de los costes financieros directos (Tilahun et al., 2019). El SCOE ayuda a tomar decisiones energéticas más sostenibles al tener en cuenta impactos externos y beneficios para la sociedad en general a través de la Ecuación (1).

$$\text{SCOE} = \alpha \text{ LCOE} + \beta \text{ GE} + \gamma \text{ EE} + \delta \text{ RE} + \varepsilon \text{ HE} + \zeta \text{ BIOD} + \eta \text{ CC} + \theta \text{ RES} + \iota \text{ INEQ} + \kappa \text{ EMP} + \lambda \text{ RISK} + \mu \text{ AVAIL} + \nu \text{ TECH} + \xi \text{ POL} + \omicron \text{ EDU} + \pi \text{ COM} + \rho \text{ SUPP} + \sigma \text{ TRAN} + \tau \text{ SUST} + \varphi \text{ CIRC} + \chi \text{ SEC} + \psi \text{ INTG} + \omega \text{ ADPT} + \Omega \text{ LAND}$$

Ecuación (1)

cuyos parámetros quedan definidos a continuación:



- $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ...,  $\Omega$  son coeficientes de ponderación que representan la importancia relativa de cada parámetro.
- LCOE es el coste nivelado de la energía (Levelized Cost of Energy).
- GE son las emisiones de gases de efecto invernadero.
- EE es la eficiencia energética.
- RE son los recursos energéticos.
- HE es el impacto en la salud humana.
- BIOD es el impacto en la biodiversidad.
- CC es el cambio climático.
- RES es la resiliencia del sistema energético.
- INEQ es la desigualdad social y económica.
- EMP es el empleo generado.
- RISK son los riesgos asociados (accidentes, desastres naturales, etc.).
- AVAIL es la disponibilidad de recursos energéticos.
- TECH es la madurez tecnológica.
- POL son las políticas y regulaciones gubernamentales.
- EDU es la educación y capacitación de la fuerza laboral.
- COM es la participación y aceptación de la comunidad.
- SUPP es la cadena de suministro y logística.
- TRAN es la infraestructura de transporte.
- SUST es la sustentabilidad a largo plazo.
- CIRC es la economía circular y reciclaje.
- SEC es la seguridad energética.
- INTG es la integración con otros sistemas energéticos.
- ADPT es la capacidad de adaptación a cambios futuros.
- LAND es el uso del suelo y conflictos

### Conclusiones

El mar representa una fuente prometedora de recurso eólico marino para la generación de electricidad desligada de los combustibles fósiles. Por ellos, es fundamental considerar su coste social para asegurar un desarrollo sostenible. Este análisis se realiza a través del SCOPE y tiene en cuenta diversos factores ambientales, sociales y económicos con el objetivo de ofrecer una visión amplia del impacto social de la generación eólica marina.

### Bibliografía

- European Union. (2020). An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future. *Official Journal of the European Union*, L153/13.
- Strielkowski, W., Civiń, L., Tarkhanova, E., Tvaronavičienė, M., & Petrenko, Y. (2021). Renewable Energy in the Sustainable Development of Electrical Power Sector: A Review. *Energies*, 14(24), 8240. <https://doi.org/10.3390/en14248240>
- Tilahun, F. B., Bhandari, R., & Mamo, M. (2019). Supply optimization based on society's cost of electricity and a calibrated demand model for future renewable energy transition in Niger. *Energy, Sustainability and Society*, 9(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0217-0>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**NAVEGANDO HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE: ENERGÍAS RENOVABLES MARINAS  
COMO VANGUARDIA DE LA INNOVACIÓN ENERGÉTICA**

*Francisco Portillo<sup>1</sup>, Isabel Robalo<sup>2</sup>, Marta Andreu<sup>3</sup>*

*Universidad de Almería, España, portillo@ual.es, irc474@inlumine.ual.es, mag687@inlumine.ual.es*

**Abstract**

Marine Renewable Energies represent an untapped potential for clean and sustainable electricity generation. This paper discusses the diverse types of Marine Renewable Energies, including wave energy, tidal energy, ocean thermal energy. Furthermore, it scrutinizes the current state of development, assesses environmental and economic implications, and delves into prospects and challenges facing Marine Renewable Energies in the quest for global sustainability.

**Introducción**

El mar, que cubre más del 70% de la superficie terrestre, alberga un potencial sin explotar para abordar la creciente demanda energética a la vez que contribuye a la sostenibilidad ambiental. Las Energías Renovables Marinas (ERM) representan una amplia gama de tecnologías capaces de aprovechar los recursos energéticos del océano (Ringwood, 2022). Esta comunicación enfatiza la necesidad de fomentar la adopción de ERM, destacando algunas de las tecnologías innovadoras en este campo.

**Tipos de tecnologías de energía renovables marina**

Las ERM abarcan una variedad de tecnologías innovadoras, cada una aprovechando diferentes aspectos del entorno marino:

- Energía de las olas: la energía cinética de las olas del océano puede ser capturada y convertida en electricidad mediante dispositivos de absorción de punto, columnas de oscilación de agua y atenuadores (Aderinto & Li, 2018).
- Energía mareomotriz: las mareas generan corrientes que pueden ser explotadas mediante turbinas submarinas y sistemas de elevación de aguas (Khare & Bhuiyan, 2022).
- Energía térmica oceánica: el gradiente de temperatura entre las cálidas aguas superficiales y las frías aguas profundas del océano puede ser usado para producir energía mediante ciclos de Rankine de circuito cerrado o ciclos de destilación de circuito abierto (Herrera et al., 2021).
- Energía de las corrientes marinas: las corrientes oceánicas continuas pueden ser explotadas mediante turbinas de eje horizontal o vertical (VanZwieten & Tang, 2022), similares a las utilizadas en la energía eólica.

**Análisis crítico y discusión**

Las tecnologías de ERM se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, siendo la energía de las olas y mareomotriz las más avanzadas. Sin embargo, en comparación con otras fuentes de energía renovable como la solar y eólica, aún están en etapas tempranas de desarrollo y adopción. Proyectos

piloto y despliegues comerciales han demostrado la viabilidad técnica de estas tecnologías (Ramos et al., 2021). La previsibilidad de las ERM, especialmente de la energía mareomotriz, proporciona una ventaja sobre otras fuentes renovables como la eólica y solar (Bhuiyan et al., 2022). Sin embargo, existen desafíos como los altos costos iniciales, las infraestructuras de la transmisión de energía desde ubicaciones marinas a los consumidores en tierra, y posibles impactos ambientales en los ecosistemas marinos que deben ser abordados. La investigación e innovación son imperativas para la reducción de costos y mejora de eficiencia. Además, la integración de las ERM en una combinación más amplia de energías renovables puede contribuir significativamente a la seguridad energética y a la reducción de emisiones de carbono. Establecer marcos regulatorios claros y fomentar la colaboración internacional son cruciales para el desarrollo sostenible de las ERM (Soukissian et al., 2019).

### Conclusiones

Las Energías Renovables Marinas tienen un gran potencial como fuente de energía sostenible. Si bien hay desafíos que superar, la investigación continua, la innovación tecnológica y las políticas de apoyo pueden impulsar las ERM a ser una piedra angular en el cambio global hacia sistemas de energía sostenible. La administración responsable de los océanos y sus recursos es una responsabilidad ética. Proteger los ecosistemas marinos mientras se explora su potencial energético es fundamental para preservar la biodiversidad y asegurar un legado sostenible para las futuras generaciones.

### Bibliografía

- Aderinto, T., & Li, H. (2018). Ocean Wave Energy Converters: Status and Challenges. *Energies*, 11(5), 1250. <https://doi.org/10.3390/en11051250>
- Bhuiyan, M. A., Hu, P., Khare, V., Hamaguchi, Y., Thakur, B. K., & Rahman, M. K. (2022). Economic feasibility of marine renewable energy: Review. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.988513>
- Herrera, J., Sierra, S., & Ibeas, A. (2021). Ocean Thermal Energy Conversion and Other Uses of Deep Sea Water: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(4), 356. <https://doi.org/10.3390/jmse9040356>
- Khare, V., & Bhuiyan, M. A. (2022). Tidal energy-path towards sustainable energy: A technical review. *Cleaner Energy Systems*, 3, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.cles.2022.100041>
- Ramos, V., Giannini, G., Calheiros-Cabral, T., Rosa-Santos, P., & Taveira-Pinto, F. (2021). Legal framework of marine renewable energy: A review for the Atlantic region of Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110608. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110608>
- Ringwood, J. V. (2022). Marine renewable energy devices and their control: An overview. *IFAC-PapersOnLine*, 55(31), 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.421>
- Soukissian, T. H., Adamopoulos, C., Prospathopoulos, A., Karathanasi, F., & Stergiopoulou, L. (2019). Marine Renewable Energy Clustering in the Mediterranean Sea: The Case of PELAGOS Project. *Frontiers in Energy Research*, 7(FEB). <https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00016>
- VanZwieten, J., & Tang, Y. (2022). Ocean Current Energy. In *Comprehensive Renewable Energy* (Vols. 1–8, pp. 25–39). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819727-1.00167-9>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## HIBRIDACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA OFFSHORE

**Marta Andreu<sup>1</sup>, Alfredo Alcayde<sup>1</sup>, Laura Castro-Santos<sup>2</sup>**

Universidad de Almería, España, [mag687@inlumine.ual.es](mailto:mag687@inlumine.ual.es), [aalcayde@ual.es](mailto:aalcayde@ual.es)<sup>1</sup>, Universidade da Coruña, España, [laura.castro.santos@udc.es](mailto:laura.castro.santos@udc.es)<sup>2</sup>

### Abstract

In an attempt to encourage the efficient and reliable generation of renewable energy, hybrid systems are on the rise as they present a number of benefits in addition to those of a single system. Hybridization of offshore wind and solar photovoltaics is an interesting and promising option. Efficient and safe integration of these systems requires careful planning and optimal design. These hybrid systems reduce the risk associated with the variability of renewable generation by making the most efficient use of available resources. Yet there are logistical challenges that must be addressed.

### Introducción

La hibridación de distintas fuentes de energía renovable se ha convertido en una solución sostenible y eficiente para poder satisfacer la creciente demanda energética que se ha producido en las últimas décadas. Esta estrategia está ganando cada vez más atención ya que fomenta la generación de energía renovable de manera efectiva y confiable. Es por ello que se están realizando numerosos estudios, sobre todo para generación distribuida o lugares aislados (Olatomiwa *et al.*, 2018)

La combinación de sistemas fotovoltaicos con sistemas de generación de energía eólica marina es una opción interesante y prometedora que permite aprovechar las características complementarias de estas dos fuentes para aumentar la eficiencia y la producción de energía. Además, la integración de ambas en un único sistema reduce el riesgo asociado a la variabilidad del recurso renovable y aprovecha de forma más eficiente los recursos disponibles. Otros beneficios a los que puede conducir la hibridación de estos sistemas es la optimización del uso del espacio y la reducción de costes de operación y mantenimiento.

### Metodología

El desarrollo de un sistema de generación híbrido de este tipo implica una planificación rigurosa para su instalación.

Se deberá realizar previamente un estudio exhaustivo los recursos solar y eólico del lugar propuesto para identificar la ubicación que maximice el aprovechamiento de ambos y minimice los impactos ambientales. Además, es importante considerar factores como la profundidad y condiciones del agua para el diseño del sistema.

Dependiendo de la profundidad de la ubicación seleccionada, las turbinas eólicas marinas se pueden instalar sobre estructuras fijadas al fondo marino o flotantes, de forma que cada una tiene un método de construcción distinto (Jiang, 2021). Los paneles fotovoltaicos se instalarán en plataformas flotantes

que pueden ser de plástico (normalmente polietileno de alta densidad), acero inoxidable o galvanizado (Ghigo *et al.*, 2022). Para poder optimizar el uso del espacio e integrar ambos sistemas, se instalarán las plataformas flotantes fotovoltaicas en las estructuras de las turbinas eólicas, de forma que el anclaje de las plataformas será compartido en el caso de que ambos sistemas sean flotantes o anclar las plataformas fotovoltaicas a la cimentación de las turbinas fijadas al fondo marino.

Además, se requerirá la construcción de una infraestructura eléctrica de transporte de energía. Otro aspecto que se tendrá en cuenta será la inclusión de sistemas de control y regulación con el fin de incrementar la captación de los recursos eólico y solar, mejorar la energía generada y garantizar el funcionamiento seguro del conjunto.

## Resultados

La integración de energía solar fotovoltaica con energía eólica marina presenta una serie de beneficios adicionales a los que tendrían ambas por separado. En primer lugar, la combinación de estas dos tecnologías en un solo proyecto conlleva el aumento de la producción total de energía y la mejora de la eficiencia energética del sistema debido a un aprovechamiento más eficiente los recursos disponibles. Al ser fuentes de energía que poseen perfiles de generación complementarios, implica una mejora de la estabilidad y confiabilidad del suministro energético, y con ello, una disminución del riesgo asociado a la variabilidad de la generación renovable. Agregando a lo anterior, compartir la infraestructura reduce tanto la necesidad de mayor ocupación del terreno, como consecuencia de maximizar el uso del espacio existente, como los costes al no requerir la construcción nuevas estructuras.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que la hibridación de la de estas dos fuentes de energía presenta una serie de desafíos técnicos y logísticos que deben ser considerados y abordados adecuadamente. Uno de ellos se asocia con la corrosión y el efecto de las condiciones marinas adversas en los distintos sistemas. Los procedimientos de instalación y operación son más difíciles y costosos que una instalación terrestre, del mismo modo que el mantenimiento por la limitada accesibilidad.

## Conclusiones

La hibridación de energía eólica marina con la energía solar fotovoltaica es una posibilidad que presenta un potencial considerable para la mejora de la producción de energía renovable marina y la contribución a la transición hacia un futuro energético más sostenible. Para garantizar una integración eficiente y segura, requiere una planificación cuidadosa y un diseño óptimo. Presenta numerosos beneficios como una reducción de la variabilidad de la generación, un aprovechamiento más eficiente de los recursos disponibles, la optimización del espacio utilizado y una reducción de costos.

## Bibliografía

- Ghigo, A., Faraggiana, E., Sirigu, M., Mattiazzo, G., & Bracco, G. (2022). Design and Analysis of a Floating Photovoltaic System for Offshore Installation: The Case Study of Lampedusa. *Energies*, 15(23). <https://doi.org/10.3390/en15238804>
- Jiang, Z. (2021). Installation of offshore wind turbines: A technical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110576>
- Olatomiwa, L., Blanchard, R., Mekhilef, S., & Akinyele, D. (2018). Hybrid renewable energy supply for rural healthcare facilities: An approach to quality healthcare delivery. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 30, 121–138. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2018.09.007>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA LOCALIZACIÓN Y VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE ENERGÍA UNDIMOTRIZ EN LA COSTA ALMERIENSE**

*Fernando Martínez, Francisco Manzano-Agugliaro, Raúl Baños, Viktor Isanbaev, Jorge Ventura*

*Universidad de Almería, España, fmg714@ual.es<sup>1</sup>, fmanzano@ual.es<sup>2</sup>, rbanos@ual.es<sup>3</sup>, vs613@ual.es<sup>4</sup>, jvg327@inlumine.ual.es<sup>5</sup>*

**Abstract**

Among ocean energies, wave energy emerges as a significant driver of renewable energy. It is estimated that waves worldwide can provide up to 2.11 TW of power. However, finding suitable areas for installing wave energy plants requires extensive analysis. These areas should be accessible and economically viable in terms of infrastructure, which depends on the type of converter installed. This study focuses on analysing wave power generated along the Almería coast over the past 5 years. Five coastal areas of interest were examined, with results indicating that the vicinity around Cabo de Gata, approximately 10-20 km offshore, is the most suitable due to the substantial wave power it generates.

**Introducción**

La expansión de la energía renovable es crucial para reducir las emisiones de gases contaminantes y favorecer la sostenibilidad medioambiental. A los recursos ya explotados eficientemente, hay que añadir el potencial energético de los océanos, donde los diseños sean factibles y económicamente viables (Rusu, 2017). Se analizará la energía undimotriz u olamotriz, basada en el movimiento de las olas en la superficie del mar. A nivel global, esta energía puede ser de 2,11 TW (Gunn, 2012). Recientemente en Almería se ha propuesto un parque eólico marino, cuyos estudios de impacto ambiental han paralizado el mismo. Es por ello que podrían plantearse otras alternativas, como es la energía undimotriz, una fuente renovable de bajo impacto tanto visual por su escasa altura como para las especies que habitan el ecosistema. Nos enfocaremos en la mejor ubicación en la Costa de Almería.

**Material y métodos**

El proceso para el diseño de la planta implica el desarrollo de diferentes etapas, aunque en esta comunicación nos centraremos en el primer paso, que es la localización idónea para la misma.

1. **Formulación matemática:** la Ecuación (1) permite obtener el flujo de energía o potencia generada por metro (W/m) de la cresta de la ola (Arthur Pecher, 2017) en cada instante de tiempo. En esta ecuación interviene la altura significativa de la ola ( $H_s$ ), el periodo de esta ( $T_e$ ), la densidad del agua del mar ( $\rho$ ) y la gravedad ( $g$ ).

$$P_W = \frac{\rho g^2}{64\pi} T_e H_s^2 \quad (1)$$

Los datos son extraídos de la página gubernamental de Puertos del Estado (España, 2023), gracias a las balizas existentes a lo largo de la costa española y que recogen datos cada 60 minutos.

2. **Características orográficas de cada zona:** la zona donde se instalaría la planta undimotriz debe ser relativamente accesible. Es por ello por lo que parámetros como la distancia a la costa, la batimetría

de la zona y la existencia cercana de puertos influyen a la hora de seleccionar la zona más viable de entre las que presentan mayor energía undimotriz.

3. **Selección del convertidor de energía:** cada convertidor tiene un aprovechamiento energético diferente. Algunos funcionan mejor con olas con altura significativa elevada o periodos largos, otros están diseñados para zonas cercanas/lejanas de la costa, poco/bastante profundas (Liliana Rusu, 2017).

4. **Viabilidad económica:** la inversión y el mantenimiento de las infraestructuras, el número de convertidores en la planta o el transporte de la energía mediante cable submarino hasta la línea de alta tensión más próxima influyen en la viabilidad económica del proyecto.

## Resultados y discusión

Se ha analizado la potencia media de 5 puntos a lo largo del litoral almeriense durante los últimos 5 años gracias a los datos proporcionados por la web de Puertos del Estado (España, 2023).



**Figura 1.** Puntos de estudio en la costa almeriense junto con la Potencia media generada por las olas durante los últimos 5 años en W/m.

Los resultados reflejan que la zona más idónea de las 5 analizadas para la hipotética instalación de una planta de energía undimotriz es en las inmediaciones del Cabo de Gata (P3), donde las olas han generado una potencia media de 3353 W/m con datos de los últimos 5 años.

## Conclusiones

La energía undimotriz es la gran desconocida actualmente y que sin embargo tiene un gran potencial si se consigue explotar bien sus recursos con la tecnología adecuada. Es una energía abundante, pero de difícil instalación, de ahí la importancia de encontrar localizaciones adecuadas que permitan su implementación y aprovechamiento. En este caso, la zona del Cabo de Gata, alejada unos 10-20 km de la costa se presenta como un lugar potencial para la implementación de una planta de energía undimotriz en el litoral almeriense, ya que las olas alcanzan una altura considerable y prolongada durante el año, lo que permitiría el aprovechamiento de la energía que transportan las olas.

## Bibliografía

- Arthur Pecher, M. F. (2017). Handbook of Ocean Wave Energy. SpringerOpen.
- España, G. D. (2023, 07 06). Puertos del Estado. Retrieved from [www.puertos.es](http://www.puertos.es)
- Gunn, K. E. (2012). Quantifying the global wave power resource. *Renewable Energy*, Volume 44, 296-304.
- Liliana Rusu, F. O. (2017). The performance of some state-of-the-art wave energy converters in locations with the worldwide highest power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 75.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**HERRAMIENTAS INGENIERILES PARA LA TOMA DE DECISIONES APLICADAS A LA  
GESTIÓN DE RECURSOS PESQUEROS CAPTURADOS CON REDES DE ENMALLE  
ARTESANALES**

*Jairo Altamar<sup>1</sup>, Carlos Robles-Algarín<sup>2</sup>, Luis Manjarrés-Martínez<sup>3</sup>, Arled Martínez-Villaba<sup>4</sup>*

*Universidad del Magdalena, Colombia, jaltamar@unimagdalena.edu.co<sup>1</sup>,  
croblesa@unimagdalena.edu.co<sup>2</sup>, lmanjarresm@unimagdalena.edu.co<sup>3</sup>*

**Abstract**

Fisheries management can help to stop overfishing. In many artisanal fisheries around the world, gillnets are the artisanal fishing gear that makes the most effort and contribute the most to fishing landings. Using tools that combine foundations of fuzzy logic and hierarchical analysis (F-AHP) processes, the judgments of experts from different focus groups (fishery scientists, resource managers and experienced fishermen) were evaluated for the purpose of selecting the best alternative of the minimum mesh sizes, but considering fishery, biological, ecological, economic, and cultural criteria. The results of different focus groups determined that the mesh size of 3.5" was the best weighted alternative. Consequently, the F-AHP approach is useful for consensus multi-criteria decisions that serve as an input for the management of artisanal gillnet fishing.

**Introducción**

A pesar de los procesos de sobreexplotación de los recursos pesqueros, existen evidencias de que las poblaciones se pueden recuperar mediante la gestión de las pesquerías (Castilla et al., 2007). Investigaciones indican que es posible un mejor aprovechamiento de los recursos a través de la optimización del tamaño de malla de las redes de enmalle. No obstante, una de las dificultades para implementar medidas basadas en los tamaños de captura es el poco conocimiento de la selectividad de los artes de pesca, y lo complejo de aplicar una medida de manejo basada en la regulación del arte de pesca en una pesquería tropical multiespecífica.

Actualmente el enfoque de decisiones multicriterio (procesos de análisis jerárquico - AHP) combinado con el uso de lógica difusa es una herramienta metodológica muy utilizada en diferentes áreas del conocimiento, incluida las pesquerías (Gao y Hailu, 2012). Este manuscrito tiene como objetivo principal evaluar los principales tamaños de malla de la pesquería artesanal que utiliza redes de enmalle en el mar Caribe de Colombia, a partir de una estrategia multicriterio que evaluó los juicios de tres grupos focales (expertos en ciencias pesqueras, administradores del recurso pesquero y pescadores experimentados), cuyas conclusiones combinadas y para cada grupo focal sirven como insumos clave para el manejo sostenible de las pesquerías artesanales.

**Material y métodos**

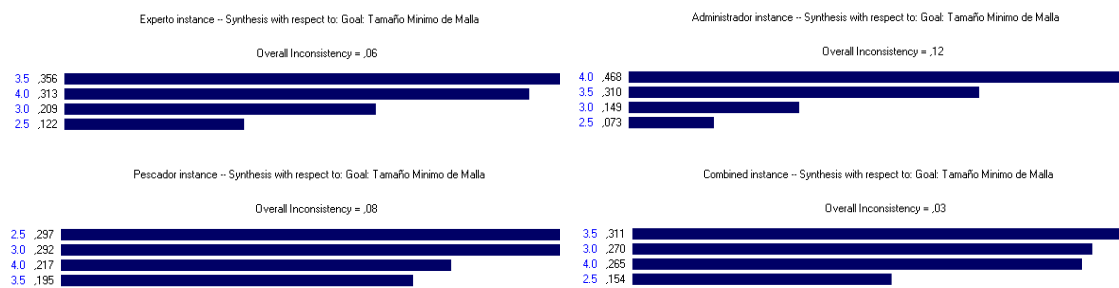
Varias herramientas para toma de decisiones multicriterio han sido desarrolladas; Sin embargo, AHP es uno de los métodos más utilizados (Saaty, 1971). De hecho, es el único modelo que proporciona una medida de la consistencia en los juicios de los tomadores de decisiones. El proceso F-AHP se utilizó para examinar diferentes alternativas en el ámbito de la tecnología pesquera, en este caso evaluó los principales cuatro tamaños de malla que utilizan las redes de enmalle del Caribe colombiano: 2,5, 3,0, 3,5 y 4,0 pulgadas (Base de datos SEPEC, <http://sepec.aunap.gov.co/>), bajo la consideración de



comparar los criterios multidimensionales. Para obtener el peso comparativo entre los atributos de los elementos de decisión, se diseñó un cuestionario F-AHP para recolectar los datos de tres grupos focales: i) expertos en pesquerías, ii) Administradores del recurso pesquero y iii) pescadores experimentados. En total, se entrevistaron a 10 personas por cada grupo focal. La mayoría de los encuestados tenían más de 20 años de experiencia en diferentes roles del sector pesquero. La combinación de lógica difusa con AHP está descrita detalladamente para resolver temas pesqueros (Gao y Hailu, 2012), por lo que el proceso empleó coordenadas difusas triangulares para expresar las funciones de pertenencia de los valores de expresión en una escala de cinco niveles.

## Resultados y discusión

Los resultados que combinan los diferentes grupos encuestados determinaron que el tamaño de malla de 3,5" fue la alternativa que obtuvo el mayor peso de los criterios evaluados (Figura 1), con estimaciones aceptables de inconsistencias (<0,1).



**Figura 1.** Resultados de la mejor alternativa, discriminados de acuerdo con los juicios de cada grupo focal (expertos, administradores, pescadores) y la combinación de ellos, incluyendo la inconsistencia correspondiente.

Otros estudios con el enfoque de relaciones morfométricas de la principal especie capturada por estas redes (*Caranx crysos*), determinaron que un tamaño de malla de 3,5" era lo adecuado (Marrugo et al., 2016). En tanto que, otra perspectiva fundamentada en el uso de indicadores pesqueros simples (Froese, 2004) determinó un tamaño mínimo de la malla en 4" (Martínez-Villalba, en prep.).

## Conclusiones

El enfoque F-AHP resulta una herramienta útil para tomar decisiones multicriterio consensuadas, cuyos resultados sirven como insumo para el manejo de las pesquerías artesanales con redes de enmalle que operan en el Caribe colombiano.

## Bibliografía

- Castilla, J.C., Gelcich, S. & Defeo, O. (2007). Successes, lessons, and projections from experience in marine benthic invertebrate artisanal fisheries in Chile. Blackwell Publishing, New Delhi, pp. 23-42.
- Froese, R. (2004). Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish. and fish*, 5(1), 86-91.
- Gao, L. & Hailu, A. (2012). Ranking management strategies with complex outcomes: An AHP-fuzzy evaluation of recreational fishing using an integrated agent-based model of a coral reef ecosystem. *Environmental Modelling & Software*, 31, 3-18.
- Marrugo, C. Altamar, J Duarte, LO. (2016). Tamaño óptimo de malla para la captura artesanal de cojino negro *Caranx crysos* con redes de enmalle. *Proceedings GCFI* 68:501.

**Agradecimientos** Los autores agradecen el tiempo y conocimiento de los colegas expertos en pesquerías, los funcionarios de la AUNAP y los pescadores experimentados en el uso de redes de enmalle, quienes con consentimiento previo participaron en la encuesta.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## DISEÑO DE PROCESO DE SECADO DE MICROALGAS EMPLEANDO ENERGÍA SOLAR

Rubén López Pastor <sup>1,2</sup>, Darío Hernández Hofmann <sup>1,2</sup>, María Guadalupe Pinna-Hernández <sup>1,2</sup>, Francisco Gabriel Ación <sup>1,2</sup>

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería, Carretera de Sacramento s/n 04120 La Cañada de San Urbano, Almería, España<sup>1</sup>, Centro de Investigación de Energía Solar (CIESOL), centro mixto Universidad de Almería-CIEMAT, Almería, 04120, España <sup>2</sup>

### Abstract

This work focuses on the design of a process for the drying of microalgal biomass using solar energy. Different from passive solar dryers or conventional spray-dryers/freeze dryers, the proposed process is based on the use of a rotatory dryer, where the energy required for drying is provided using solar panels. This alternative reduces the cost and energy demand of conventional systems, and simultaneously improves the quality and control of the drying processes concerning passive solar dryers. The optimal conditions of drying in the rotatory dryer were studied, which allowed estimating the energy demand of the process. First, the optimal temperature for drying was defined at 70 °C, the airflow required was a function of the water evaporation rate required. The airflow is heated at this temperature using solar panels, the optimal inclination of the panels was defined at 30°. The overall design of the process allowed determining that a total surface of 283 m<sup>2</sup> of solar panels would be enough to dry the biomass produced in a 1-hectare facility. A techno-economic analysis demonstrated that the drying cost could be reduced by 50% when compared to conventional technologies. Moreover, the sustainability of the entire system largely increased. Thus, the utilization of thermal solar energy is an opportunity to increase both the economic and environmental sustainability of microalgae-related processes.

### Introducción

El uso de microalgas proporciona actualmente diferentes líneas de investigación, como la producción de energía, filtros verdes, alimentación o producción de sustancias como vitaminas o ácidos grasos. Uno de los factores que limitan actualmente su utilización es su elevado coste de producción. Minimizar estos costes de producción es uno de los objetivos principales de la industria (Benemann, 2013). El lodo obtenido tras la cosecha de las microalgas no es estable y se debe someter a procesos de estabilización, siendo el secado el más habitual. Para ello se pueden emplear secaderos por spray o liofilizadores, ambos equipos con un elevado coste, encareciendo el precio final de la biomasa (Ortiz et al., 2020). El objetivo de este trabajo fue diseñar y demostrar la viabilidad técnica y económica de un proceso de secado que permita reducir costes, y generar el mínimo impacto ambiental posible.

### Material y métodos

Se tomaron muestras de biomasa de las instalaciones de la Planta Demostrativa SABANA, gestionada por la Universidad de Almería y situada en el Centro IFAPA La Cañada (Lat: 36.82° N; Lon: 2.32° E). Estas fueron sometidas a diferentes pruebas de secado en un secador rotatorio en las que se evaluó el proceso en función del tiempo, temperatura y flujo de aire. En paralelo se estudió la disponibilidad de radiación solar en función de la inclinación, se seleccionó el colector solar de aire GLK de GrammerSolar. Tras ello, se estimó la demanda de energía del secadero en función de los resultados obtenidos en las pruebas de secado. Posteriormente, se diseñó el campo solar necesario para satisfacer la demanda, utilizando los datos de demanda y los datos técnicos del colector junto a los de

radiación solar recibida sobre plano inclinado. Finalmente se realizó un análisis económico mediante la metodología CAPEX y OPEX.

### Resultados y discusión

Los resultados de las pruebas de secado en el secador rotatorio mostraron que la temperatura óptima fue de 70° C, ya que temperaturas superiores pueden reducir la calidad de la biomasa, y que el incremento del caudal de aire reducía los tiempos de secado. Por ello, se estableció un tiempo de secado de 6 h/día para coincidir con la disponibilidad de radiación solar. De este modo, el caudal oscilará entre 224 m<sup>3</sup>/h (diciembre) y 857 m<sup>3</sup>/h (junio). La disponibilidad de radiación solar fue variable a lo largo del año, teniendo su máximo en los meses de verano, coincidiendo con el tiempo de máxima producción de microalgas y por ende, de máxima demanda. La inclinación óptima en función de la demanda resultó ser de 30° pues se ajustaba mejor a la variación anual de la demanda del secador rotatorio. La superficie del campo solar necesaria para satisfacer la máxima demanda fue de 283.56 m<sup>2</sup> (≈122 captadores). Adicionalmente, en el diseño del plano, se consideró la implementación de una caldera de biomasa como fuente de energía auxiliar y la incorporación de un intercambiador de calor a fin de precalentar el aire de entrada al sistema con el aire de salida ya saturado de humedad. El análisis económico ha considerado la producción de la microalga *Scenedesmus* sp. utilizando un reactor de tipo Raceway de 1 hectárea de superficie. Se estimó un coste unitario mediante secado tradicional por Spray Dryer de 2.37 €/kg, mientras que el coste unitario para el sistema de secado solar propuesto fue de 1.16 €/kg.

### Conclusiones

Este trabajo sugiere la viabilidad técnica y económica del uso de la energía solar térmica en el proceso de secado de microalgas en un secador rotatorio. Las condiciones más adecuadas para el proceso de secado se obtienen a 70° C, adaptando el caudal de aire a lo largo del año para poder llevar a cabo el proceso en 6 h diarias. El campo solar necesario representa un 2.8% de la superficie total de producción y el uso de la energía solar térmica podría reemplazar por completo el uso de energía fósil a la par que reduce el coste de secado un 49%. Finalmente, concluir que este proceso supone un aporte alternativo sostenible para la mejora técnico-económica del proceso de secado de microalgas.

### Bibliografía

- Benemann, J. (2013). Microalgae for biofuels and animal feeds. In *Energies* (Vol. 6, Issue 11, pp. 5869–5886). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/en6115869>
- Ortiz, C., Nallely, A., Santos, G., Cristina, A., Monroy, Á., Ángel, M., Gabriel, N. C., Quezada, M., & Luis, J. (2020). *Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable (REINGTEC)* 8, 26-29 Paseo del Agrarismo #2000 Carr. Mixquiahuala-Tula Km. 2.5 Mixquiahuala de Juárez C.

### Agradecimientos

This work has been partially funded by the H2020 Research and Innovation Framework Programme (projects: PRODIGIO, 101007006; REALM, 101060991). The present project was funded by the Spanish Ministry of Science, Innovation, and Universities (GREENFARM, PDC2021-121861-C21), Gabriel Acién thanks the funding from Ministerio de Ciencia e Innovación (grant TED2021-131555B-C21 ALGAHUB).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ENERGÍA EÓLICA MARINA Y OTROS USOS DEL MAR**

**Alfredo Alcayde<sup>1</sup>, M. Isabel Sáez<sup>1</sup>, Fernando Gil<sup>1</sup>, A. Filgueira-Vizoso<sup>2</sup>**

Universidad de Almería, España, [aalcayde@ual.es](mailto:aalcayde@ual.es)<sup>1</sup>, [msc880@ual.es](mailto:msc880@ual.es)<sup>2</sup>, [fmg714@ual.es](mailto:fmg714@ual.es)<sup>3</sup>, Universidade da Coruña, España, [almudena.filgueira.vizoso@udc.es](mailto:almudena.filgueira.vizoso@udc.es)<sup>4</sup>

**Abstract**

The demand for cleaner and sustainable energy sources has led to the exploration of offshore wind energy as a viable solution. However, challenges remain in terms of cost and environmental impact. An innovative approach to address these challenges is the hybridization of offshore wind energy with anchored fish farms. This integration aims to maximize the use of resources and infrastructure, while also providing renewable electricity for fish farm operations. The combination of these technologies offers economic benefits, reduces reliance on conventional energy sources, and promotes environmental conservation. This hybrid approach holds great potential for meeting the increasing global energy demand in a sustainable and environmentally-friendly manner.

**Introducción**

En las últimas décadas, la creciente demanda de energía y la conciencia ambiental han impulsado la búsqueda de fuentes energéticas más limpias y sostenibles. La energía eólica marina ha surgido como una prometedora solución, aprovechando el viento de los océanos para generar electricidad. Sin embargo, persisten desafíos en términos de costes e impacto ambiental. La hibridación de la energía eólica marina con piscifactorías ancladas en los parques eólicos ha surgido como una fascinante idea para maximizar recursos y reducir costes, siendo una solución prometedora para abordar los desafíos energéticos y ambientales. Esta combinación inteligente de tecnologías tiene el potencial de satisfacer la creciente demanda de energía y alimentos de manera sostenible, así como ofrecer beneficios económicos al compartir infraestructuras y reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales. Al mismo tiempo que tiene impactos positivos en el medio ambiente marino al proporcionar hábitat para la vida marina y actuar como áreas de conservación (Callier *et al.*, 2018).

**Material y métodos**

Para llevar a cabo esta propuesta, es necesario considerar cuidadosamente los materiales y métodos adecuados para la instalación y operación conjunta de ambos sistemas. En cuanto a los materiales, se requerirá la construcción de estructuras robustas y duraderas que sean capaces de soportar las turbinas eólicas (Manzano-Agugliaro *et al.*, 2020) y las piscifactorías en un entorno marino hostil. Se deberán seleccionar materiales resistentes a la corrosión y al impacto de las olas, como acero inoxidable, hormigón reforzado y otros compuestos marinos. Además, se deberán utilizar materiales respetuosos con el medio ambiente para minimizar el impacto en los ecosistemas marinos circundantes. En cuanto al método, la instalación de las estructuras híbridas requerirá una cuidadosa planificación y logística. Será necesario realizar estudios detallados del sitio para identificar las ubicaciones óptimas que maximicen el aprovechamiento del viento y minimicen los impactos

ambientales. Los métodos tradicionales de instalación de turbinas eólicas marinas, como el uso de buques grúa y cimentaciones fijas o flotantes, pueden adaptarse y combinarse con las necesidades de las piscifactorías. Además, se requerirá un enfoque integrado para la gestión de la energía y la operación de las piscifactorías. Esto implica la implementación de sistemas de control y monitoreo que permitan la supervisión y regulación eficiente de la producción de energía eólica y las operaciones de las piscifactorías. Asimismo, se deberán establecer protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de las estructuras eólicas y las instalaciones de las piscifactorías.

### Resultados y discusión

Los resultados indican que la hibridación de la energía eólica marina con instalaciones acuícolas presenta una serie de beneficios significativos. En primer lugar, esta integración puede contribuir a la reducción de costos mediante el uso compartido de infraestructuras y recursos. Las estructuras de soporte de las turbinas eólicas pueden servir como bases para las piscifactorías, lo que disminuye los gastos de construcción y operación de ambos sistemas. Además, la generación de energía eólica puede proporcionar electricidad limpia y renovable para alimentar las operaciones de las piscifactorías, reduciendo así su dependencia de fuentes de energía convencionales y los costos asociados. Además de los beneficios económicos, la hibridación también puede tener un impacto positivo en el medio ambiente marino, sirviendo los parques eólicos marinos de áreas de protección y conservación de los ecosistemas marinos circundantes, promoviendo un enfoque sostenible en la generación de energía y la producción de alimentos.

Sin embargo, es importante destacar que la hibridación de la energía eólica marina con granjas dedicadas a especies acuicultivables también plantea desafíos y consideraciones. Uno de los desafíos principales está relacionado con la selección adecuada de especies de peces y la gestión de la calidad del agua.

### Conclusiones

La posible hibridación de la energía eólica marina con piscifactorías ancladas en la propia plataforma representa una perspectiva emocionante y prometedora en el campo de la energía renovable y la producción sostenible de alimentos marinos. Los resultados obtenidos en este estudio indican que esta integración puede generar beneficios económicos, ambientales y sociales significativos.

### Bibliografía

- Callier, M. D., Byron, C. J., Bengtson, D. A., Cranford, P. J., Cross, S. F., Focken, U., Jansen, H. M., Kamermans, P., Kiessling, A., Landry, T., Wikfors, G. H., & McKindsey, C. W. (2018). Attraction and repulsion of mobile wild organisms to finfish and shellfish aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 924–949. <https://doi.org/10.1111/raq.12208>
- Manzano-Agugliaro, F., Sánchez-Calero, M., Alcayde, A., San-Antonio-gómez, C., Perea-Moreno, A.-J., & Salmeron-Manzano, E. (2020). Wind turbines offshore foundations and connections to grid. *Inventions*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/inventions5010008>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO DE DOS CEPAS DE MICROALGAS DE AGUA SALADA DE INTERÉS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA: *Nannochloropsis gaditana* Y *Tetraselmis Chuii***

**María Salinas García<sup>1</sup>, Ana Sánchez-Zurano<sup>1,2</sup>, Cristina Cerdá Moreno<sup>1,2</sup>, Martina Ciardi<sup>1,2</sup>, Cintia Gómez Serrano<sup>1,2</sup>, Francisco Gabriel Ación<sup>1,2</sup>**

Universidad de Almería, España, msg851@inlumine.ual.es; asz563@ual.es; mc722@ual.es; cgs1818@ual.es, facien@ual.es<sup>1</sup>, Centro de investigación en energía solar (CIESOL), España<sup>2</sup>

**Abstract**

The use of microalgae for the food industry has grown significantly during the last years. In this study, two strains with a great interest in the food industry were studied. *Nannochloropsis gaditana*, which is in the process of being accepted for use in human food, and *Tetraselmis chuii*, accepted as a Novel Food by the European Union since 2017. In the experiments carried out, the photo-respirometry technique was used to evaluate the influence of parameters such as temperature, pH and irradiance on the net oxygen production rate to predict and optimize their production in raceways reactors. Based on the values obtained, the experimental data were fitted to Molina's mathematical model and the Cardinal model. Once the influence of these parameters was evaluated, the results obtained by photo-respirometry were validated using two raceway reactors. It was observed that *N. gaditana* reached higher biomass concentrations at 30 °C. Furthermore, the presence and concentration of compounds of interest, such as photosynthetic compounds, chlorophylls a and b, and carotenoids were analyzed at different temperatures.

**Introducción**

Las microalgas han despertado un creciente interés para su uso en alimentación humana debido a la alta calidad de sus proteínas y su contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA's). No obstante, para lograr una producción a gran escala, se requiere un conocimiento preciso de los factores ambientales y operacionales que influyen en su crecimiento. Por lo tanto, evaluar y optimizar la influencia de estos parámetros permitirá obtener un mayor rendimiento y una mayor calidad de los productos de interés (Wen et al., 2003). Tradicionalmente para lograr este objetivo, se realizaban múltiples experimentos a escala de laboratorio con el fin de determinar la influencia de los parámetros de interés sobre la velocidad de crecimiento. Sin embargo, esta metodología supone una demanda significativa de tiempo y recursos. Por tanto, se ha planteado como alternativa el uso de técnicas como la foto-respirometría, que permite determinar la velocidad con que se realiza la fotosíntesis mediante la producción y consumo de oxígeno de la cepa de interés bajo condiciones establecidas (Tang et al., 2014). Por lo tanto, en el presente trabajo se pretende evaluar la influencia de dos parámetros clave como la temperatura y el pH en dos cepas de microalgas marinas, *N. gaditana* y *T. chuii* mediante foto-respirometría. Los resultados obtenidos fueron confirmados mediante su producción en reactores raceway bajo condiciones controladas, que permitieron monitorizar la productividad del sistema y evaluar la producción de compuestos de interés como clorofilas y carotenoides.

## Material y métodos

Los ensayos se realizaron empleando dos cepas de microalgas, *N. gaditana* y *T. chuii*. Los inóculos fueron crecidos en el laboratorio utilizando el medio de cultivo T-ISO. Una vez crecidos los inóculos, se utilizaron para poner en funcionamiento dos raceway de 50 L. Se determinó la velocidad de Fotosíntesis Neta (VFN) bajo distintas condiciones de temperatura y pH mediante foto-respirometría. Los datos experimentales obtenidos se ajustaron a las ecuaciones matemáticas de modelo de fotosíntesis de limitación por luz, Molina-Grima y al modelo Cardinal.

## Resultados y discusión

A partir de los resultados experimentales obtenidos mediante foto-respirometría, y su posterior ajuste matemático, se pudo determinar las condiciones óptimas, máximas y mínimas de pH y temperatura de *N. gaditana* y *T. chuii* (Tabla 1). Estos resultados fueron comparados con los resultados obtenidos de productividad a cada temperatura en cultivos en batch. Los resultados mostraron que la temperatura influye significativamente en la VFN y en la productividad ( $p < 0.005$ ). Además, se observó que la temperatura de crecimiento influye en el contenido de pigmentos. A temperaturas óptimas (30°C) se obtuvo un contenido en clorofilas totales superior al obtenido en situaciones de estrés por temperatura. Por el contrario, ante situaciones de estrés se produce un aumento en el contenido de carotenoides ( $392.3 \pm 31.3 \text{ mg}_{\text{carotenoides}} \cdot 100\text{g}_{\text{muestra}}^{-1}$ ), debido a su actividad antioxidante.

	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Topt (°C)	pHmin	pHmax	pHopt
<i>N. gaditana</i>	9.1	51.9	35.27	4.0	11.87	8.0
<i>T. chuii</i>	-2.97	41.04	32.98	4.0	11.93	8.0

**Tabla 1.** Resumen de parámetros obtenidos a partir del ajuste a los modelos para ambas microalgas.

## Conclusiones

Los resultados de foto-respirometría mostraron que la temperatura y el pH influyen en la VNF. Estos resultados permitieron obtener las condiciones óptimas de operación mediante el modelado de los datos experimentales. Los resultados obtenidos se confirmaron mediante la producción en raceway a distintas condiciones de temperatura durante largo tiempo de exposición. A su vez, se determinó que la temperatura influye en el contenido en pigmentos (clorofilas y carotenoides) en la biomasa producida de *N. gaditana* bajo diferentes temperaturas. Ante situaciones de estrés, aumenta la producción de moléculas antioxidantes como los carotenoides. El estudio de la producción de estas moléculas de interés, así como de las condiciones óptimas y el efecto y la influencia de la variación de estas condiciones, es de gran interés para llevar el escalado de la producción a nivel industrial.

## Bibliografía

- Tang, T., Fadaei, H., & Hu, Z. (2014). Rapid evaluation of algal and cyanobacterial activities through specific oxygen production rate measurement. *Ecological Engineering*, 73, 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.095>
- Wen, Z. Y., & Chen, F. (2003). Heterotrophic production of eicosapentaenoic acid by microalgae. *Biotechnology Advances*, 21(4), 273–294. [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(03\)00051-X](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(03)00051-X)

**Agradecimientos** Este trabajo fue financiado por el proyecto PRODIGIO (101007006) y ALGA-HUB (TED2021-131555B-C21).

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023

**Comunicaciones Orales**

**Área Temática:**

**El Mar como Fuente de Recursos**





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON MICROALGAS Y PROBIÓTICOS EN LA DIETA DEL RODABALLO (*Scophthalmus maximus*) TRAS UN EPISODIO DE ESTRÉS AGUDO POR LPS**

**Mercedes Carrillo García<sup>1</sup>, Anyell Caderno<sup>1</sup>, Cristina Rodríguez<sup>2</sup>, Carmen Castro<sup>3</sup>, Francisco Javier Alarcón<sup>4</sup>, Alma Hernández de Rojas<sup>3</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>1</sup>**

Universidad de Cádiz, España, mercedes.carrilloga@alum.uca.es; anyell.caderno@uca.es; juanantonio.sitcha@uca.es<sup>1</sup>, IEO, Cantabria, España, cristina.rodriguez@ieo.csic.es<sup>2</sup>, IEO, Gijón, España, carmen.castro@ieo.csic.es; alma.hernandez@ieo.csic.es<sup>3</sup>, Universidad de Almería, España, falarcon@ual.es<sup>4</sup>

**Abstract**

The metabolic effects of the inclusion of microalgae and probiotics in the diet of *Scophthalmus maximus* after an episode of acute stress induced by an injection of LPS were analyzed. For this purpose, the specimens were fed for a period of 60 days with a commercially formulated feed and an experimental diet in triplicate: i) M, control diet; ii) B4, diet M with the inclusion of microalgae and probiotics. After the feeding period, the fish were divided into 2 experimental subgroups to be injected with i) physiological saline solution or ii) lipopolysaccharides (LPS). Biological samples of mucus and plasma were obtained at 0, 3, and 6 hours after injection for analysis of metabolites as well as plasma cortisol levels. The results obtained show that supplementation with microalgae and probiotics can promote at the physiological level an improvement in *S. maximus* against possible pathogens, improving its metabolic response without compromising the welfare of the species.

**Introducción**

Los cultivos de peces con frecuencia se ven afectados por distintos agentes que generan alteraciones en el bienestar de los animales y en las condiciones óptimas de cultivo. Entre estos agentes se encuentran los lipopolisacáridos (LPS) o endotoxinas, unas moléculas que forman parte de la segunda membrana de las bacterias Gram-negativas y que son la causa principal de las enfermedades inducidas por dichas bacterias, así como de la activación del sistema inmune en el hospedero (Hurtado e Iregui, 2010). Ante esta situación, el organismo responde a través de una serie de reacciones fisiológicas para reestablecer su buen funcionamiento. Sin embargo, si el desequilibrio en el estado homeostático se alarga en el tiempo, algunos procesos importantes como el crecimiento o la reproducción pueden verse afectados (Mancera y Martín, 2003). En este sentido, se ha observado que la inclusión de microalgas y probióticos como componentes en las dietas de peces de cultivo, puede tener efectos beneficiosos frente a este tipo de escenarios. El rodaballo (*Scophthalmus maximus*) constituye una de las especies con mayor relevancia dentro de la acuicultura española, suponiendo su cultivo nacional el 74 % de la producción de esta especie a nivel europeo. Teniendo esto en cuenta, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de mejora que puede suponer la adición de microalgas y probióticos a la dieta de *S. maximus* ante un reto de inyección con LPS.

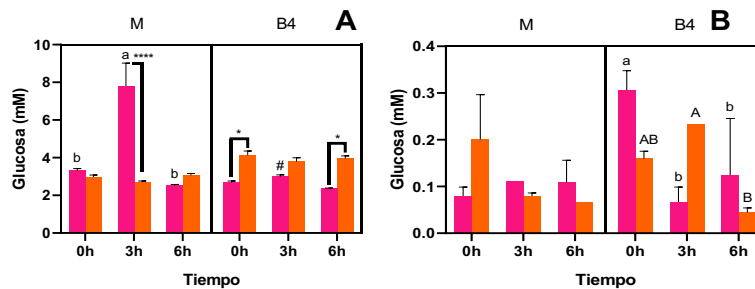
**Material y Métodos**

Se utilizaron 120 animales con un peso inicial de  $1254 \pm 230$  g, que fueron distribuidos en 6 tanques de 500 L. Los individuos se alimentaron en 2 tomas diarias durante 60 días con dos dietas por triplicado, constituyendo los grupos experimentales: i) dieta control (M); ii) dieta M con inclusión de microalgas y probióticos (B4). Transcurrido el periodo de alimentación, 36 ejemplares (18 por dieta) se dividieron en 2 sub-grupos experimentales para cada una de las dietas ensayadas según el tratamiento: i)

inyección de suero fisiológico (salino); o ii) inyección de LPS (LPS). Se obtuvieron muestras biológicas de mucus y plasma a las 0, 3 y 6 horas tras la inyección y se midieron diferentes parámetros metabólicos y endocrinos. Los resultados fueron analizados con un ANOVA de tres vías para ver las diferencias entre dietas y tratamientos a lo largo de los tres puntos de muestreo (0, 3, 6 h).

## Resultados y discusión

Se observó un aumento en los niveles de glucosa (Fig.1 A), lactato, triglicéridos y cortisol en plasma en el grupo B4-LPS respecto a los animales inyectados con suero, lo que constituye una respuesta normal ante un evento de estrés agudo, con el objetivo de hacer frente a la demanda energética. Por su parte, los niveles de proteínas plasmática no se vieron afectados, lo que puede deberse a que muchas especies de peces no utilizan las reservas tisulares de este metabolito ante un estrés agudo y sí como una estrategia metabólica más a largo plazo. En mucus los niveles de glucosa (Fig. 1B), lactato y proteínas en el grupo B4-LPS siguieron un patrón inverso a los valores obtenidos en plasma, observándose un pico a las 3 horas tras la inyección respecto al grupo B4-suero. Si bien en otros estudios se ha observado una correlación entre parámetros metabólicos de plasma y mucus, Fernández-Alacid *et al.* (2019) plantean que mientras la respuesta clásica ante un estrés agudo se produce a través de la liberación de glucosa, lactato y cortisol en el plasma, la exudación de estos metabolitos en el mucus es dependiente del agente estresante y puede ser modulada por el tipo de dieta. Respecto a esto último, las diferencias más importantes observadas entre dietas se obtuvieron en los niveles de lactato y triglicéridos plasmáticos y en las concentraciones de proteínas en mucus, siendo mayores en los animales alimentados con B4 respecto a los alimentados con la dieta control.



**Figura 1.** Niveles de: A. glucosa plasmática (mM); B. glucosa en mucus (mM), en ejemplares de *Scophthalmus maximus* alimentados con dos dietas experimentales (M y B4) y sometidos a dos tratamientos (suero y LPS). ANOVA de tres vías ( $p < 0,05$ ). Los resultados se expresan como la media  $\pm$  EEM para cada grupo.

## Conclusiones

La suplementación con microalgas y probióticos en dietas dirigidas al rodaballo no solo no originó efectos negativos en el bienestar de esta especie, sino que también se observó una mejora en su respuesta metabólica ante la estimulación del sistema inmune provocada por la inyección con LPS.

## Bibliografía

- Fernández-Alacid, L., Sanahuja, I., Ordóñez-Grande, B., Sánchez-Nuño, S., Herrera, M., e Ibarz, A. (2019). Skin mucus metabolites and cortisol in meagre fed acute stress-attenuating diets: Correlations between plasma and mucus. *Aquaculture*, 499, 185-194.
- Hurtado, S. R., e Iregui, C. A. (2010). El lipopolisacárido. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 37-45.
- Mancera, J., y Martín, M. (2003). El sistema de estrés en peces teleósteos. *Veterinary immunology and immunopathology*, 102(4), 379-388.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN CON SOLVENTES EUTÉCTICOS DE FICOCIANINAS DE LA MICROALGA *Arthrospira platensis* MEDIANTE METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA**

**Silvia Villaró Cos<sup>1,2</sup>, Ana Sánchez-Zurano<sup>1,2</sup>, Tomás Lafarga<sup>1,2</sup>, Luísa Gouveia<sup>3,4</sup>, Jelena Vladic<sup>5</sup>**

Universidad de Almería, España, [svc547@ual.es](mailto:svc547@ual.es); [asz563@ual.es](mailto:asz563@ual.es); [lpt365@ual.es](mailto:lpt365@ual.es)<sup>1</sup>, Centro de investigación en energía solar (CIESOL), España<sup>2</sup> Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Portugal, [luisa.gouveia@lneg.pt](mailto:luisa.gouveia@lneg.pt)<sup>3</sup>, GreenCoLab, Portugal<sup>4</sup>, Nova universidad de Lisboa, Portugal, [vladicjelena@gmail.com](mailto:vladicjelena@gmail.com)<sup>5</sup>

### Abstract

Food industries are interested in the use of natural pigments instead of synthetic pigments and in the improvement of their extraction. For this reason, the aim of the present study was to find an eutectic solvent suitable for the extraction of phycobiliproteins from *Spirulina* and to find the optimum combination of temperature and time to maximize their extraction. The optimum combination, optimized using a surface response methodology, was a temperature of 40,1 °C and a time of 630 min, which led to a phycobiliproteins concentration of 3373, 83 mg · 100 g<sup>-1</sup> dried biomass. The extract obtained had an intense blue colour and was suitable for use as food.

### Introducción

En las últimas décadas, los productos ricos en componentes bioactivos han cobrado especial importancia debido a la creciente preocupación de la población por una alimentación saludable. Es por ello, que en el campo nutracéutico, se están invirtiendo muchos esfuerzos en mejorar los métodos de extracción y purificación de dichos compuestos. Los principales retos son reducir el tiempo de extracción, conseguir mayores rendimientos, y mejorar la calidad de los extractos evitando el uso de disolventes orgánicos contaminantes, inflamables y/o tóxicos. En este contexto se presentan como alternativa los solventes eutécticos debido al bajo coste de los materiales de partida, a su fácil preparación y a que son biodegradables y tienen una baja toxicidad (Bakirtzi et al., 2016). El uso de los NADESs (Natural Deep Eutectic Solvents) ya se ha llevado a cabo con éxito en varios ámbitos como, por ejemplo, la recuperación de hidrocarburos aromáticos o compuestos bioactivos como las ficocianinas. *Arthrospira platensis* es la cianobacteria más producida a nivel mundial por su valor nutritivo y su alto valor económico. La C-ficocianina (C-PC) comprende hasta un 40-60% del total de proteínas solubles de sus células. Esta ficobiliproteína se ha aplicado ampliamente como antioxidante, potenciador inmunitario y agente antitumoral que induce a la apoptosis e inhibe la proliferación celular.

### Material y métodos

El estudio se llevó a cabo con *Spirulina* comercial proporcionada por Biorizon Biotech (Almería, España). En primer lugar, se realizó un *screening* con un total de 20 NADESs (constituidos principalmente por ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y azúcares) para la extracción de pigmentos y se utilizó como control tampón fosfato 0.01 M con 0.1 M NaCl (pH 7.0). Se seleccionó el solvente prolina:glicerol:sorbitol:agua (1:1:1:13) por ser el que mayor cantidad de ficobiliproteínas

extraño alcanzando con un total de  $1,25 \text{ g ficocianinas} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de biomasa seca. El efecto de dos variables independientes, que eran temperatura y tiempo de extracción, en la concentración de ficobiliproteínas se estudió llevando a cabo un estudio de superficie respuesta. El rango de temperaturas ensayado fue entre 20 y  $60^\circ\text{C}$  y un rango de tiempo entre 30 y 360 min. Los resultados experimentales se ajustaron a un modelo polinómico de segundo orden, y se utilizaron análisis de regresión múltiple y análisis de varianza para evaluar la idoneidad del modelo y las condiciones óptimas. La combinación óptima fue una temperatura de  $40,9^\circ\text{C}$  y un tiempo de 360 min, dando lugar a una concentración de ficobiliproteínas de  $3373,83 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  biomasa seca.

### Resultados y discusión

La concentración de ficobiliproteínas se modelizó mediante un diseño de superficie de respuesta. La respuesta del modelo, es decir, la concentración de ficobiliproteínas, se ajustó a una ecuación polinómica cuadrática (1):

$$\text{Ficobiliproteinas (mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}) = -874,68 + 188,17 \cdot T^a + 1,38 \cdot t + 0,0239 \cdot T^a \cdot t - 2,41 \cdot T^{a2} - 0,002067 \cdot t^2 \quad (1)$$

donde  $T^a$  es la temperatura y  $t$  el tiempo de extracción. Para obtener la mayor concentración de ficobiliproteínas, se predijo que la temperatura y el tiempo de extracción eran  $40,9^\circ\text{C}$  y 360 min, respectivamente. Para estas condiciones, la concentración de ficobiliproteínas predicha era de  $3373,83 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  biomasa seca. Tanto la temperatura como el tiempo tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento de la extracción. A mayor temperatura, mayor ha sido la extracción hasta llegar a una máximo a los  $60^\circ\text{C}$ , temperatura a la cuál las ficobiliproteínas se desnaturalizan y consecuentemente disminuye el contenido de ellas en el extracto. Por último, las condiciones óptimas se validaron frente a los resultados experimentales obteniéndose un valor de concentración de ficobiliproteínas de  $3427,1 \pm 409 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , que concuerda con el valor previsto. La recuperación de ficocianinas fue superior a la obtenida utilizando disolventes convencionales.

### Conclusiones

Este estudio ha demostrado que es posible la extracción de ficobiliproteínas utilizando solventes eutécticos, siendo la recuperación superior a la obtenida utilizando solventes extractores convencionales. Es posible optimizar de una forma sencilla las condiciones de extracción, tiempo y temperatura, para maximizar la concentración de ficobiliproteínas en el extracto siendo la temperatura el factor más influyente en este proceso.

### Bibliografía

Bakirtzi, C., Triantafyllidou, K., & Makris, D. P. (2016). Novel lactic acid-based natural deep eutectic solvents: Efficiency in the ultrasound-assisted extraction of antioxidant polyphenols from common native Greek medicinal plants. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3, 120–127. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.03.003>

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto CLEAN-AIR (TED2021-131511A-I00) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Tomás Lafarga agradece al Programa Ramón y Cajal (RYC2021-031061-I) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Los autores agradecen al Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Almería, financiado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación con fondos del Programa Operativo Fondos Europeos de Desarrollo Regional de Andalucía (FEDER) 2021-2027. Programa: Investigación Científica e Innovación 54.A



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CARACTERIZACIÓN DE LAS MICROALGAS *Tetrademus californicus*, *Scenedesmus almeriensis*, *Synechococcus elongatus* Y *Nostoc piscinale* MEDIANTE FOTORRESPIROMETRÍA**

**Javier Jesús Tripiana Martínez<sup>1</sup>, Silvia Villaró Cos<sup>2</sup>, Tomás Lafarga<sup>3</sup>, Cristina Cerdá Moreno<sup>4</sup>**

Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, España<sup>1,2,3,4</sup>, CIESOL Solar Energy Research Centre, España<sup>2,3,4</sup>, Universitat Politècnica de València, Departamento de Química, España<sup>4</sup>, [jtm346@inlumine.ual.es](mailto:jtm346@inlumine.ual.es), [svc547@ual.es](mailto:svc547@ual.es), [lpt365@ual.es](mailto:lpt365@ual.es), [ccm000@ual.es](mailto:ccm000@ual.es)

**Abstract**

The main objective of this work was to characterise the optimal growth conditions, namely medium, temperature and irradiation, of the microalgae *Tetrademus bajacalifornicus*, *Scenedesmus almeriensis* and the cyanobacteria *Synechococcus elongatus* and *Nostoc piscinale*, to select the most appropriate strains for CO<sub>2</sub> removal from indoor air. To achieve this goal, oxygen production rate was measured by photorespirometry to carry out photosynthesis–irradiance curves and a surface response methodology. The results revealed that the eukaryotic microalgae had lower nutrient requirements and could be produced in a more cost-effective medium. The optimal temperature and irradiation conditions were determined as 39.4 °C and 512.5 μmol photons·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> for *S. almeriensis* and 38.0 °C and 581.0 μmol photons·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> for *T. bajacalifornicus*, respectively. The results revealed that both strains have potential for industrial production as they are both robust and can cope with varied environmental conditions.

**Introducción**

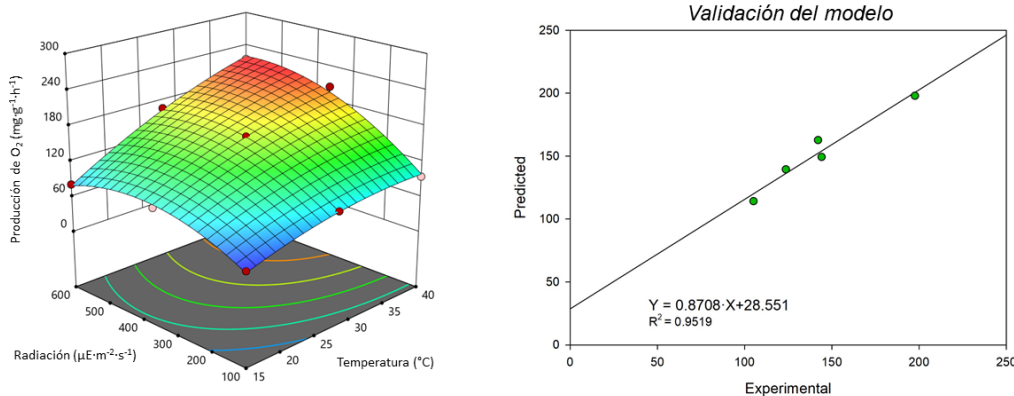
El CO<sub>2</sub> se acumula especialmente en núcleos urbanos y en el interior de los edificios. Recientemente, se ha propuesto el uso de los cultivos de microalgas como filtros biológicos de aire, obteniendo simultáneamente aire limpio y biomasa algal. El objetivo de este trabajo fue caracterizar distintas cepas con el fin de identificar su posible uso en el desarrollo de filtros biológicos de aire. Para ello, se seleccionaron cuatro cepas de microalgas y se optimizaron sus condiciones óptimas de crecimiento.

**Material y métodos**

Las microalgas seleccionadas que fueron caracterizadas son *Scenedesmus almeriensis*, *Tetrademus bajacalifornicus*, y las cianobacterias *Nostoc* sp. y *Synechococcus elongatus* y los medios de cultivos empleados fertilizantes y fertilizantes modificado. La optimización de las condiciones óptimas de crecimiento se realizó mediante fotorrespirometría (Sánchez-Zurano et al., 2020) y una metodología de superficie de respuesta (Villaró et al., 2022) utilizando DesignExpert v11, con temperatura e irradiancia como variables independientes y producción de oxígeno como variable dependiente.

**Resultados y discusión**

La productividad de biomasa de las cepas *T. bajacalifornicus*, *S. almeriensis*, *S. elongatus* y *N. piscinale* fue de de 0,07, 0,08, 0,02 y 0,01 g·L<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup>, respectivamente, con medio fertilizantes. La productividad de las dos cianobacterias aumentó hasta 0,05 g·L<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup> con el medio fertilizantes modificado. Solo se optimizó el cultivo de *T. bajacalifornicus* y *S. almeriensis* dada su mayor productividad. A continuación se muestra el modelado del crecimiento de *T. bajacalifornicus*.



**Figura 1.** Modelado de producción de O<sub>2</sub> en función de temperatura e irradiancia para *T. bajacalifornicus*.

Las condiciones óptimas identificadas para *T. bajacalifornicus* y *S. almeriensis* fueron 38,1 °C y 581 μmol photons·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> y 39,4 °C y 512 μmol photons·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>, respectivamente.

## Conclusiones

La composición del medio de cultivo tiene un efecto importante sobre la capacidad de crecimiento de las microalgas. Se identificó a *T. bajacalifornicus* y *S. almeriensis* como las microalgas con mayor potencial para su uso industrial como fijadoras de CO<sub>2</sub>. Ambas fueron capaces de crecer en un medio de cultivo económico a una tasa de crecimiento elevada. Además, demostraron ser cepas robustas. Por último, este trabajo demuestra que los modelos basados en estudios de superficie de respuesta combinados con la fotorrespirometría son una buena aproximación para identificar las condiciones óptimas de crecimiento.

## Bibliografía

Sánchez-Zurano, A., Gómez-Serrano, C., Ación-Fernández, F. G., Fernández-Sevilla, J. M., & Molina Grima, E. (2020). A novel photo-respirometry method to characterize consortia in microalgae-related wastewater treatment processes. *Algal Research*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101858>

Villaró, S., Morillas-España, A., Ación, G., & Lafarga, T. (2022). Optimisation of Operational Conditions during the Production of *Arthrospira platensis* Using Pilot-Scale Raceway Reactors, Protein Extraction, and Assessment of their Techno-Functional Properties. *Foods*, 11(15), 2341. <https://doi.org/10.3390/foods11152341>

**Agradecimientos** Este trabajo forma parte del proyecto CLEAN-AIR (TED2021-131511A-I00) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Tomás Lafarga agradece al Programa Ramón y Cajal (RYC2021-031061-I) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR y Cristina Cerdá Moreno agradece al Programa Margarita Salas. Los autores agradecen al Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Almería, financiado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación con fondos del Programa Operativo Fondos Europeos de Desarrollo Regional de Andalucía (FEDER) 2021-2027. Programa: Investigación Científica e Innovación 54.A



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTO DE LA REUTILIZACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE  
*Arthrospira platensis*: ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE MICROALGAS  
INVASORAS**

**Sandra Valero Cardoso<sup>1</sup>, Cristina Cerdá Moreno<sup>1</sup>, Francisco Gabriel Acién<sup>1</sup>, Silvia Villaró Cos<sup>1</sup>, Tomás Lafarga<sup>1</sup>**

Universidad de Almería, España, [svco39@inlumine.ual.es](mailto:svco39@inlumine.ual.es)<sup>1</sup>; [ccm000@ual.es](mailto:ccm000@ual.es)<sup>2</sup>, [facien@ual.es](mailto:facien@ual.es)<sup>3</sup>,  
[svc547@ual.es](mailto:svc547@ual.es)<sup>1</sup>; [lpt365@ual.es](mailto:lpt365@ual.es)<sup>5</sup>

### Abstract

The aim of this study was to observe the effect of reusing culture medium of the microalgae *Arthrospira platensis*. For this purpose, a 100 µm mesh was used for biomass harvesting and subsequent re-inoculation of the medium. Four treatments were tested, covering recirculation rates from 0 to 100%. Productivities were negatively affected the higher the recirculation rate. This was due to contamination by other microalgae of the genus *Chlorella*. Different strategies were proposed for its removal: pH raise by NaOH aggregation, addition of NaCl, temperature raise to 40°C and incorporation of a second filtration stage by a 1 µm pore size filter. The strategy that least affected the productivity of *A. platensis* was the incorporation of a second filtration stage. The biomass of this trial was characterised in detail.

### Introducción

Con referencia a la sostenibilidad, el elevado consumo de agua para la producción de microalgas hace que nos planteemos estrategias compensatorias como la reutilización de medio de cultivo. Esta estrategia, sin embargo, ha sido estudiada mayoritariamente a escala de laboratorio y pocos trabajos han evaluado su efecto a nivel industrial. En función de los estudios publicados hasta la fecha, los resultados son contradictorios y se ha visto que el reciclado del medio de cultivo puede ser incluso perjudicial. El efecto positivo o negativo depende principalmente del tipo de producto liberado por las microalgas en el medio o la acumulación de compuestos o microorganismos indeseados.

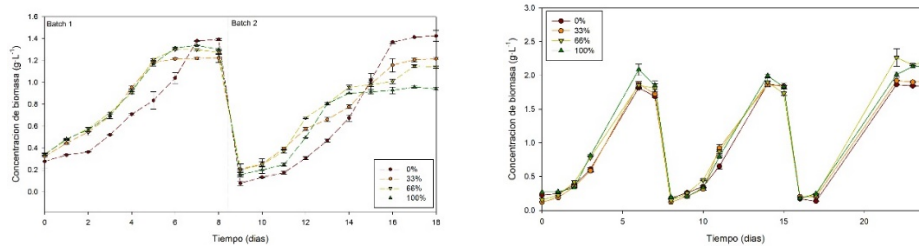
### Material y métodos

Se realizaron 5 ensayos en discontinuo, todos ellos en columnas de burbujeo de 300 mL de capacidad y en condiciones de luz y temperatura controladas. En el primero se probaron tasas de recirculación de 0 a 100%, cosechando la biomasa de *A. platensis* mediante una malla de 100 µm. A este medio filtrado se le añadieron nutrientes para simular las condiciones de partida y se volvió a reintroducir en los reactores. En los siguientes ensayos se inocularon de forma separada *A. platensis* y *Chlorella* sp. para probar los tratamientos con sal, pH y temperatura. El último ensayo fue exactamente igual al primero, con el añadido de una segunda etapa de filtración durante el cosechado con una malla de 1 µm. Se caracterizó la biomasa de este último ensayo, donde se observaron los efectos que pudo tener esta estrategia de control sobre el porcentaje en proteínas, clorofilas, carotenoides, y ficobiliproteínas. También se caracterizaron y compararon con mayor detalle los tratamientos control y aquel con medio completamente reciclado.

### Resultados y discusión



El primer ensayo reveló una acumulación de *Chlorella* sp. tras cada ciclo de cosechado, que no fue retenida por la malla. En los ensayos siguientes, se vio que *Chlorella* sp. fue capaz de resistir los tratamientos con pH, sal y temperatura, aunque su productividad fue menor en todos los casos. En el ensayo con dos etapas de filtración, la cantidad de proteína, clorofilas y ficocianinas se redujo a medida que aumentó el porcentaje de recirculación. El contenido en carotenoides aumentó en todos los casos. Cuando se compararon los tratamientos de 0 y 100% de medio recirculado, se experimentó un menor rendimiento fotosintético, y una mayor cantidad de bacterias en el medio de cultivo recirculado.



**Figura 1.** Efecto de la recirculación de medio sobre la concentración máxima de biomasa. Izquierda: filtración con 100 µm. Derecha: filtración con 100 y 1 µm.

## Conclusiones

La subida de pH mostró un descenso en la productividad de *Chlorella*. La filtración en dos etapas consiguió la eliminación completa de *Chlorella* sp., por lo que ambas estrategias se muestran potenciales como método de control de contaminantes a la hora de aplicar una recirculación de medio. La filtración de dos etapas indicó síntomas de estrés en *A. platensis*, por lo que la aplicación de este método de forma indefinida podría afectar a la calidad de la biomasa.

## Bibliografía

- Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J. M., González-López, C., & Ación-Fernández, F. G. (2020). Spirulina for the food and functional food industries. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 137, 109356. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109356>
- Yu, J., Hu, H., Wu, X., Wang, C., Zhou, T., Liu, Y., Ruan, R., & Zheng, H. (2019). Continuous cultivation of *Arthrospira platensis* for phycocyanin production in large-scale outdoor raceway ponds using microfiltered culture medium. *Bioresource technology*, 287, 121420. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121420>
- Villaró, S., Ación, G., González-López, C. V., Clagnan, E., & Lafarga, T. (2023). Production of *Arthrospira platensis* BEA 005B: Biomass characterisation and use as a colouring additive in macarons. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 182, 114843. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114843>

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto CLEAN-AIR (TED2021-131511A-I00) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Tomás Lafarga agradece al Programa Ramón y Cajal (RYC2021-031061-I) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR y Cristina Cerdá Moreno agradece al Programa Margarita Salas. Los autores agradecen al Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Almería, financiado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación con fondos del Programa Operativo Fondos Europeos de Desarrollo Regional de Andalucía (FEDER) 2021-2027. Programa: Investigación Científica e Innovación 54.A





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE BAGAZO DE UVA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL  
EN PIENSOS ACUÍCOLAS**

**Francisca Purificación Martínez Antequera<sup>1,2\*</sup>, Paula Simó-Mirabet<sup>2</sup>, Verónica de las Heras Rodríguez<sup>3</sup>,  
Marta Román<sup>3</sup>, Juan Miguel Mancera<sup>2</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>2</sup>, Francisco Javier Moyano López<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Biología y Geología, Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería, 04120, Almería, España, fma996@ual.es; <sup>2</sup>Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), 11510, Puerto Real, Cádiz, España; <sup>3</sup>Servicio Central de Investigación en Cultivos Marinos (SCI-CM), CEI·MAR - Universidad de Cádiz, 11510, Puerto Real, Cádiz, España

**Abstract**

The search for bioactive compounds obtained from natural sources with beneficial effects on growth and health is a growing trend in aquaculture. Wine by-products are an excellent source of these compounds, mostly phenolics, with proven antioxidant and immunostimulant activities in vertebrates. The present study evaluated the effects of the inclusion in the diet of a small amount (4 g/kg) of grape bagasse on the physiological status of juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax*). The results showed a significant positive effect on different indicators of the oxidative status, as well as on the quality of the fillet after a storage period. This suggests a protective effect mediated by its content of phenolic compounds and suggests an interesting application as a functional ingredient in aquaculture feed.

**Introducción**

Actualmente, gran parte de la acuicultura se basa en el uso de sistemas intensivos caracterizados por aumentar los agentes de estrés ambiental, reducir la calidad del agua y facilitar la aparición de patologías en los individuos (Segner *et al.*, 2012; Sneddon *et al.*, 2016). Teniendo esto en cuenta, se está prestando cada vez más atención a la inclusión en los piensos acuícolas de ingredientes con actividad biológica que puedan beneficiar la salud y la resistencia de los peces frente a los efectos adversos antes mencionados. En este contexto, cabe destacar el potencial interés de subproductos de vinificación como el bagazo de uva, el cual ha sido tradicionalmente utilizado en alimentación de animales terrestres, pero cuya posible aplicación en acuicultura está aún por desarrollar (Galanakis & Schieber, 2014). Además, en la situación actual resulta incuestionable considerar los principios de la economía circular en cualquier proceso productivo relacionado con la agroalimentación, y por tanto la integración de los subproductos o coproductos generados por la industria en alguna/s fase/s de la producción de los mismos u otros alimentos. Considerando todo lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los beneficios potenciales de incluir bagazo de uva como ingrediente funcional en piensos acuícolas para juveniles de lubina (*Dicentrarchus labrax*).

**Material y métodos**

En este estudio se formularon 2 piensos experimentales para lubina (*D. labrax*), basados en una dieta control (C) y una dieta suplementada con un 0,4 % de bagazo de uva (GP). El modelo experimental se llevó a cabo en los Servicios Centrales de Experimentación Animal (SCI-CM) de la Universidad de Cádiz, y cada pienso se suministró por triplicado a grupos de 20 ejemplares de lubina de aproximadamente 46 g durante un ensayo de 5 semanas, siendo los peces alimentados *ad libitum* en cuatro tomas diarias. Al final del experimento, cinco peces por tanque fueron anestesiados con una dosis letal de 2-fenoxietanol, de los que se obtuvieron muestras de plasma sanguíneo, hígado y músculo para

determinar diferentes parámetros metabólicos (niveles de glucosa, lactato, triacilglicéridos, colesterol, glucógeno y proteína) y estado oxidativo (cuantificación de enzimas antioxidantes como catalasa, superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa), así como la oxidación de la grasa del filete durante un periodo de conservación de una semana.

### Resultados y discusión

En relación con los resultados obtenidos en los parámetros bioquímicos, sólo cabe señalar los niveles significativamente menores de cortisol medidos en el grupo alimentado con GP con respecto al control. Por otro lado, se evidenciaron diferencias en el estado oxidativo, dado que la actividad superóxido dismutasa (SOD) aumentó significativamente en los peces alimentados con GP, mientras que la actividad glutatión peroxidasa (GPx) se redujo significativamente (Tabla 1). Tales resultados sugieren un mejor estado general de los peces alimentados con GP, dado que una mayor actividad de las enzimas antioxidantes SOD resultaría en un mejor estado general de salud de la especie. Además, los niveles bajos de GPx suelen estar asociados a niveles más bajos de estrés oxidativo, corroborando el mejor estado fisiológico de los animales alimentados con la dieta suplementada con bagazo de uva.

	Control	GP
U SOD/ mg PS	6,80 ± 0,34 <sup>a</sup>	7,66 ± 1,10 <sup>b</sup>
U CAT/mg PS	107,88 ± 17,77	99,52 ± 33,39
U GPx /mg PS	6,19 ± 2,10 <sup>a</sup>	4,56 ± 1,43 <sup>b</sup>
picomol MDA/mg PS	344,42 ± 145,14	368,50 ± 163,24

**Tabla 1.** Estado oxidativo medido en hígados de los peces alimentados con las diferentes dietas experimentales (C: control; GP: 0,4% bagazo de uva). Los valores se presentan como media ± DE. Diferentes letras muestran diferencias estadísticamente significativas con  $p < 0,05$ . U: unidades; SOD: superóxido dismutasa; CAT: catalasa; GPx: glutatión peroxidasa; MDA: malondialdehído; PS: proteína soluble.

Por otra parte, se evidenció una reducción significativa en la oxidación de los filetes conservados durante una semana en el grupo alimentado con el pienso que incluía bagazo de uva. Esto sugiere que algunos de los compuestos presentes en el mismo son asimilados eficientemente y pueden ejercer un efecto protector frente a la oxidación tisular, favoreciendo así la conservación y manteniendo una mayor calidad nutricional del filete, al menos durante un periodo de siete días.

### Conclusiones

La inclusión de GP como aditivo funcional en piensos para *D. labrax* genera diferentes efectos positivos: mejora el estado oxidativo y la calidad del filete tras un periodo de almacenamiento.

### Bibliografía

- Galanakis, C. M., & Schieber, A. (2014). Recovery and utilization of valuable compounds from food processing by-products. *Food Research International*, 65.
- Segner, H., Sundh, H., Buchmann, K., Douxfils, J., Sundell, K. S., Mathieu, C., & Vaughan, L. (2012). Health of farmed fish: its relation to fish welfare and its utility as welfare indicator. *Fish physiology and biochemistry*, 38, 85-105.
- Sneddon, L., Wolfenden, D., Thomson, J. (2016). Stress management and welfare, in: Schreck, C.B., Tort, L., Farrell, A.P., Brauner, C.J. (Eds.). *Fish Physiology: Biology of Stress in Fish*. Elsevier, pp. 463-539.

**Agradecimientos** Proyecto financiado por la Junta de Andalucía dentro de la Convocatoria de Proyectos Reto 2020 (P20-00923). “Uso potencial de bagazos de vino y cerveza como ingredientes funcionales y nutricionales en alimentación para acuicultura (UBAGALAC)”.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CRECIMIENTO DE *Mugil cephalus* CON DIETAS DE DIFERENTES NIVELES DE SUSTITUCIÓN DE HARINA DE PESCADO EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN**

**Rubén Olivares-Perona<sup>1</sup>, María Consolación Milián-Sorribes<sup>2</sup>, Ignacio Jauralde García<sup>3</sup>, Miguel Jover Cerda<sup>4</sup>, David Sánchez Peñaranda<sup>5</sup>, Andrés Vicente Monino López<sup>6</sup>, Ana Tomás Vidal<sup>7</sup>, Silvia Martínez-Llorens<sup>8</sup>**

Universitat politècnica de Valencia (UPV), España, roliper@upvnet.upv.net<sup>1</sup>, mamisor@gmail.com<sup>2</sup>, igjaugar@etsia.upv.es<sup>3</sup>, mjover@dca.upv.es<sup>4</sup>, dasncpea@upvnet.upv.es<sup>5</sup>, amonino@dca.upv.es<sup>6</sup>, atomasv@dca.upv.es<sup>7</sup>, silmarll@dca.upv.es<sup>8</sup>

### Abstract

Performance of fed *Mugil cephalus* with different fish meal levels in diets are shown in the present work. Four diets, with 15, 10, 5 and 0% of fish meal were formulated and fish were fed for 4 months in a recirculation aquaculture system. At the end of experiment, fish fed with the 0% of fish meal diet obtained the worst growth results, but no differences were observed in the fish survival. Findings of present trial proved that *M. cephalus* performance became worse when fish meal is not including in the diet.

### Introducción

El aumento del consumo de pescado en la actualidad está llevando a la necesidad de buscar nuevas especies para la acuicultura que sean más sostenibles tanto desde el punto de vista ambiental como económico, y producir especies de bajo nivel trófico con menor dependencia de las harinas y aceites de pescado para su alimentación. El *Mugil cephalus* es una especie con elevado potencial para su producción en acuicultura debido a su adaptación a diferentes sistemas y ambientes, y su alimentación omnívora, siendo posible la formulación de dietas con bajos niveles de harina de pescado. Es por ello, que el objetivo del presente experimento fue evaluar el crecimiento de ejemplares de *Mugil cephalus* alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de pescado en piensos.

### Material y métodos

El experimento se realizó entre los meses de septiembre y diciembre en el laboratorio de la Universitat Politècnica de Valencia (UPV). Los peces (9,14 g de peso medio inicial) fueron distribuidos en 12 tanques de 600l dentro de un sistema de recirculación. Durante 4 meses se probaron por triplicado 4 piensos diferentes (HP15, HP10, HP5, HP0), en los cuales la inclusión de harina de pescado fue de 15%, 10%, 5% y 0% respectivamente. Los piensos fueron fabricados por cocción extrusión en la fábrica de piensos de la UPV. La alimentación de los peces se realizó a saciedad, tres veces al día. Se realizaron muestreos mensuales para analizar el crecimiento de los peces y la supervivencia.

### Resultados y discusión

Los resultados muestran que, aun siendo bajo el crecimiento durante el experimento, aquellos peces alimentados con el pienso HP0 mostraron un incremento de peso menor, pero una supervivencia similar al resto de tratamientos (Tabla 1). El pequeño tamaño de los peces al inicio de la prueba, puede explicar los resultados obtenidos en el estudio, pues durante su fase juvenil muestran hábitos de alimentación más carnívoros (El-Tawil et al., 2014) y, por lo tanto, los piensos con más harina de pescado obtuvieron mejores resultados. En trabajos realizados por otros autores con la misma especie

y tamaño, obtuvieron crecimientos ligeramente superiores, pero con un nivel proteico superior (40% de proteína bruta y un 30 % de harina de pescado) (El-Gendy *et al.*, 2016). Sin embargo, con *Mugil cephalus* de tamaño mayor, el crecimiento fue mejor con piensos menos proteicos (Yones, 2005). Sin considerar el tratamiento, en general los crecimientos fueron más lentos cuando si se comparan con las principales especies carnívoras producidas actualmente, como la dorada o la lubina (Martínez-Llorens *et al.*, 2007).

	HP 15		HP 10		HP 5		HP 0	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE	Media	EE
<b>Peso inicial (g)</b>	8,15	1,46	10,01	1,76	8,41	1,46	10,02	1,38
<b>% Ganancia de peso</b>	172,59 <sup>a</sup>	33,55	135,26 <sup>b</sup>	22,68	163,38 <sup>ba</sup>	39,07	98,16 <sup>c</sup>	4,76
<b>Supervivencia (%)</b>	95,35	3,55	91,89	6,95	93,20	4,26	94,62	3,29

Los valores representan la media  $\pm$  error estándar (n = 3). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p < 0.05$ . Test de Newman-Keuls.

**Tabla 1.** Supervivencia e índices de crecimiento de *Mugil cephalus* alimentados con los cuatro piensos experimentales.

## Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

- Es necesario optimizar los niveles nutritivos de los piensos en función de la etapa de *Mugil cephalus* para optimizar el crecimiento a escala comercial.
- A menor tamaño de *Mugil cephalus* será necesario un aporte mayor de proteína y harina de pescado para un crecimiento más rápido debido a sus hábitos carnívoros durante esta fase.

## Bibliografía

- El-Gendy, M., Shehab El-Din, M., & Tolan, A. (2016). Studies on growth performance and health status when substituting fish meal by a mixture of oil seeds meal in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and grey mullet (*Mugil cephalus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 20(1), 47-58.
- El-Tawil, N., Amer, T., & Hassan, A. (2014). Effect of cysteine and dietary protein levels on striped mullet (*Mugil cephalus*) performance. *Global Journal of Fisheries and Aquaculture*, 2(2), 139-147.
- Martínez-Llorens, S., Moñino, A. V., Vidal, A. T., Salvador, V. J. M., Pla Torres, M., & Jover Cerdá, M. (2007). Soybean meal as a protein source in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) diets: Effects on growth and nutrient utilization. *Aquaculture Research*, 38(1), 82–90.
- Yones, A. (2005). Partial and complete replacement of fish meal with soybean meal in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and mullet (*Mugil cephalus*) reared in polyculture system. *The Egyptian Society of Experimental Biology*, 1, 51-55.

## Agradecimientos

Proyecto: “Producción de Llisa (*Mugil cephalus*): Apuesta por una Acuicultura sostenible en la Comunitat Valenciana (AICO/2021/198)” financiado por la GENERALITAT VALENCIANA”. Proyecto Phytofloc: Efecto de las poblaciones bacterianas y microalgas en el crecimiento y salud de las especies producidas en Bft, y evaluación del potencial reciclaje de los residuos de biofloc (TED2021-129272B-C21).



## I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

### IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN TOTAL DEL ACEITE DE PESCADO EN LA COMPOSICIÓN, LA CALIDAD Y LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL FILETE DE SERIOLA MEDITERRÁNEA (*Seriola dumerili*)

Tatiana Cascales Martos<sup>1</sup>, Cristina Marín Lora<sup>2</sup>, Silvia Martínez-Llorens<sup>3</sup>, Ana Tomás Vidal<sup>4</sup>, Isabel Fernández Segovia<sup>5</sup>, Ana Fuentes López<sup>6</sup>

Universitat Politècnica de València, España, tatianaaquaculture@gmail.com<sup>1</sup>, cmarlo@alumni.upv.es<sup>2</sup>, silmarll@dca.upv.es<sup>3</sup>, atomasv@dca.upv.es<sup>4</sup>, isferse1@tal.upv.es<sup>5</sup>, anfuero@upvnet.upv.es<sup>6</sup>

### Abstract

A study was conducted to assess the impact of complete replacement of fish oil with vegetable oils in diets on the Mediterranean yellowtail fillet. The fish were fed two diets, FO100, containing 100% fish oil, and FO0, containing a blend of vegetable oils (linseed, sunflower, and palm) as fish oil replacement. The fillet proximate composition, as well as the fatty acids profile and free amino acids were analyzed. Quality was determined through analysis of physicochemical and microbiological parameters. Additionally, sensory characteristics were evaluated using a triangular test. In conclusion, fish oil substitution affected the taste and juiciness of the fillet, possibly due to differences in the profile of fatty acids and free amino acids. The remaining parameters were not affected.

### Introducción

Debido a su alto valor en el mercado y a su rápido crecimiento, la seriola mediterránea (*Seriola dumerili*) ha ido tomando relevancia en el mercado (Nijssen et al., 2019). Al ser una especie carnívora, la harina y el aceite de pescado (AP) son los principales componentes de los piensos. En la actualidad, las formulaciones se inclinan por ingredientes más sostenibles ambientalmente y económicamente (Cottrell et al 2020). Los aceites vegetales (AV) están en línea con esta sostenibilidad; sin embargo, usarlos como única fuente de lípidos está limitado por la baja capacidad de estas especies de bioconversión de ácidos grasos (AG) n-6 y n-3 en AG esenciales como el araquidónico (ARA), el eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA) (Oliva-Teles et al., 2022). Además, los lípidos tienen una influencia notable en la calidad del filete de pescado, afectando la textura, el sabor, el aroma, el color y la vida útil del producto (Prado-Toledo, 2022). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la sustitución total del AP en piensos sobre la composición y la calidad físico-química, microbiológica y sensorial del filete de seriola mediterránea.

### Material y métodos

El experimento se llevó a cabo en tanques de 4000 L dentro de un RAS marino en el laboratorio de Acuicultura de la Universitat Politècnica de València. Los animales se distribuyeron en grupos de 10 peces por tanque (con un peso medio de 500 g). Se formularon dos dietas, FO100, en la cual la grasa procedía en un 100% de AP y FO0, en la cual el AP fue sustituido por una mezcla de AV (linaza, girasol y palma). Se alimentaron dos veces al día durante 109 días hasta que todos los grupos alcanzaron un peso medio aproximado de 1150 g. Las seriolas fueron sacrificadas, evisceradas y fileteadas, obteniendo 2 filetes por cada pescado. Se analizó la composición proximal de las dietas y del filete. El análisis de aminoácidos libres se llevó a cabo por cromatografía de líquidos (HPLC). El perfil de AG muscular se extrajo y se analizó por cromatografía de gases. Para el estudio de calidad, se determinó

el pH, contenido de nitrógeno básico volátil total (N-BVT), índice de ácido tiobarbitúrico (TBA), compuestos de degradación del ATP y textura. Los compuestos relacionados con ATP, se analizaron por HPLC. El análisis del perfil de textura se realizó utilizando un texturómetro. Las bacterias mesófilas y enterobacterias por conteo de colonias a 30° Celsius. Para el análisis sensorial se realizó una prueba triangular según la normativa UNE-EN ISO 4120/2004. Se realizó un ANOVA simple para comprobar las diferencias significativas entre ambas dietas con RStudio (2023.06.0+421).

### Resultados y discusión

La composición del filete no mostró diferencias significativas entre las FO100 y FO0 (humedad (73,6 y 74,2 g/100g), proteína bruta (19,9 y 18,3 g/100g), grasa bruta (4,6 y 4,2 g/100g), cenizas (1,84 y 2,00 g/100g) respectivamente. Entre el contenido total de los AG, para los AG monoinsaturados cabe destacar una mayor cantidad de C18:1n-7 (4,21 y 3,26 %) y C20:1n-9 (1,91 y 0,74 %) en el músculo rojo para los filetes AP en comparación con los de AV y de C18:1n-9 en menor cantidad en el blanco (31,12 y 27,55%), así como una disminución del contenido en C16:1n-9 (3,78 y 2,36%) y C20:1n-9 (1,76 y 0,76 %). La sustitución con AV respecto a AP disminuyó el contenido de EPA (3,22 y 2,14; 3,41 y 2,26%), C22:5 n-3 (2,12 y 1,29 ;1,71 y 1,05 %) y DHA (14,00 y 7,47; 11,6 y 6,38 %) se vio disminuido mientras que los de ALA (2,12 y 1,71; 1,71 y 1,05 %) aumentaron en la dieta de AV frente AP en el músculo rojo y en el blanco respectivamente. El perfil de aminoácidos libres solo presenta diferencias significativas en la cistina (13,78 y 12,37 mg/100g) y la glutamina (1,84 y 0,56 mg/100g), siendo mayores los valores de los filetes FO100. Los valores de pH y textura no presentaron diferencias entre las dietas, tampoco los metabolitos de degradación del ATP, el N-BVT y el índice de TBA, así como el crecimiento microbiano. En el análisis sensorial se obtuvieron 54 respuestas acertadas de las 120 pruebas realizadas, por lo que se puede concluir con un 99% de posibilidades de que hay diferencias significativas entre los filetes de diferentes dietas. Los catadores que encontraron diferencias sugieren que el filete de FO100 tenía más sabor y presentaba una mayor jugosidad. Pocos catadores observaron diferencias en otras propiedades organolépticas como el aroma o la apariencia.

### Conclusiones

Este estudio ha evidenciado que, aunque la sustitución completa del AP en el pienso de *S. dumerili* no afecta a la composición proximal, ni a la calidad del filete, sí tiene un efecto notable en el perfil de AG, y en los aminoácidos cistina y glutamina, lo que puede afectar a las características organolépticas del producto final, así como a la calidad nutricional del mismo. Esto hace que se vea afectado el sabor, un sabor más suave y menos jugoso en el pescado alimentado con AV.

### Bibliografía

- Cottrell, R. S., Blanchard, J. L., Halpern, B. S., Metian, M., & Froehlich, H. E. (2020). Global adoption of novel aquaculture feeds could substantially reduce forage fish demand by 2030. *Nature Food*, 1(5), 301-308.
- Nijssen, E. J., Reinders, M. J., Krystallis, A., & Tacke, G. (2019). Developing an internationalization strategy using diffusion modeling: the case of greater amberjack. *Fishes*, 4(1), 12.
- Oliva-Teles, A., Enes, P., Couto, A., & Peres, H. (2022). Replacing fish meal and fish oil in industrial fish feeds. *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*, 231-268.
- Prado-Toledo, I. Y., Ramos-Santoyo, K. N., Guzmán-Robles, M. L., & Cortés-Sánchez, A. D. J. (2022). Analysis of the Degree of Quality of Fish Fillet in Refrigeration. *Open Journal of Applied Sciences*, 12(5), 744-756.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUACIÓN DE LA PLASTICIDAD INTESTINAL EN PECES MARINOS ALIMENTADOS CON DIETAS VEGETALIZADAS. EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y PARÁMETROS METABÓLICOS**

**Mónica Sánchez-Pastor Bravo<sup>1</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>1</sup>, Miguel Torres<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz (UCA), España, [monica.sanchezpastorbravo@alum.uca.es](mailto:monica.sanchezpastorbravo@alum.uca.es), [juanantonio.sitcha@uca.es](mailto:juanantonio.sitcha@uca.es). <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España, [mitorrod@upv.edu.es](mailto:mitorrod@upv.edu.es)

**Abstract**

There is a constant need to find new alternatives against the dependence that aquaculture has on fisheries. This study replaces a 75% of the protein from fish meal (FM) by plant protein (PP) in diets for gilthead sea bream to evaluate its effects on growth performance and metabolism and its ulterior change to a FM-based diet. To do that, fish were fed 90 days with a PP-based diet, and after that some of the fish came back to a FM-based diet during a new period of 21 days showing a significant and positive effect associated with a compensatory mechanism produced by better intestinal absorption processes.

**Introducción**

En consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la nutrición acuícola está avanzando hacia un futuro más sostenible reduciendo la dependencia de insumos pesqueros extractivos en beneficio de las fuentes vegetales. En base a ello, suscita gran interés la evaluación de los efectos bioquímicos y fisiológicos que la inclusión en piensos acuícolas de ingredientes vegetales puede producir en peces marinos carnívoros, como es el caso de la dorada (*Sparus aurata*). En base a esto, el objetivo del presente ensayo es analizar el efecto a nivel metabólico y fisiológico en doradas alimentadas a medio-largo plazo (90 días) con dietas ricas en ingredientes vegetales, así como el posible aprovechamiento del aumento de la superficie de absorción intestinal registrada para mejorar la eficiencia de alimentación de una dieta control rica en harinas y aceites de pescado, suministrada a posteriori, en términos de bienestar y rendimiento productivo.

**Material y métodos**

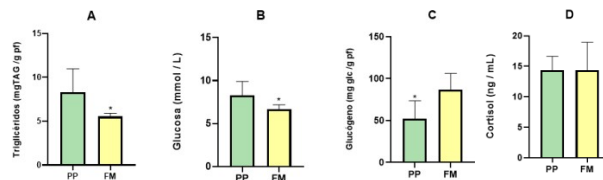
Un total de 180 ejemplares de *S. aurata* fueron cultivados durante 90 días en 6 tanques de 400L de capacidad (30 peces/tanque) y alimentadas con un pienso con un 75% de sustitución de harinas y aceites de pescado por proteínas de origen vegetal (PP). Tras este primer periodo se procedió a un desdoble en el que los ejemplares continuaron alimentándose durante 21 días más (111 días en total) con i) la misma dieta vegetal (Plant Protein, PP) y ii) un pienso comercial rico en aceites y harinas de pescado (Fish Meal, FM). Así, con el objetivo de analizar su rendimiento productivo se recogieron datos biométricos de los peces al inicio (90d) y al final del ensayo (111d). Además, se extrajeron muestras de plasma e hígado para analizar los niveles de triglicéridos, colesterol, proteínas, lactato, glucosa y cortisol en plasma, así como triglicéridos, lactato, glucosa y glucógeno en hígado. Los datos se analizaron estadísticamente con el programa GraphPad Prism 8.0.2.263, de forma que se comprobó



la normalidad y homocedasticidad de los datos, así como la existencia de diferencias significativas con la prueba paramétrica t-Student ( $P \leq 0,05$ ).

**Resultados y discusión**

Los resultados referentes a los índices biométricos y la cuantificación de metabolitos se muestran en las Figuras 1 y 2, respectivamente. Tras analizar los resultados se puede afirmar que las doradas que han sido alimentadas con la dieta PP han desarrollado un intestino de mayor longitud que les ha permitido, presumiblemente, aprovechar al máximo los nutrientes incluyendo aquellos peces que han sido alimentados con la dieta FM ( $110,2 \pm 4,4\%$ ), obteniendo, en consecuencia, unos niveles de ganancia en peso (%) y tasa de crecimiento de hasta tres veces mayores que la doradas que mantuvieron la dieta PP, asociado a una mayor eficiencia de alimentación (FE) (Tabla 2). Además, no se han observado diferencias en los niveles de cortisol, hormona indicadora de estrés, entre ambos grupos experimentales (Figura 1 D). Con respecto a los metabolitos, se observó una orquestación relativa a triglicéridos y glucosa plasmáticos, y al glucógeno hepático (Figura 1 A, B, C).



**Figura 1.** Concentración de metabolitos en plasma (triglicéridos, A; glucosa, B) e hígado (glucógeno, C), y cortisol plasmático (D) en ejemplares de dorada alimentadas con las dietas PP y FM que presentan diferencias significativas en plasma e hígado de doradas alimentadas con PP y FP.

ILI1		Peso ganado (%)	SGR2	FE3
PP90d + PP21d	150,4±1,1a	8,32±0,28a	0,38±0,02a	0,46±0,03a
PP90d + FM21d	134,8±0,5b	25,78±0,86b	1,09±0,03b	0,96±0,02b

**Tabla 2.** Índices zootécnicos y somáticos de doradas alimentadas con PP y FM. Los datos corresponden a la media ± error estándar de los valores obtenidos (n=12). Diferentes letras sobrescritas (a, b) denotan diferencias significativas entre grupos experimentales (t-student,  $P \leq 0,05$ ). <sup>1</sup>Índice de longitud del intestino; <sup>2</sup>Specific growth rate; <sup>3</sup>Feed Efficiency.

**Conclusiones**

Nuestros resultados muestran que un período de alimentación con la dieta PP podría ejercer un efecto positivo sobre la fisiología digestiva y crecimiento de las doradas, optimizando la digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes contenidos en una dieta FM suministrada *a posteriori*, pudiendo mejorar el diseño de estrategias alimentarias destinadas al cultivo de teleósteos marinos al reducir el balance global de la cantidad de aceite y harina de pescado destinada a su alimentación, y, por consiguiente, contribuyendo hacia una producción acuícola más sostenible.

**Agradecimientos** Miguel Torres agradece a las Ayudas Margarita Salas (Universidad Politécnica de Valencia), del Ministerio de Universidades de España, para la formación de Jóvenes Doctores con fondos NextgenerationEU.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE PESCADO POR OTRAS FUENTES  
PROTEICAS ECOLÓGICAS EN EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN PATIBLANCO  
(*Litopenaeus vannamei*)**

**Yosu Candela Maldonado, Imane Megder, Ana Tomás Vidal, Ignacio Jauralde García, Silvia Martínez-Llorens**

Universitat Politècnica de Valencia (UPV), España, [yocanmal@etsiamn.upv.net](mailto:yocanmal@etsiamn.upv.net),  
[imen.medger@gmail.com](mailto:imen.medger@gmail.com), [atomasv@dca.upv.es](mailto:atomasv@dca.upv.es), [igjaugar@etsia.upv.es](mailto:igjaugar@etsia.upv.es), [silmarll@dca.upv.es](mailto:silmarll@dca.upv.es)

### Abstract

In the present study, 5 diets were formulated, to feed *L. vannamei*, with organic raw materials (vegetal mixture, viscera Iberian pig, rainbow trout sub products, organic insect and a control diet with 30% fish meal), as an alternative to conventional fishmeal, studying its effects on growth and shrimp survival. No significant differences were found between the different treatments in terms of growth and neither in terms of survival. In summary, this study demonstrated that it is possible replace fishmeal with ecological alternative ingredients in shrimp diets without impairing its growth.

### Introducción

La acuicultura ecológica es aquella producción acuática que se hace respetando los códigos de certificación que garanticen un sistema de producción respetuoso con el medio ambiente y el bienestar animal en general y la sostenibilidad de las pesquerías en particular (Reglamento CE834/2007). De acuerdo con este contexto, el objetivo de este estudio es reemplazar con ingredientes completamente ecológicos, el uso de harina de pescado en la alimentación del *Litopenaeus vannamei* para una acuicultura ecológica y sostenible. Esto se llevó a cabo evaluando las diferentes fuentes de proteína en la sustitución de harina de pescado y estudiando sus efectos sobre el crecimiento.

### Material y métodos

Cinco piensos experimentales fueron formulados y fabricados con distintas materias primas de origen ecológico, sustituyendo la harina de pescado. Dichas fuentes ecológicas fueron: una mezcla de harinas vegetales, harina de subproductos de trucha ecológica, harina de vísceras de cerdo ibérico y harina de insecto (VEGETAL, TRUCHA, IBÉRICO, INSECTO). También se utilizó un pienso control cuya fuente proteica principal fue la harina de pescado (CONTROL con un 30% de harina de pescado). El experimento tuvo lugar dentro de las instalaciones del laboratorio de acuicultura de la Universitat Politècnica de Valencia, se colocaron 15 camarones en cada uno de los 30 tanques experimentales dentro de un sistema RAS. La duración del experimento fue de 88 días.

### Resultados y discusión

En la figura 1 se puede observar el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* alimentado con las distintas dietas experimentales. Tal y como se observa en la tabla 1, no se encontraron diferencias significativas

entre los tratamientos en términos de incremento de peso relativo ni de supervivencia. Las dietas de IBÉRICO y la de TRUCHA fueron las que alcanzaron un mayor peso final, sin diferencias significativas (21,2 y 21,6 gramos, respectivamente). Mientras que las dietas de IBÉRICO e INSECTO obtuvieron los valores más altos en cuanto a nivel de supervivencia, de nuevo sin diferencias significativas con el resto.

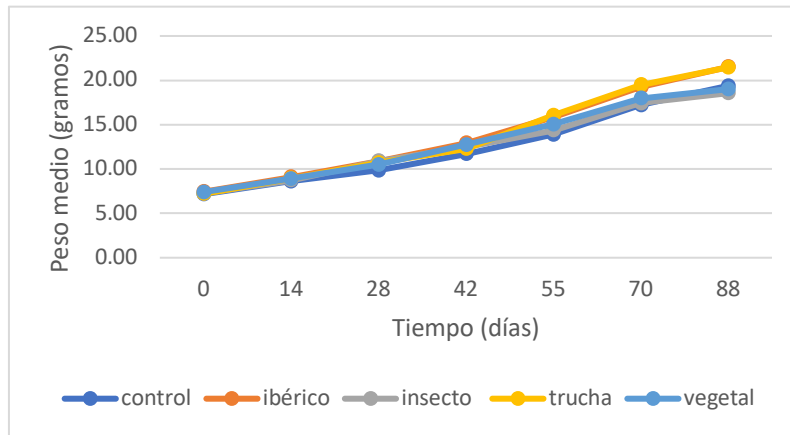


Figura 2. Evolución del peso medio de los camarones alimentados con los piensos experimentales durante 88 días.

Piensos	Control	Ibérico	Insecto	Trucha	Vegetal	EEM
Peso inicial (g)	1,16	1,12	1,13	1,15	1,13	0,01
$\Delta$ Peso (g/100g)	1589,6	1792,8	1546	1778,2	1563,7	108,31
Supervivencia (%)	71,6	81,5	75,5	67,4	61,9	6,71
TAD (g/100 g pez día)	4,44	4,63	5,15	4,34	4,76	0,28

Tabla 1. Crecimiento y parámetros nutritivos de los camarones alimentados con los distintos piensos experimentales.

### Conclusiones

Alimentar al camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con ingredientes proteicos ecológicos puede eliminar el uso de harina de pescado sin efectos adversos en el crecimiento y la supervivencia. La harina de subproductos de eviscerado de trucha ecológica, así como la harina de vísceras de cerdo ibérico resultan especialmente prometedoras en términos de crecimiento y dado su origen animal. Sin embargo, no presentan diferencias significativas entre ellas.

### Bibliografía

Reglamento (CE) no 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) no 2092/91. (2007).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**POSTBIÓTICOS EN LA ALIMENTACIÓN DE JUVENILES DE DORADA (*Sparus aurata*):  
EFECTOS EN EL CRECIMIENTO, METABOLISMO INTERMEDIARIO Y FRENTE A UN  
ESTRÉS INFLAMATORIO**

Luis Molina-Roque<sup>1</sup>, Jorge García-Márquez<sup>2</sup>, Miguel Ángel Morinigo<sup>2</sup>, Mari Carmen Balebona<sup>2</sup>, Francisco Javier Alarcón<sup>3</sup>, Verónica de las Heras<sup>4</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>1</sup>, Paula Simó-Mirabet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Universidad de Cádiz, España, luis.molina@uca.es, juanantonio.sitcha@uca.es, paula.simo@uca.es; <sup>2</sup>Departamento de Microbiología, Universidad de Málaga, España, j.garcia@uma.es, morinigo@uma.es, balebona@uma.es; <sup>3</sup>Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería, España, falarcon@ual.es; <sup>4</sup>SCI-CM, Universidad de Cádiz, España, veronica.delasheras@uca.es<sup>6</sup>

**Abstract**

The aim of this work was to evaluate the effects of postbiotics in a diet supplemented with microalgae on growth performance, intermediary metabolism, and welfare in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. Three experimental diets were tested: i) standard formulation (CTRL); ii) 5% microalgae supplemented diet (MA) and iii) MA diet with a postbiotic-loaded nanoparticles (E10-M). After 56 days, different growth indices, plasma and liver parameters were evaluated. In addition, after the feeding period, the three groups were challenged to an intestinal inflammation by intraperitoneal injection of Incomplete Freund's Adjuvant (IFA), using a saline injection as a control. Three days post-injection, fish were sampled to evaluate the same parameters as in the previous sampling. In terms of growth and intermediary metabolism, no detrimental effects of either the microalgae or the postbiotic were observed. However, after the acute challenge, a reduction of cortisol levels was observed in fish fed supplemented diets, so the inclusion of postbiotics could be beneficial for fish when faced with this kind of situation.

**Introducción**

Como alternativa a las fuentes de proteínas y lípidos tradicionales, las algas y, en concreto las microalgas, se postulan como un ingrediente prometedor. Sin embargo, contienen compuestos de difícil digestión, que actúan como antinutrientes. Para ello, se requiere el estudio de la respuesta de los animales y la búsqueda de estrategias para alcanzar la formulación óptima. En este sentido, los postbióticos, productos bacterianos no viables o subproductos metabólicos de éstas, han demostrado tener una actividad beneficiosa sobre el hospedador, como puede ser su función proteolítica (Balebona *et al.*, 1995) que podría facilitar la digestión de las microalgas. Bajo esta premisa se plantea el presente trabajo, que ha evaluado la incorporación de productos extracelulares (ECPs) mediante nanopartículas en piensos con microalgas para juveniles de dorada (*Sparus aurata*).

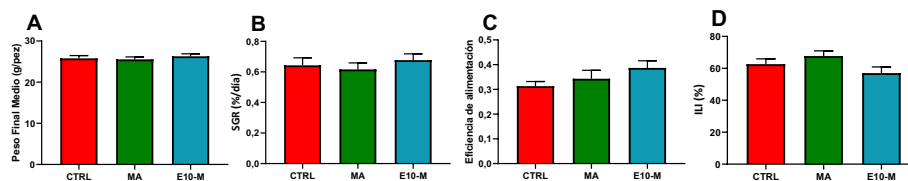
**Material y métodos**

Juveniles de *S. aurata* de 18 g se distribuyeron en 9 tanques (n = 25 peces/tanque) para evaluar los efectos de la inclusión de un postbiótico en dietas suplementadas con microalgas. Para ello, se formularon 3 dietas: i) comercial estándar (CTRL); ii) suplementada con un 5% de microalgas (MA); y iii) la dieta MA con la inclusión de un postbiótico mediante nanopartículas (E10-M). Tras el ensayo de alimentación de 56 días, se recolectaron muestras de hígado y plasma con el fin de evaluar los efectos de las diferentes dietas en el metabolismo intermediario y bienestar de los peces. A continuación, se realizó un reto para evaluar los posibles beneficios de las dietas frente a un estrés por inflamación, en

el que cada grupo de peces se dividió en una inyección con i) Incomplete Freund's Adjuvant (IFA), demostrado por producir una inmunoestimulación, y ii) con suero salino (SS) como control.

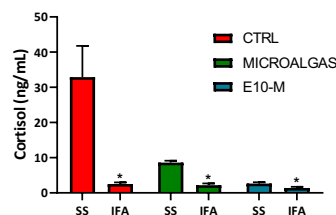
## Resultados y discusión

Los índices relativos al crecimiento y rendimiento productivo no mostraron diferencias significativas (Fig. 1), lo cual indicaría que las dietas experimentales no han afectado de manera negativa al desarrollo de los individuos respecto al grupo CTRL. Además, aunque no de manera significativa, los individuos del grupo E10-M mostraron una mayor eficiencia de alimentación, sin observarse el incremento de la longitud del intestino (ILI, %) típico de la inclusión de ingredientes vegetales (Fig. 1D).



**Figura 1.** Parámetros de crecimiento y biométricos. **A:** Peso final medio. **B:** Tasa específica de crecimiento (SGR). **C:** Eficiencia de alimentación. **D:** Índice de Longitud del Intestino (ILI). Los datos son el promedio + EEM de cada uno de los tanques en triplicado.

Tras el reto inmunológico, la disminución de los niveles de la mayoría de metabolitos plasmáticos y hepáticos demuestra una movilización de energía relacionada con los niveles de cortisol (Fig. 2), tanto en SS como en IFA, probablemente como consecuencia del estrés agudo causado. Curiosamente, el postbiótico ayudó a recuperar más rápidamente los niveles de cortisol basales.



**Figura 2.** Niveles de cortisol de los 3 grupos tras el reto con IFA. Los datos son el promedio + EEM de 6 individuos por condición. Los asteriscos indican diferencias significativas de los grupos IFA frente a los grupos SS dentro de cada dieta.

## Conclusiones

La suplementación con microalgas no afecta a la salud ni produce efectos negativos en el rendimiento productivo de la dorada y puede preparar mejor al individuo frente a agentes estresantes, como el manejo. Además, los postbióticos podrían estar mejorando la digestión de las microalgas reduciendo así los inconvenientes de este tipo de ingredientes. Para corroborarlo, sería interesante realizar análisis específicos en este sentido que apoyen los resultados obtenidos en el presente trabajo.

## Bibliografía

Balebona, M. C., Morinigo, M. A., & Borrego, J. J. (1995). Role of extracellular products in the pathogenicity of *Vibrio* strains on cultured gilt-head seabream (*Sparus aurata*). *Microbiología (Madrid, Spain)*, 11(4), 439-446.

Agradecimientos Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020), proyecto P20\_00085.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO IN VITRO DE NANOENCAPSULADOS DE POLIFENOLES NATURALES  
APLICADOS EN BIENESTAR ANIMAL EN ACUICULTURA**

Ágnes T. Varga<sup>1</sup>, Dmitri Fabrikov<sup>2</sup>, María J. Sánchez-Muros<sup>3</sup>, Fernando G. Barroso<sup>4</sup>, María C. Vargas García<sup>5</sup>

Universidad de Almería, España, [avarga@ual.es](mailto:avarga@ual.es)<sup>1</sup>, [df091@ual.es](mailto:df091@ual.es)<sup>2</sup>, [mjmuros@ual.es](mailto:mjmuros@ual.es)<sup>3</sup>, [fbarroso@ual.es](mailto:fbarroso@ual.es)<sup>4</sup>, [mcvargas@ual.es](mailto:mcvargas@ual.es)<sup>5</sup>

**Abstract**

In aquaculture, where large numbers of animals are housed in a relatively small space, infectious diseases occur more frequently. Treatment of such infections involves the use of antibiotics, but there are significant risks associated with their overuse. In this work, epigallocatechin gallate (EGCG) and green tea extract (ETV) have been nanoencapsulated as an alternative to traditional antibiotics in zein nanoparticles stabilized with alginate and chitosan to reduce the degradation effect. The DPPH and ABTS assays of the encapsulated substances showed high levels of antioxidant capacity, although lower than those of the free ones. Evaluation of their antimicrobial activity showed a higher efficacy in terms of growth inhibition compared to the free substances.

**Introducción**

Las actuales restricciones en el uso de antibióticos en el sector de la acuicultura han favorecido en los últimos años la aplicación de estrategias alternativas para garantizar el bienestar y la salud de los peces. En el marco de dichas estrategias, se han propuesto compuestos polifenólicos para el tratamiento preventivo de especímenes cultivados en acuicultura. Sin embargo, es necesario desarrollar protocolos de aplicación que resuelvan los problemas relacionados con su sensibilidad a las condiciones adversas del tracto digestivo. El presente trabajo propone la encapsulación de EGCG y extracto de té verde, así como la evaluación de dichos formatos en relación con su actividad antioxidante y antimicrobiana.

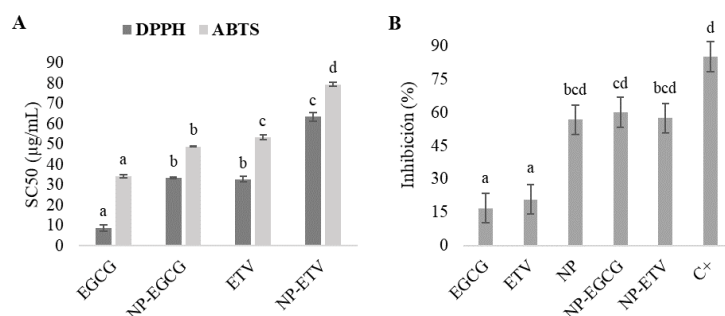
**Material y métodos**

La preparación de nanopartículas de zeína (ZNP) se ha llevado a cabo utilizando el método modificado de Khan et al. (2019). La eficiencia de encapsulación (EE) se obtuvo basándose en el método descrito por Vale et al. (2022). El diámetro hidrodinámico medio, el índice de polidispersidad (PDI) y el  $\zeta$ -potencial de las nanopartículas se evaluaron con un instrumento Zetasizer-Nano ZS (Malvern Instruments, Malvern, Reino Unido). Las imágenes de SEM se obtuvieron con un instrumento HITACHI S-3500N con una tensión de aceleración de 3 kV. Los líofilos de las bacterias ensayadas se obtuvieron de la Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia (Valencia, España). Los ensayos de actividad antioxidante DPPH y ABTS se llevaron a cabo siguiendo los métodos descritos por Moreno-Vásquez et al. (2021).

**Resultados y discusión**

Para todas las formulaciones se obtuvieron nanopartículas con un tamaño hidrodinámico inferior a 300 nm y un valor absoluto de  $\zeta$ -potencial  $>30$  mV. La eficacia de encapsulación dio valores superiores al 75%. La capacidad antioxidante (ensayos DPPH y ABTS) de las sustancias nanoencapsuladas, aunque

inferior a las libres, mantuvo niveles elevados. Por otro lado, la evaluación de la actividad antimicrobiana, ensayada frente a las bacterias patógenas de peces, mostró una mayor eficacia en términos de inhibición del crecimiento para las nanopartículas con quitosano, con valores medios globales en torno al 60 %, aunque en el caso concreto de *Photobacterium damsela*, la especie más sensible, se registraron niveles de inhibición superiores al 90 %.



**Figura 1.** Capacidad antioxidante (A) y actividad antibacteriana (B) de las sustancias libres y nanoencapsuladas ( $P < 0,05$ ).

## Conclusiones

Estos resultados abren nuevas vías para el uso de estas nanopartículas en el control de enfermedades y/o una posible sinergia con el antibiótico, reduciendo así la cantidad necesaria. La encapsulación protege la sustancia contra la degradación y puede almacenarse como producto aislado o como parte de la formulación en dietas acuícolas.

## Bibliografía

- Khan, M. A., Yue, C., Fang, Z., Hu, S., Cheng, H., Bakry, A. M., & Liang, L. (2019). Alginate/chitosan-coated zein nanoparticles for the delivery of resveratrol. *Journal of Food Engineering*, 258, 45-53.
- Moreno-Vásquez, M. J., Plascencia-Jatomea, M., Sánchez-Valdes, S., Tanori-Córdova, J. C., Castillo-Yáñez, F. J., Quintero-Reyes, I. E., & Graciano-Verdugo, A. Z. (2021). Characterization of epigallocatechin-gallate-grafted chitosan nanoparticles and evaluation of their antibacterial and antioxidant potential. *Polymers*, 13(9), 1375.
- Vale, E. P., dos Santos Morais, E., de Souza Tavares, W., & de Sousa, F. F. O. (2022). Epigallocatechin-3-gallate loaded-zein nanoparticles: Characterization, stability and associated antioxidant, anti-tyrosinase and sun protection properties. *Journal of Molecular Liquids*, 358, 119107.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto UAL2020 -AGR -B1882. Programa Operativo Feder Andalucía 2014-2020. Junta de Andalucía/Fondos FEDER. De 10/11/2021 a 31/12/2022.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUACIÓN FISIOLÓGICA Y DEL BIENESTAR ANIMAL DEL TELEÓSTEO MARINO  
*Fundulus heteroclitus* TRAS UNA EXPOSICIÓN CRÓNICA A CONCENTRACIONES  
AMBIENTALES DE MICROPLÁSTICOS**

Fernández-Morell, P.<sup>1</sup>, Sánchez-Ruiz, D.<sup>2</sup>, Arellano, J. M.<sup>3</sup>, Martos-Sitcha, J. A.<sup>4</sup>

Universidad de Cádiz, España, paloma.fernandezmorell@alum.uca.es<sup>1</sup>, david.sanchezruiz@uca.es<sup>2</sup>,  
juana.arellano@gm.uca.es<sup>3</sup>, juanantonio.sitcha@uca.es<sup>4</sup>

### Abstract

Plastic waste can be classified by its temperature sensitivity into thermoplastics (TP) or thermosets (TE). Microplastics may alter the metabolism and general physiological functioning of marine animals, thus compromising their welfare. The general objective of this study is to evaluate the effect of exposure to thermostable and thermoplastic microplastics on the physiology of the killifish (*Fundulus heteroclitus*) in the Gulf of Cádiz. Specimens of *F. heteroclitus* were subjected to a 24-days exposure to microplastics in seawater, consisting in five treatments, in triplicate, with different environmental concentrations of MPs: 1) control group (no microplastics); 2) low concentration of thermoplastic microplastics (TP offshore); 3) high concentration of thermoplastic microplastics (TP coastline); 4) low concentration of thermoplastic microplastics (TE offshore); and 5) high concentration of thermoplastic microplastics (TE coastline). Their survival was studied and biometric and metabolic parameters were measured. In relation to the biometric indices, the results of the control group showed greater homogeneity, while the data from the experimental groups showed much bigger inter-individual variation errors, suggesting the existence of alterations after chronic exposure, although survival was only decreased in the TP coastline treatment. In addition, significant differences between treatments were observed at the metabolic level, with the greatest alterations due to protein and triglyceride concentrations in the TP coastline treatment. In summary, there is a clear influence on the physiology of fish submitted to environmental concentrations of thermoplastics already detected in the coastal zone of the Gulf of Cádiz.

### Introducción

Los microplásticos (MPs) pueden clasificarse por su sensibilidad a la temperatura en i) termoplásticos (TP), o ii) termoestables (TE), y su presencia en el medio ambiente hace que estos lleguen al interior de los organismos pudiendo causar importantes alteraciones en el metabolismo y funcionamiento del sistema endocrino de los animales marinos. El *Fundulus heteroclitus* se considera un buen organismo modelo para estudiar procesos fisiológicos, por lo que se puede emplear para determinar las alteraciones metabólicas y endocrinas derivadas de la exposición a MPs.

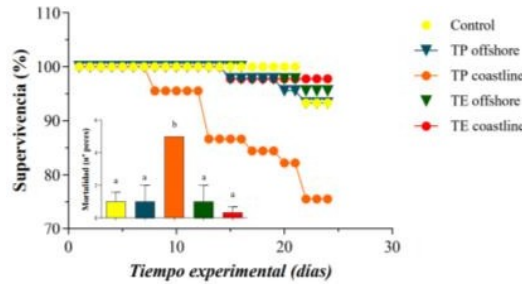
### Material y métodos

El experimento consistió en la exposición durante 24 días de duración de los ejemplares a MPs en agua de mar. Este se inició con un muestreo biométrico previo donde los peces (n=15 ejemplares por acuario; N=45 ejemplares por tratamiento) se pesaron de forma grupal de 5 individuos para asegurar la misma biomasa entre acuarios, siendo distribuidos en 15 acuarios de 13 L (con un volumen útil de 10L). Se realizaron cinco tratamientos por triplicado (Fig. 1): 1) control (sin MPs); 2) baja concentración de MPs termoplásticos (TP offshore) (8,5 mg/m<sup>3</sup>); 3) alta concentración de MPs termoplásticos (TP coastline) (125,5 mg/m<sup>3</sup>); 4) baja concentración de MPs termoestables (TE offshore) (8,5 mg/m<sup>3</sup>); y 5) alta concentración de MPs termoestables (TE coastline) (125,5 mg/m<sup>3</sup>). Las concentraciones simulaban condiciones de exposición a MPs en una zona offshore (a 40 km de costa), y una costera (coastline), en el Golfo de Cádiz.

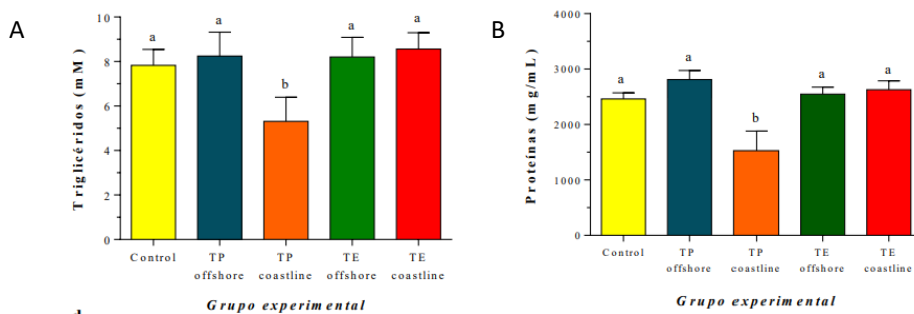


**Resultados y discusión**

La mortalidad fue significativamente mayor en el tratamiento de TP *coastline*, mientras que los tratamientos de TP y TE *offshore* probablemente tenían una concentración muy pequeña para afectar a los individuos en el periodo de tiempo estudiado (Fig. 2A). En cuanto a por qué no disminuyó la supervivencia en el tratamiento de TE *coastline*, los termoestables se caracterizan por tener una estructura molecular más resistente y difícil de romper en comparación con los termoplásticos, por lo que los termoestables se degradan más lentamente, y es posible que la liberación de sus productos de degradación y otros compuestos tóxicos también sea más lenta, lo que supondría que los efectos negativos de los termoestables se manifiesten a un ritmo más lento, o dicho de otro modo, a más largo plazo, que los termoplásticos. Por su parte, los niveles de triglicéridos (Fig. 2B) y proteínas (Fig. 2C) en plasma mostraron una disminución estadísticamente significativa en el tratamiento de TP *coastline*, mientras que el resto de tratamientos se mantuvieron similares a los individuos control. La exposición a MPs podría ser un factor estresante para los peces, el cual podría conllevar a una disminución de los triglicéridos en plasma por consumo, de tal forma que cuando los niveles de ácidos grasos son insuficientes para cubrir las necesidades energéticas, el organismo recurre a la catálisis de tejido muscular para obtener aminoácidos como sustrato energético, que se ve reflejado en una disminución de proteínas en plasma.



**Figura 1.** Supervivencia y mortalidad de individuos mantenidos durante 24 días bajo diferentes concentraciones de MPs.



**Figura 2.** Niveles de triglicéridos (TAG, B) y proteínas (C) de individuos mantenidos durante 24 días bajo diferentes concentraciones de MPs.

**Conclusiones**

Resulta clara la influencia de los MPs termoplásticos en los peces, principalmente de aquellos mantenidos en concentraciones similares a los encontrados en la zona costera en el Golfo de Cádiz, sugieren que la supervivencia y variaciones metabólicas observadas entre los tratamientos estudiados se deba a la concentración, composición y descomposición de los plásticos en el agua de mar.

**Agradecimientos** A mis extraordinarios tutores y todos mis compañeros del laboratorio\_609. A la Universidad de Cádiz por concederme la Beca INICIA-INV: Iniciación a la investigación y al respaldo del proyecto BIZENTE.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

***Salicornia europaea* COMO POTENCIAL ALIMENTO ECOLÓGICO DEL FUTURO**

Jorge Rapp<sup>1,2\*</sup>, María Azpiroz<sup>1</sup>, Sandra de Castro<sup>1</sup>, Ana Redondo<sup>1</sup>, Carlos J. Luque<sup>2</sup>, Eloy M. Castellanos<sup>2</sup>

Dpto. de Tecnologías Marinas, ARQUIMEA Research Center, Parque Las Mantecas, Edificio Nanotec, Cmo de las Mantecas, S/N, 38320 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España.  
jrapp@arquimea.com<sup>1</sup>, mazpiroz@arquimea.com, scastro@arquimea.com, aredondo@arquimea.com  
Grupo de Investigación Ecología y Medio Ambiente (RNM-311). Área de Ecología. Departamento de Ciencias Integradas. F. de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. Bulevar de las Artes y las Ciencias, s/n. E-21071-Huelva. España. carlos.luque@dbasp.uhu.es  
verdugo@dcaf.uhu.es<sup>2</sup>

**Abstract**

Culture of halophilic plant species has become one of the great food alternatives of the future. Therefore, this study addresses the cultivation of *Salicornia europaea* in a deep-water hydroponic system, evaluating the suitability of seawater as a culture medium, monitoring the health of the plants and determining their nutritional value for human consumption. These results could contribute to the development of a sustainable production system to address the climate crisis and future food needs.

**Introducción**

Satisfacer las necesidades alimenticias es actualmente uno de los problemas globales más acuciantes (FAO, 2006; Agudelo et al., 2021). Ante ello, en las últimas décadas se ha generado un movimiento de búsqueda de sistemas productivos y alimentos alternativos que mitiguen dichas necesidades. En este contexto, la agricultura hidropónica de especies de plantas halófilas emerge como una excelente alternativa (Fussy & Papenbrock, 2022), y en particular el género *Salicornia* ha cobrado gran interés debido a sus propiedades alimenticias (Cheeseman, 2015; Barreira et al., 2017). En este trabajo se documenta el cultivo de *S. europaea* L. en un sistema hidropónico “deep-water”, con el objetivo de (1) evaluar la idoneidad del agua de mar como medio para el cultivo de *Salicornia europaea* en este tipo de sistema hidropónico; (2) monitorizar la evolución y salud de las plántulas cultivadas en este medio; y (3) determinar los valores nutricionales de estos cultivos y evaluar su potencial idoneidad para el consumo humano.

**Material y métodos**

Tras un periodo de aclimatación, se cultivaron en torno a 5400 plántulas de *S. europea* en un sistema de cultivo hidropónico “deep-water” durante 6 semanas a 3 salinidades diferentes: 5.6 PSU, como condiciones control (S1), 17.55 PSU como condiciones óptimas de crecimiento (S2) y a 40.95 PSU, como condición extrema (S3). Las plántulas se repartieron en 9 tanques, 3 por tratamiento, de 200 l cada uno. Para determinar los efectos de las diferentes salinidades en el metabolismo y fisiología de las plántulas, se analizaron, al inicio, punto intermedio y final del cultivo, los parámetros morfológicos y ratios de crecimiento, así como contenido en N, P y C fijado por las plántulas, contenido total de

proteínas y carbohidratos y perfil completo de ácidos grasos. Posteriormente todos los datos recopilados fueron analizados. Para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos se realizaron test ANOVA o test de *Kruskal-Wallis* (en caso de datos no paramétrico) y su respectiva prueba *posthoc*.

### Resultados y discusión

Las plántulas cultivadas en los 3 tratamientos registraron altas tasas de crecimiento, obteniendo el S2 y S3 valores mayores en ganancias de peso, superficie y SGR (Tabla 1). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en los valores de contenido en N, P y C fijado por las plántulas, contenido total de proteínas y carbohidratos y perfil de ácidos grasos. Dichos resultados sugieren una gran adaptabilidad de la *Salicornia europaea* a este sistema de cultivo y la exposición de altas salinidades equiparables a las del agua marina.

	S1		S2		S3	
	m	SD	m	SD	m	SD
Incremento de longitud (%)	37.94	± 40.66	28.54	± 7.88	51.99	± 27.60
Incremento de área vegetal (%)	51.32	± 33.55	84.11	± 69.45	136.58	± 49.10
Ganancia peso húmedo (%)	75.88	± 40.66	254.39	± 191.87	166.11	± 76.21
Ganancia peso seco (%)	63.65	± 54.91	187.07	± 91.18	102.06	± 53.37
SGR (%/day)	1.21	± 0.54	2.59	± 1.20	2.11	± 0.60

Donde SGR, ratio de crecimiento específico; m, media y SD, desviación estándar

**Tabla 1.** Tasas de crecimiento por tratamiento.

Al final del experimento, las plántulas cultivadas en los 3 tratamientos obtuvieron valores proteicos entorno al 4 %, de carbohidratos al 19 % y lipídicos al 10 %. En caso del perfil de ácidos grasos, cabe destacar los valores del 20 y 40 % de omega-3 y omega-6 respectivamente, siendo un 0.20 % ácidos de larga cadena. Estos resultados señalan a *S. europaea* como un superalimento rico en ácidos grasos de alta calidad, cultivable en sistemas hidropónicos “deep-water” con agua marina.

### Bibliografía

- Agudelo, A., Carvajal, M., & Martínez-Ballesta, M. D. C. (2021). Halophytes of the Mediterranean Basin—Underutilized Species with the Potential to Be Nutritious Crops in the Scenario of the Climate Change. *Foods*, 10(1), 119.
- Barreira, L., Resek, E., Rodrigues, M. J., Rocha, M. I., Pereira, H., Bandarra, N., & Custódio, L. (2017). Halophytes: Gourmet food with nutritional health benefits?. *Journal of Food Composition and Analysis*, 59, 35-42.
- Cheeseman, J. M. (2015). The evolution of halophytes, glycophytes and crops, and its implications for food security under saline conditions. *New Phytologist*, 206(2), 557-570.
- Electronic Conference on salinization: Extent of salinization and strategies for salt-affected land prevention and rehabilitation, 6 February–6 March 2006. Organized and coordinated by IPTRID, FAO.
- Fussy, A., & Papenbrock, J. (2022). An overview of soil and soilless cultivation techniques—chances, challenges and the neglected question of sustainability. *Plants*, 11(9), 1153.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**SISTEMAS EXPERIMENTALES IMTA CON *Salicornia* PARA LA BIORREMEDIACIÓN DE EFLUENTES DE ACUICULTURA MARINA**

Miriam Muñoz Martínez<sup>1</sup>, Marta Castilla Gavilán<sup>1,2</sup>, Eugenia Zuasti<sup>1</sup>, Joaquín Canoura Baldonado<sup>1</sup>,  
Ismael Hachero Cruzado<sup>1</sup>

IFAPA Centro el Toruño<sup>1</sup>, Departamento de zoología, Universidad de Sevilla<sup>2</sup>  
miriam.munoz@juntadeandalucia.es, mcasgavilan@gmail.com, maria.zuasti@juntadeandalucia.es,  
joaquin.canoura@gmail.com, Ismael.hachero@juntadeandalucia.es

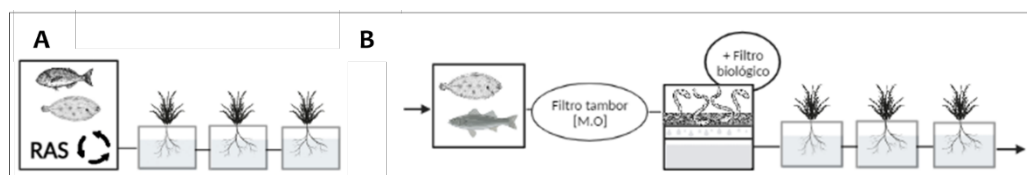
**Abstract**

The development of sustainable production systems and techniques are key to reducing the impact of aquaculture effluents. In this study, two experimental Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) systems combined with halophyte *Salicornia ramosissima* cultivated in floating rafts were designed to compare the nitrogenous and phosphates compounds removal capacity of marine aquaculture effluents and to evaluate the productivity of both systems. The highest NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> removal rate reached values above 50% fortnightly, 7,611±1,311 g/m<sup>2</sup>day of total nitrogen and 0,434±0,09 g/m<sup>2</sup>day of PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> for *S. ramosissima* grown in IMRAS system, while that grown in IMTA (fish-polychaeta-halophyte) system reached values of 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 20-40% PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, 0,467±0,254 g/m<sup>2</sup>day of total nitrogen and 0,021±0,02 g/m<sup>2</sup>day of PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. *G. dibranchiata* culture was able to retain up to 80 g/m<sup>2</sup>day of organic matter. Furthermore, *S. ramosissima* obtained growth values of 229,478±13,651 g/m<sup>2</sup>day and below 80 g/m<sup>2</sup>day in IMRAS and IMTA (fish-polychaeta-halophyte) systems, respectively.

**Introducción**

La cría intensiva de especies acuáticas conlleva la acumulación de N y P en forma inorgánica en aguas de vertido provocando un impacto negativo en su entorno (Quinta *et al.*, 2014). Los sistemas IMTA pueden ser una herramienta útil para lograr la sostenibilidad y rentabilidad de la acuicultura a largo plazo. Las plantas halófitas del género *Salicornia* tienen un alto potencial para la biorremediación por su elevada capacidad de asimilación de compuestos nitrogenados y fosfatados y su interés económico (Beyer *et al.*, 2021), por lo que pueden ser una alternativa a las algas, que se utilizan como especie fotosintética en los IMTA. Así, el objetivo de este trabajo fue comparar la capacidad de *Salicornia ramosissima* para reducir compuestos nitrogenados y fosfatados de efluentes acuícolas en dos sistemas IMTA y evaluar la productividad de ambos sistemas.

**Material y métodos**



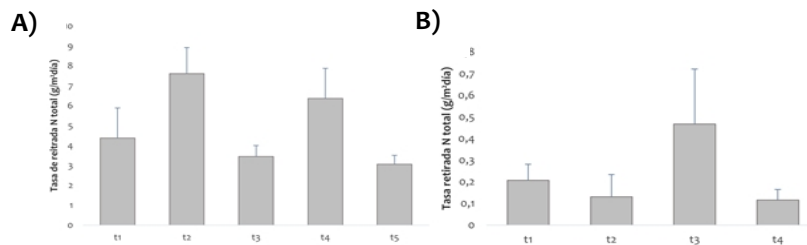
**Figura 1.** Cultivos experimentales de *S. ramosissima* en raft en sistema IMRAS (A) e IMTA asociado al cultivo de *G. dibranchiata* (B).

Se cultivó *S. ramosissima* en raft (planchas flotantes) en dos sistemas diferentes: i) Un IMRAS que se alimentó con agua de descarte de los sistemas de recirculación (RAS) del cultivo de *Sparus aurata* y *Solea senegalensis* (Figura 1), y ii) un IMTA con el poliqueto *Glycera dibranchiata* combinado con filtro biológico y alimentado del agua y la materia orgánica particulada proveniente del cultivo abierto de *S. senegalensis* y *Dicentrarchus labrax* (Figura 1B). Se tomaron muestras semanalmente del flujo de

entrada y salida de ambos sistemas y se realizaron análisis de sólidos en suspensión, materia orgánica total,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{PO}_4^{3-}$ . También se realizaron muestreos mensuales de biomasa de *S. ramosissima* y de los peces en cultivo.

## Resultados y discusión

*S. ramosissima* cultivada en IMRAS, alcanzó valores de retirada de  $7,611 \pm 1,311 \text{ g/m}^2\text{día}$  del nitrógeno total y  $0,434 \pm 0,09 \text{ g/m}^2\text{día}$  de  $\text{PO}_4^{3-}$  provenientes del agua de RAS que entraba en el sistema (Figura 2A), mientras que las plantas que se cultivaron en el sistema IMTA, retiraron  $0,467 \pm 0,254 \text{ g/m}^2\text{día}$  del nitrógeno total y  $0,021 \pm 0,02 \text{ g/m}^2\text{día}$  de  $\text{PO}_4^{3-}$  (Figura 2B). La diferencia en la absorción de compuestos fue debida a la distinta concentración de nutrientes que entraba en ambos sistemas. El cultivo de *G. dibrachiata* afectó a la concentración de sólidos en suspensión (SS.SS) siendo capaz de retener hasta  $80 \text{ g/m}^2\text{día}$  de materia orgánica. Ambos sistemas permitieron la biorremediación del efluente siendo el sistema IMRAS más eficiente debido la capacidad de control de los parámetros.



**Figura 2.** A) Retirada de N total ( $\text{g/m}^2\text{día}$ ) en IMRAS. B) Retirada de N total ( $\text{g/m}^2\text{día}$ ) en IMTA. t = tiempo en quincenas. Medias  $\pm$  EE.

*S. ramosissima* tuvo mayor productividad en el sistema IMRAS alcanzando  $229,478 \pm 13,651 \text{ g/m}^2\text{día}$ , mientras que en el IMTA la biomasa estuvo por debajo de  $80 \text{ g/m}^2\text{día}$ . La diferencia de crecimiento entre los sistemas fue debida a la distinta disponibilidad de nutrientes relacionada con el método de cultivo de los peces. Se observaron diferencias significativas de crecimiento entre la zona de entrada de nutrientes y salida del efluente en ambos sistemas, probablemente debidas a la existencia de un gradiente en la concentración de nutrientes. En el IMRAS también se observaron diferencias significativas del crecimiento en el tiempo, afectando el ciclo de vida de las plantas a la productividad.

## Bibliografía

- Beyer, C. P., Gómez, S., Lara, G., Monsalve, J. P., Orellana, J., y Hurtado, C. F. (2021). *Sarcocornia neei*: A novel halophyte species for bioremediation of marine aquaculture wastewater and production diversification in integrated systems. *Aquaculture*, 543, 736971.
- Quintã, R., Santos, R., Thomas, D. N., y Le Vay, L. (2015). Growth and nitrogen uptake by *Salicornia europaea* and *Aster tripolium* in nutrient conditions typical of aquaculture wastewater. *Chemosphere*, 120, 414-421.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del proyecto “Acuicultura y circularidad: Valorización de residuos de la acuicultura mediante organismos de bajo nivel trófico (ACUICIRC)” (FEM.PPA202200.003.01), financiado por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**GENES DEL DESARROLLO MORFOLÓGICO EN *Solea senegalensis*.**

**Marco Mendizábal-Castillero<sup>1</sup>, Manuel Alejandro Merlo Torres<sup>1</sup>, María Rodríguez Jiménez<sup>1</sup>, Ismael Cross Pacheco<sup>1</sup>, Alberto Arias-Peres<sup>1</sup>, Laureana Rebordinos<sup>1</sup>**

INMAR-UCA (Área de genética), España, marco.mendizabalcastillero@alum.uca.es<sup>1</sup>

**Abstract**

The *hox* genes encode transcription factors and are involved in morphogenesis and cell differentiation, which for the vertebrates are linked to the development of anterior-posterior structure and limbs, during the embryonic development. The body plan of the flatfishes is more complex than other teleost, because they suffer drastic changes during the larval development, mainly caused by the metamorphosis, such as the Senegalese sole, but now the knowledge about of the role of *hox* gene in the body plan would be able a key. Hence, in this work the application of genomic and bioinformatics technologies has allowed to understand gene expression patterns through embryonic stage, larval phases and metamorphosis stages. We found interesting results highlighting the cluster *hoxba* and *hoxca*. The global result of this research close up to understand physiology function in relation to the morphology of the Senegalese sole.

**Introducción**

Los genes *hox* codifican factores de transcripción y su función esta relacionada con la diferenciación celular y la morfogénesis, y en vertebrados están vinculados al desarrollo de la estructura anteroposterior y de las extremidades (Brown *et al.*, 2020). El plan corporal de los peces planos es más complejo que el de otros teleosteos, debido a que sufren drásticos cambios en su plan corporal inicial durante el desarrollo larvario, causados principalmente por la metamorfosis (Gibson *et al.*, 2015), como en el lenguado senegalés (*Solea senegalensis*, Kaup 1858), un pez plano de interés acuícola, el cual presenta problemas de malformaciones esqueléticas durante el cultivo larvaria, pero actualmente el conocimiento sobre la influencia de los factor genético que la causan es limitado (Muñoz-Cueto *et al.*, 2018), por lo tanto, la comprensión del papel del gen *hox* en el plan corporal podría ser una clave para resolver.

**Material y métodos**

El análisis de expresión génica se centró en la búsqueda de patrones de expresión temporal, utilizando transcriptomas públicos del Solea Database (Benzekri *et al.*, 2014), producidos a partir de diferentes estadios de desarrollo embrionario y fases larvales del lenguado senegalés. El conjunto de secuencias provenientes de cada transcriptoma se extrajo utilizando el programa SRA Toolkit 3.0.1. Posteriormente, para la identificación de los genes de interés, los transcritos fueron alineados con las secuencias de los CDS de los genes descritos en el trabajo de Mendizábal-Castillero *et al.*, 2022; utilizando el algoritmo BWA-MEM en BWA 0.7.17. Estas alineaciones, se clasificaron y se filtraron (las alineaciones menores de 20 se eliminaron) utilizando el programa SAMtools 1.15.1. Por último, fueron representadas gráficamente para la determinación de patrones de expresión génica por cada transcriptoma.

## Resultados y discusión

El análisis de patrones de expresión incluyó 48 genes *hox*, y los genes *evx* presentes los clústeres *hox* en del genoma descritos para el lenguado senegalés (Mendizábal-Castillero *et al.*, 2022). De estos podemos destacar aquellos genes *hox* que tienen tendencias a incrementar durante las fases larvales (pre metamorfosis) como, por ejemplo: *a2a*, *a3a*, *a4a*, *a5a*, *a13a*, *evx*, *a4b*, *a11b*, *b2a*, *b3a*, *b4a*, *b5a*, *b6a*, *b7b*, *a8a*, *b9a*, *b3b*, *b5b*, *b6b*, *c4a*, *c3a*, *d3a*, *d4b*, *d11b*. Y aquellos cuya tendencia es aumentar durante etapas de la metamorfosis tales como: *a9a*, *a10a*, *a13b*, *b13a*, *d11a*. Mientras que solo algunos genes aumentan durante las fases larvales y se mantienen su expresión durante las distintas etapas de la metamorfosis como son los casos de: *c1a*, *c11a*, *d12a*. Estos patrones de aumento de la expresión de un gen *hox* en concreto podrían estar relacionados con el desarrollo de alguna estructura anatómica en específico para esta especie, como se ha descrito la relación a algunos genes del clúster *hoxda* en formación de la aleta dorsal para *P. olivaceus* en (Chen *et al.*, 2017).

## Conclusiones

Dadas las características genómicas sobresalientes de los clústeres *hoxba* y *hoxca*, junto a sus patrones de expresión podrían revelar una función clave en las funciones fisiológicas precedentes a la los cambios anatómicos que se observan en las etapas metamórficas. El resultado global de esta investigación coadyuba en la comprensión de las funciones moleculares y fisiológicas, en relación con el desarrollo de la morfología del lenguado senegalés.

## Bibliografía

- Brown, J.M.; Travers, S.K.; Dodgen, C.D.; Duffus AL, J.; Davis, A. Gene expression pattern analysis of anterior *hox* genes during zebrafish (*Danio rerio*) embryonic development reveals divergent expression patterns from other teleosts. *Ga. J. Sci.* (2020) 78, 1–12.
- Gibson, R.N.; Nash, R.D.M.; Geffen, A.J.; Van Der Veer, H.W. (Eds.) *Flatfishes: Biology and Exploitation*, 2nd ed.; Oxford (UK), John Wiley & Sons, Incorporated, 2015; pp. 74–166.
- Muñoz-Cueto, J.A.; Mañanos Sanchez, E.L.; Sanchez Vasquez, F.J. *The Biology of Sole*, Boca Raton, (FL, USA), CRC Press, 2019; pp. 216–252.
- Benzekri, H., Armesto, P., Cousin, X., Rovira, M., Crespo, D., Merlo, M.A., Mazurais, D., Bautista, R., Guerrero-Fernandez, D., Fernandez-Pozo, N., Ponce, M., Infante, C., Zambonino, J.L., Nidelet, S., Gut, M., Rebordinos, L., Planas, J.V., Begout, M.L., Claros, M.G., Manchado, M., 2014. De novo assembly, characterization and functional annotation of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) and common sole (*Solea solea*) transcriptomes: integration in a database and design of a microarray. *BMC Genomics* 15, 952.
- Mendizábal-Castillero, M., Merlo, M. A., Cross, I., Rodríguez, M. E., & Rebordinos, L. (2022). Genomic Characterization of *hox* Genes in Senegalese Sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858): Clues to Evolutionary Path in Pleuronectiformes. *Animals*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/ani12243586>
- Chen, J., Liu, X., Yao, X., Gao, F., & Bao, B. (2017). Dorsal fin development in flounder, *Paralichthys olivaceus*: Bud formation and its cellular origin. *Gene Expression Patterns*, 25–26, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.gexp.2017.04.003>

## Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el proyecto P20-00938 Junta de Andalucía-FEDER. Marco Mendizabal-Castillero cuenta con una beca IFARHU-SENACYT.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**VALIDACIÓN DE UN MODELO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA INSTALACIONES DE ACUICULTURA MARINA EN JAULAS DEL ARCO MEDITERRÁNEO**

**Llorenç Belda Gil<sup>1</sup>, Victoria Fernandez-Gonzalez<sup>1</sup>, Pablo Sanchez-Jerez<sup>1</sup>, Estela Carbonell-Garzon<sup>1</sup>, Francisca Romero<sup>1</sup>, María del Mar Agraso<sup>2</sup>, Kilian Toledo-Guedes<sup>1</sup>**

Dpto. de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante<sup>1</sup>, Centro Tecnológico de Acuicultura, Muelle Comercial S/N 11500- Puerto de Santa María Cádiz, España<sup>2</sup>, llorbelda@hotmail.com

**Abstract**

The increase in offshore aquaculture cages has caused a greater environmental impact, influencing the environment's capacity to provide resources sustainably. The objective of this study is to corroborate the theoretical model resulting from the MACCAM project, through *in-situ* measurements of physico-chemical (granulometry and total free sulphides) and biological parameters (polychaeta assemblages). For that, three facilities with varying levels of production (high, medium, and low) were studied, establishing a control zone at a minimum distance of 500m. Granulometry did not indicate any significant differences in any case. However, significant differences in total free sulfides were observed between Zone A and Zone C in the low and medium production facilities. This study highlights the importance of validating carrying capacity models in operational conditions.

**Introducción**

Actualmente la acuicultura se encuentra en auge a nivel mundial y el Mediterráneo no es una excepción (Muro Vicente, 2020). Las interacciones de esta industria con el medio ambiente pueden influir sobre la capacidad del entorno para proporcionar recursos de manera sostenible (Edwards, 2015). A fin de mejorar esta situación, se debería estimar el nivel de capacidad de carga que puede soportar un ecosistema (Rojas-Carrillo y Aguilar-Ibarra, 2012) para hacer de este un uso sostenible. Es por ello, cada vez, hay más interés en evaluar los modelos de capacidad de carga en acuicultura con el fin de respaldar la toma de decisiones en la aplicación de la gestión y la reducción del impacto ambiental (Weitzman y Filgueira, 2020). Además, el aumento del sector acuícola en mar abierto ha generado una mayor competencia por el espacio marítimo disponible, impulsando el desarrollo y validación de estos modelos para garantizar su aplicabilidad.

El objetivo del presente trabajo es validar el modelo de capacidad de carga MACCAM en condiciones operacionales, usando para ello variables indicadoras de impacto, que deberían tomar valores no deseados en caso de superar la capacidad de carga teórica.

**Material y métodos**

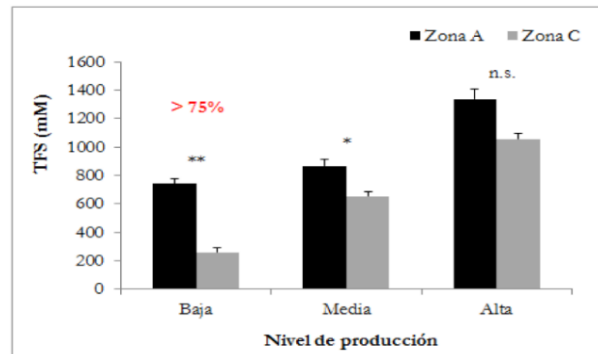
Este estudio se llevó a cabo en tres instalaciones con diferente nivel de producción (alto, medio y bajo) y dos zonas dentro de cada instalación, la zona A localizada justo debajo de las jaulas y la zona C, zona control, situada a no menos de 500m de la concesión.

Para llevar a cabo la validación del modelo de capacidad de carga y estudiar el estado ambiental del fondo de las instalaciones, se siguió la propuesta metodológica para la realización de los planes de vigilancia ambiental (PVA) en jaulas flotantes propuesto por la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR, 2012), donde se recomiendan las variables de granulometría (fracción <63 µm), sulfuros libres totales (TFS) y comunidad de poliquetos como variables indicadoras del buen estado ambiental.



## Resultados y discusión

La granulometría no mostró diferencias significativas entre la zona A y la zona C de las tres instalaciones estudiadas. En el caso de los sulfuros libres totales (TFS) se observó una diferencia significativa entre la zona A y la zona C en las instalaciones de baja y media producción (Fig. 1) mientras que el análisis del poblamiento de poliquetos reflejó mayor diferencia para las jaulas de alta producción



**Figura 1.** Concentración de sulfuros libres totales (TFS) en el sedimento para las instalaciones de baja, media y alta producción, en las zonas A y C (\* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; n.s.= no significativo).

La validación *in situ* del modelo MACCAM mostró valores de capacidad de carga menores a la producción autorizada para dos de las tres instalaciones. En el caso de las jaulas de baja producción, los TFS eran un 75% superiores en la zona A que en la zona C. Las de alta producción sobrepasaron los límites establecidos con relación al poblamiento de poliquetos. Para la producción media sólo aparecieron diferencias significativas entre la zona A y la zona C en el caso de los TFS, pero sin superar el límite establecido. Estos resultados van en la línea de los resultados obtenidos con en el modelo de capacidad de carga MACCAM.

## Conclusión

El modelo MACCAM parece una aproximación adecuada a la capacidad de carga en acuicultura ya que aquellas instalaciones que superan la capacidad de carga calculada por MACCAM mostraron valores alterados para alguna de las tres variables indicadoras.

## Bibliografía

- Edwards P (2015) Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends. *Aquaculture* 447: 2–14.
- JACUMAR (2012). Propuesta metodológica para la realización de los planes de vigilancia ambiental de los cultivos marinos en jaulas flotantes.
- Muro Vicente, C. (2020). Parámetros de calidad de nuevas especies de interés acuícola con respecto a los productos estándar (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Rojas-Carrillo, P. M., y Aguilar-Ibarra, A. (2012). Estimación de la capacidad de carga en el cultivo de peces en Maulas en el Lago de Pátzcuaro, México. *Ciencia Pesquera*, 20(2), 23-34.
- Weitzman, J., y Filgueira, R. (2020). The evolution and application of carrying capacity in aquaculture: towards a research agenda. *Reviews in Aquaculture*, 12(3), 1297-1322.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO GONADAL DE JUVENILES DE RÓBALO COMÚN *Centropomus undecimalis*, DURANTE EL PROCESO DE FEMINIZACIÓN EN DOS AMBIENTES DE CULTIVO**

Saeko Gaitán<sup>1</sup>, Fernando De La Rosa<sup>2</sup>, Sara-Cruz-Botto<sup>3</sup>, Natalia Villamizar-Villamizar<sup>4</sup>

Universidad del Magdalena, Colombia, sgaitan@unimagdalena.edu.co<sup>1</sup>, fernandojdelarosa@gmail.co<sup>2</sup>, sarac@unimagdalena.edu.co<sup>3</sup>, nvillamizar@unimagdalena.edu.co<sup>4</sup>

**Abstract**

The growth indicators and gonadal development of juvenile robalo (*Centropomus undecimalis*) were evaluated, for 45 days the specimens were feminized with the hormone Estradiol (E<sub>2</sub>), using a dose of 100 mg/kg of food in two different culture environments (marine and fresh water). Postfeminization changes occurred at the gonadal level, but in an undetermined state. The condition factor in marine environment was higher, showing better performance in their state of health.

**Introducción**

El robalo (*Centropomus undecimalis*), es una especie de peces hermafroditas protandricos secuenciales, que nacen como macho y a los 2 o 3 años parte de la población hace el cambio fisiológico a hembra. A temprana edad habitan estuarios y zonas de manglar, a edad adulta migra al mar para reproducirse. Por efecto de la sobre explotación y el manejo inadecuado del recurso, actualmente se encuentra reportada en el libro rojo de peces marino de Colombia como especie vulnerable, reportándose la talla de madurez por debajo de la talla media de captura; hecho corroborado por las estadísticas de desembarcos que reportan una disminución del recurso en el medio natural en las últimas décadas. En ese sentido, la necesidad de concretar el paquete tecnológico de su piscicultura es urgente, lo que hace necesario evaluar los indicadores de crecimiento y el desarrollo gonadal en juveniles de róbalo común *Centropomus undecimalis*, durante el proceso de feminización con uso de estradiol (E<sub>2</sub>), en dos ambientes de cultivo diferentes (marino y agua dulce).

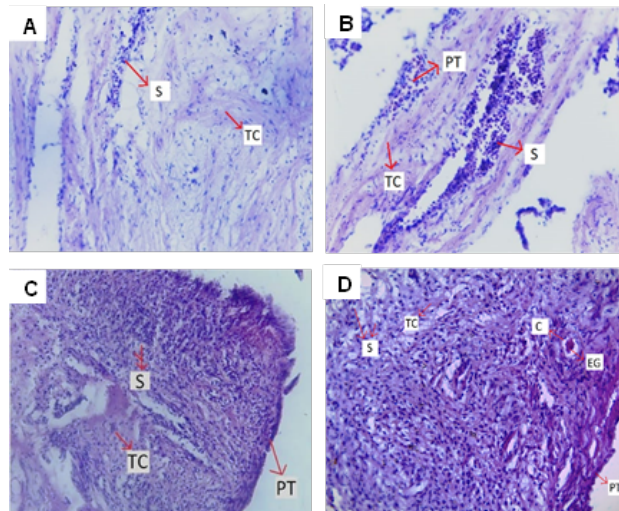
**Material y métodos**

Se emplearon 300 individuos de róbalo para efectos de evaluar dos tratamientos: (con hormona Estradiol - E<sub>2</sub> y sin hormona), evaluados en dos ambientes (marino y dulceacuícola), cada tratamiento con tres replicas. Los organismos fueron distribuidos aleatoriamente en seis tanques circulares de 2000L con una densidad de 25 peces por tanque y se registraron diariamente parámetros fisicoquímicos de temperatura, salinidad y oxígeno. Para ajustar la ración alimenticia se realizaron tres biometrías cada 15 días y se alimentó a 5% de la biomasa (una relación 1:1 de concentrado al 55% de proteína y la sardina *Opisthonema oglinum*). La dosis de E<sub>2</sub> empleada fue de 100 mg/kg de alimento en los dos ambientes, suministrado durante 45 días. Después de esta fase se realizó el seguimiento gonadal, en tanto que, los indicadores de crecimiento fueron determinados hasta los 180 días.

**Resultados y discusión**

El análisis de las diferencias a nivel tisular en las gónadas de juveniles de *C. undecimalis* feminizados en ambientes marino y dulceacuícola reveló que, en el día 0, ambos grupos presentaron características microscópicas similares, con mínima cantidad de células de Sertoli en el tejido conectivo, y sin

formación de cistos, correspondiente a organismos inmaduros en estadio 1. En el día 46, se observó un mayor desarrollo gonadal, en el tratamiento con inclusión de hormona estradiol (E<sub>2</sub>) en ambiente marino con presencia numerosas células de Sertoli y mayor densidad celular en la pared testicular. En el ambiente dulceacuícola, no se notaron evidencias de formaciones de cistos, mientras que, en el ambiente marino se encontró una mínima formación de ellos, en los que se observan espermatogonias (Figura 1). Los resultados sugieren que ambos ambientes tienen un efecto similar en el desarrollo de las gónadas, aunque el ambiente marino puede estar promoviendo una mayor diferenciación hacia el desarrollo de células germinales en comparación con el ambiente dulceacuícola.



**Figura 1.** Gónadas de juveniles de *Centropomus undecimalis* 40X. A) ambiente marino y B) ambiente dulceacuícola en tiempo 0 (sin E<sub>2</sub>); C) ambiente marino (E<sub>2</sub>) y D) ambiente dulceacuícola (E<sub>2</sub>) a los 46 días postfeminización. S: células de Sertoli, TC: Tejido Conectivo, C: Cistos, PT: Pared Testicular y EG: Espermatogonias.

El análisis estadístico no mostró mayores diferencias entre los indicadores de crecimiento, sin embargo, del factor de condición (K) entre los dos ambientes en diferentes seguimientos muestra que existen diferencias significativas entre los grupos ( $p < 0,05$ ), lo que indica que el ambiente podría estar influyendo en la condición de los peces. En general, los valores de K están por debajo de 1,0, lo que sugiere que los peces pueden estar en riesgo nutricional, enfermedad o estrés.

## Conclusiones

A los 46 días postfeminización se presentaron cambios a nivel gonadal, sin embargo, aún las gónadas están en estado indeterminado; ya que se trabajó con juveniles de róbalo de talla promedio de  $15,45 \pm 1,81$  cm y peso promedio de  $25,23 \pm 9,66$  g, los cuales se encuentran en su etapa lábil. El factor de condición (K) en el ambiente marino fue mayor, mostrando mejor desempeño en el estado de salud de *C. undecimalis*.

## Bibliografía

Avise, J. C., & Mank, J. E. (2009). Evolutionary perspectives on hermaphroditism in fishes. *Sexual development*, 3(1-2), 152-163.  
Vidal, J., Álvarez, C., Contreras, W., Reynaldo Patiño., Hernández, U y Martínez, R. (2012). Feminization of young common Snook *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) using 17 $\beta$ -estradiol. *Rev. Mar. Cost.* 4: 83-93.

## Agradecimientos

Investigación realizada en el marco del proyecto "Implementación de sistemas productivos en la piscicultura marina del róbalo para el fomento de su producción en el departamento del Magdalena" financiado por DNP (SGR), Universidad del Magdalena y Universidad de Córdoba.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## ESTUDIOS DE METILACIÓN EN TEJIDO GONADAL EN LENGUADO SENEGALÉS

Daniel Ramírez <sup>1</sup>, Carolina Peñaloza <sup>2</sup>, Robert Mukiibi <sup>2</sup>, Diego Robledo <sup>2</sup>, María Esther Rodríguez <sup>1</sup>,  
Laureana Rebordinos <sup>1</sup>

Departamento de Biomedicina, Biotecnología y Salud Pública. Área de Genética, INMAR. Universidad de Cádiz. daniel.ramirez@uca.es; mariaesther.rodriguez@uca.es; laureana.rebordinos@uca.es, The Roslin Institute and Royal (Dick) School of Veterinary Sciences, The University of Edinburgh, Scotland<sup>2</sup>

### Abstract

Senegalese sole is a species of high commercial value that presents a reproductive dysfunction in captive born and reared (F1) males. Understanding the biological mechanisms related to reproduction, sex determination and the effects of external stimuli on gonadal development is critical for its aquaculture exploitation. DNA methylation influences much of the biological processes through the regulation of gene expression acting in promoter regions. This study aims for the possible differences in methylation patterns in gonadal tissue of mature and immature male and female individuals, both wild and captive-bred (F1). Reduced-representation bisulfite sequencing allows detecting differences in the methylation profiles. An average of 1,088,080 CpGs sites were identified in the samples analyzed, with a tendency to a higher number in females than in males. Among the genes annotation results according to the location of differentially methylated CpGs regions within or close to these genes, those related to transcription regulatory factors and DNMTs stand out. Understanding the mechanisms underlying reproduction, sex determination and gonadal development is essential to promote the aquaculture of this species.

### Introducción

El lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) es una especie de alto valor comercial que presenta una disfunción reproductiva en los machos nacidos y criados en cautividad (F1) que dificulta su cultivo (de la Herrán *et al.* 2023). La metilación del ADN es un mecanismo epigenético que implica la adición enzimática de grupos metilo (CH<sub>3</sub>-) a la molécula de ADN mediante la conversión de citosina (predominantemente en los dinucleótidos CG o CpG) a 5'-metilcitosina por las ADN metiltransferasas (DNMTs). Influye en gran parte de los procesos biológicos a través de la regulación de la expresión génica, actuando en regiones promotoras y jugando un papel clave en la respuesta de un organismo a los estímulos internos y externos (Mukiibi *et al.* 2022). El presente estudio tiene como objetivo estudiar las posibles diferencias de metilación en tejido gonadal de individuos machos y hembras, maduros e inmaduros, tanto salvajes como F1. La secuenciación por bisulfito consiste en el tratamiento del ADN con bisulfito previa secuenciación, para transformar aquellas citosinas no metiladas en timina y diferenciarlas de aquellas metiladas, con la posibilidad de detectar diferencias en los perfiles de metilación de los individuos.

### Material y métodos

Se prepararon bibliotecas a partir de ADN genómico según el protocolo *Diagenode Premium RRBS* para su secuenciación, análisis e integración con datos de expresión (RNA-seq). Para aplicar esta metodología se realizaron extracciones de ADN y ARN a partir de tejido gonadal de machos y hembras, salvajes y F1, en diferente estado de desarrollo mediante métodos específicos de extracción basados en columnas y TRIzol, respectivamente. Las muestras fueron secuenciadas con la tecnología *Illumina* y evaluadas con *FastQC 0.11.9*. El filtrado de los resultados para la eliminación de adaptadores y lecturas cortas se realizó con *TrimGalore 0.5.0*. El software *Bismark 0.22.3* se usó posteriormente para detectar las diferencias de metilación en los resultados de secuenciación, proporcionando los datos de entrada para la comparación entre clases (machos/hembras, salvaje/F1, maduro/inmaduro) con el paquete

Edqer R Studio 3.42.2 y finalmente realizar la anotación funcional (HOMER software) (Fig. 1). La integración de esta información con datos de secuenciación de ARN permite relacionar las diferencias de metilación con datos de expresión.

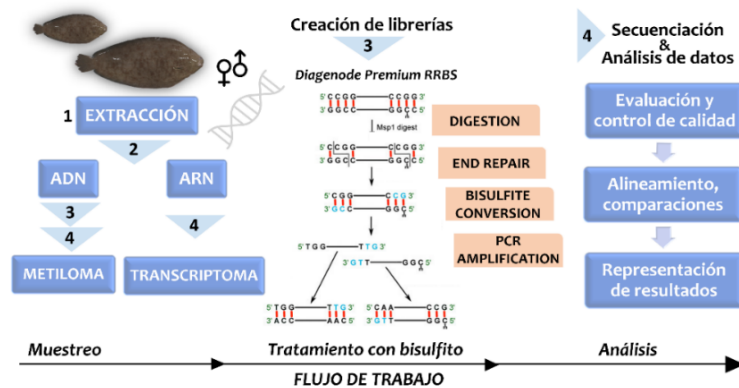


Figura 1.

de la metodología seguida

Resumen visual

### Resultados y discusión

Se localizaron más de un millón de regiones CpGs en las muestras analizadas, observando una tendencia a un mayor número en hembras que en machos, lo cual podría atribuirse a las diferencias del tejido gonadal. La comparación entre grupos permitió identificar diferencias en la metilación de estas zonas, observando las mayores diferencias al comparar grupos de diferente sexo. Entre los genes resultantes de la anotación genética en función de la localización de zonas CpGs diferencialmente metiladas dentro o próximas a estos genes destacan aquellos relacionados con factores reguladores de transcripción y DNMTs.

### Conclusiones

El estudio de las diferencias de metilación en zonas promotoras de determinados genes contribuye al conocimiento de los efectos de la metilación en la expresión génica al integrar las diferencias en los niveles de metilación con la tecnología de secuenciación de ARN, permite estudiar su correlación. Comprender los mecanismos subyacentes a la reproducción, la determinación sexual y el efecto de los estímulos externos en el desarrollo gonadal por medio de la comunicación neuronal resulta imprescindible para impulsar la acuicultura de esta especie (de la Herrán et al. 2023).

### Bibliografía

de la Herrán, R., Hermida, M., Rubiolo, J.A., et al. (2022). A chromosome-level genome assembly enables the identification of the follicle stimulating hormone receptor as the master sex-determining gene in the flatfish *Solea senegalensis*. *Mol Ecol Resour*; 2023: 1-19. doi: 10.1111/1755-0998.13750.

Mukiibi, R., Peñaloza, C., Gutierrez, A., Yáñez, J.M., Houston, R., Robledo, D. (2022). The impact of *Piscirickettsia salmonis* infection on genome-wide DNA methylation profile in Atlantic Salmon. *Genomics*. 114(6). doi: 10.1016/j.ygeno.2022.110503.

### Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por la Junta de Andalucía (FEDER, P20-00938) y una beca predoctoral asociada a proyectos en la Universidad de Cádiz (R93REC/2019).

# Comunicaciones en Póster



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ROVs SUBMARINOS COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA LA EXPLORACIÓN  
Y CONSERVACIÓN MARINA**

*Paula Warren-Jiménez<sup>1</sup>, Gojko Kremenec<sup>1</sup>*

*Andalú Sea Robótica Submarina, España, paulawarrenj3@gmail.com<sup>1</sup>*

**Abstract**

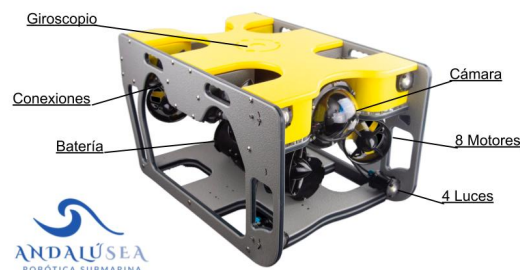
In the last decades Remotely Operated Vehicles (ROVs) have revolutionized the subaquatic industry. ROVs are versatile devices that enable the execution of a wide range of submarine tasks. In Andalú Sea Robótica Submarina, we have utilized this technology for the inspection of subaquatic structures, conducting environmental studies and assessments, and providing training experience in underwater robotics. The possibilities offered by this technology promise a bright future for marine investigation and the understanding of the ecosystems.

**Introducción**

La robótica submarina ofrece una gran cantidad de ventajas y soluciones a la hora de realizar trabajos subacuáticos. Permite recopilar información, realizar inspecciones, tomar muestras, etc. Por lo que supone una herramienta de trabajo muy útil para las industrias submarinas y la investigación, siendo la forma más rápida, eficiente y segura de realizar trabajos y expediciones subacuáticas.

**Material y métodos**

En Andalú Sea Robótica Submarina empleamos el ROV (Remotely Operated Vehicle) A1 SIBIU PRO para las inspecciones submarinas el cual alcanza profundidades de hasta 300 m, tiene capacidad de movimiento en los tres ejes del espacio en la columna de agua, está equipado con una cámara móvil en el eje vertical y con luces de potencia regulable, además puede ir equipado con otros instrumentos como pinzas móviles, GPS de posicionamiento subacuático o sensores para la medida de variables físico-químicas. Asimismo disponemos de otros modelos como SIBIU NANO que alcanza profundidades de 150 m y GNEINO T1 que posee un movimiento omnidireccional y una cámara 4K.



**Figura 1.** ROV A1 SIBIU PRO de la categoría “light work” y los elementos que lo componen, empleado por Andalú Sea Robótica Submarina en los proyectos submarinos.



## Resultados y discusión

Entre los trabajos subacuáticos llevados a cabo en Andalus Sea Robótica Submarina destacan:

- Inspección de estructuras e infraestructuras sumergidas
- Inspección de desaladoras, inmisarios y emisarios
- Localización de anclas
- Estudios de impacto medioambiental
- Estudios de biodiversidad marina y variables de carácter físico-químicas del agua
- Documentación de la evolución y distribución de especies invasoras
- Actividades educativas y de formación en el manejo de ROVs



**Figura 2.** Imágenes tomadas por el ROV A1 SIBIU PRO durante las campañas de trabajo submarino en Andalus Sea Robótica Submarina. Inspección del barco Willow en Benalmádena, Málaga (arriba, izda.); exploración y evaluación de un emisario (arriba, dcha.); estudio de una pradera de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* (abajo, izda.); descripción del estado de la invasión del alga *Rugulopteryx okamurae* en el marco del proyecto ECO<sup>2</sup> Algae (Cei-mar - UMA) (abajo, dcha.)

## Conclusiones

Los ROVs submarinos son unas herramientas indispensables para el estudio y la exploración de los entornos submarinos. Su capacidad para realizar tareas a grandes profundidades o en entornos de difícil acceso de forma remota, llevar a cabo inspecciones detalladas y la recopilación de información científica los convierte en valiosos aliados para todos los sectores relacionados con el océano. El desarrollo tecnológico y la investigación de nuevas aplicaciones en la robótica submarina ofrecen un futuro prometedor en cuanto a la observación y comprensión de los ecosistemas marinos.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LOS ERIZOS DE MAR DE AGUAS ESPAÑOLAS EN RELACIÓN CON EL INVENTARIO DE ESPECIES MARINAS SILVESTRES**

**Andrés Bujalance Silva, María Eugenia Manjón-Cabeza Clouté**

Universidad de Málaga, España, andres.bujalance@uma.es, Universidad de Málaga, España, mecloute@uma.es

**Abstract**

The study of echinoids from Spanish waters has a long history, but in the most cases they do not include species from deep habitats. Surveys carried out beyond the continental shelf are more frequent today and they will allow us to incorporate new records. The aim of this study is to update the species present in the “Official Spanish Checklist” and to make a first approach to a Spanish waters’ biogeographical study based on the water demarcations’ taxocenosis in which the Spanish waters are divided.

**Introducción**

El incremento de campañas en aguas profundas en los últimos años ha contribuido de forma sustancial al conocimiento de los equinoideos españoles y a reconsiderar su importancia funcional dentro del ecosistema (Manjón-Cabeza et al., 2021).

En este estudio se pretende actualizar el listado de especies de equinoideos existente en el “Inventario español de especies silvestres” (IEEM) (RSEM, de 17 de febrero de 2017) realizar una primera aproximación al estudio biogeográfico de las aguas españolas mediante la comparación de las taxocenosis de las demarcaciones marinas españolas.

**Material y métodos**

Para realizar la comparación entre las bases de datos públicas GBIF (<https://www.gbif.org>) y OBIS ([www.obis.org](http://www.obis.org)) con el IEEM se creó una base de datos propia a partir de los registros existentes, que fueron unificados y comparados entre sí tras ser sometidos a criterios de fiabilidad.

Para realizar esta primera aproximación al análisis biogeográfico, se realizó un estudio de regionalización, según el grado de similitud ( $P < 0,05$ ) de la composición faunística de las distintas demarcaciones en base a matrices cualitativas (Baroni-Urbani y Buser, 1976; Olivero et al., 2011).

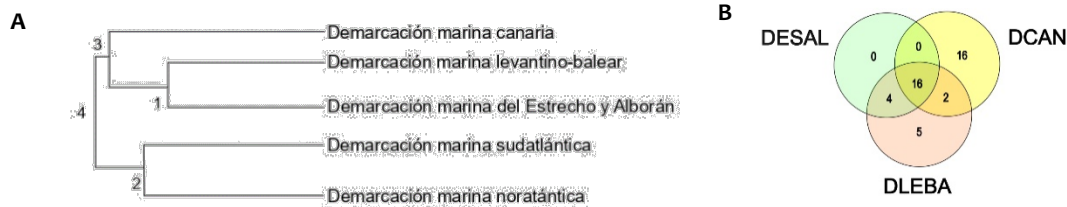
**Resultados y discusión**

De los 5650 registros iniciales, se obtuvieron 5059 registros fiables. Tras la realización de este estudio, se propone la inclusión de 5 especies nuevas no registradas en el IEEM, 4 en la demarcación marina canaria (*Diadema antillarum* (Philippi, 1845); *Echinocyamus macrostomus* (Mortensen, 1907); *Echinosigra phiale* (Thomson, 1873), *Stylocidaris lineata* (Mortensen, 1910)) y 1 en la demarcación marina noratlántica (*Pourtalesia alcocki* (Koehler, 1914)); de la misma forma que se propone el aumento de la distribución de 2 especies en la demarcación marina noratlántica (*Aceste bellidifera* (Thomson, 1877); *Holanthus expergitus* (Lovén, 1871)), y 1 especie más (*Psammechinus microtuberculatus* (Blainville,



1825)) tanto para la demarcación marina levantino-balear como para la demarcación Estrecho y Alborán.

Respecto al estudio biogeográfico, el resultado de mayor interés recae en la falta de segregación entre las demarcaciones (Figura 2.A).



**Figura 2. A:** Resultados del estudio de regionalización. **B:** Diagramas de Vann con el número de especies comunes y no comunes entre demarcación marina levantino-balear (DLEBA), canaria (DCAN) y Estrecho y Alborán (DESAL).

### Conclusiones

1. Se propone la incorporación de 5 especies en el IEEM, así como la modificación de la distribución por demarcación de 3 más.
2. Los resultados del estudio provisional de regionalización apoyarían la idea de que no existen diferencias significativas en la composición de equinoideos entre las distintas demarcaciones, lo que habría que comprobar en estudios más detallados, donde se incluyan las listas faunísticas procedentes de campañas asociadas a proyectos que aún no han publicado sus resultados.
3. Existe una desconexión aparente entre las bases de datos públicas y el IEEM debido fundamentalmente a la falta de georreferencias en la lista patrón (impidiendo el anexo de estos registros en las bases de datos públicas) y a la desactualización existente en la misma.

### Bibliografía

- Baroni-Urbani, C., Buser, M.W., (1976). Similarity of binary data. *Systematic Zoology*, 25(3), 251-259.
- GBIF.org, 2023. GBIF Home Page. Available from: <https://www.gbif.org>
- Manjón-Cabeza, M. E., Ríos, P., García-Guillén, L. M., Macías-Ramírez, A., Sánchez, F., Rodríguez, A., Rodríguez, Ibarrola, T.P. y Cristobo, J. (2021). Asteroids and Ophiuroids associated to sponge aggregations as a key of marine habitats. A compared analysis between Avilés Canyons System and Le Danois Bank. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1-17.
- Ministry of Agriculture, Food and Environment., (2017). Resolución de 17 de febrero de 2017, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se establecen tres listas patrón: la de las especies terrestres, la de las especies marinas y la de los hábitats terrestres, presentes en España. BOE-A-2017-2401.
- OBIS.org, 2023. Ocean Biodiversity Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO: [www.obis.org](http://www.obis.org).
- Olivero, J., Real, R., Márquez, A.L. (2011). Fuzzy chorotypes as a conceptual tool to improve insight into biogeographic patterns. *Systematic Biology*, 60 (5), 645-660.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**COMPORTAMIENTO DE LOS METALES DURANTE UN CICLO MAREAL EN UN ESTUARIO AFECTADO POR DRENAJE ÁCIDO DE MINA**

*Laura Sánchez<sup>1</sup>, Jonatan Romero-Matos<sup>1</sup>, Rafael Pérez-López<sup>1</sup>, Carlos Ruiz Cánovas<sup>1</sup>, María Dolores Basallote<sup>2</sup>, Maira Castellanos Vásquez<sup>1</sup>, Gerardo Amaya Yaeggy<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra y Centro de Investigación en Recursos Naturales Salud y Medioambiente (RENSMA), Universidad de Huelva, Campus "El Carmen", 21071 Huelva, España. [laura.sanchez@dct.uhu.es](mailto:laura.sanchez@dct.uhu.es) <sup>2</sup>Departamento de Ecología y Gestión Costera, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 11510, Puerto Real, Cádiz, España

**Abstract**

The Tinto River estuary is severely affected by AMD. In this work, the behaviour of metals in the particulate and dissolved phases during the mixing of acid fluvial water and alkaline sea water throughout a tidal cycle is studied. During the mixing, Fe and Al precipitate along with other metals, mainly As and Cu, respectively, acting as sinks of pollution. The previously retained As increases again in solution until it reaches 100% in the dissolved fraction above pH ~ 6.4, probably due to desorption processes. Special attention should be paid to quasi-conservative elements (Cd, Zn, Co and Ni) and As since the total amount discharged by Tinto River would practically reach the oceans.

**Introducción**

Los ríos Tinto y Odiel están gravemente afectados por drenaje ácido de mina (AMD) debido a la actividad minera desarrollada en sus cuencas desde la antigüedad. Durante la mezcla de agua ácida fluvial y agua de mar alcalina en la Ría de Huelva, el estuario donde confluyen ambos ríos, tiene lugar la neutralización de la acidez y una serie de reacciones geoquímicas que condicionan el comportamiento de los contaminantes en la transición estuarina hacia el océano Atlántico. El presente trabajo tiene como objetivo discernir con claridad el conjunto de procesos geoquímicos que controlan el comportamiento de los contaminantes durante la mezcla progresiva de agua fluvial y agua mareal. Los resultados servirían para desarrollar un modelo geoquímico que sea capaz de predecir el comportamiento de los metales ante futuras oscilaciones del nivel del mar.

**Materiales y métodos**

El punto de muestreo se sitúa en el embarcadero de San Juan del Puerto (Huelva), en el dominio fluvial del estuario del río Tinto (37°18'18", -6°51'0"). El muestreo se realizó el 18 de abril de 2023 con un coeficiente mareal de 99-102, considerado como alto para este estuario. Las muestras se tomaron utilizando un automuestreador (Teledyne ISCO) programado con una frecuencia de una hora durante 24 horas, registrando varios ciclos mareales completos. Para cada muestra se midió pH y conductividad eléctrica (CE). Todas las muestras se filtraron a través de filtros Millipore Teflon de 0,45 µm y se acidularon con HNO<sub>3</sub> suprapuro. Adicionalmente se tomaron muestras sin filtrar (pero aciduladas) para

determinar la proporción de metales asociada al material particulado. Los análisis químicos para la determinación de elementos a nivel traza y mayoritarios se realizaron mediante ICP-MS e ICP-OES.

### Resultados y discusión

Los valores de pH y CE oscilaron entre 4,47 y 7,62 y entre 43,70 y 53,00 mS cm<sup>-1</sup>, respectivamente; registrándose los valores más elevados durante la marea alta debido a la mayor influencia de agua marina (Figura 1). El progresivo aumento del pH durante el ascenso de la marea induce la precipitación de fases de Fe y Al, probablemente schwertmannita, que retira Fe(III) y As del agua, y basaluminita, que elimina Al y parte de Cu, Tierras Raras e Y, como se ha observado en otros estudios (Pérez-López et al., 2023). Durante momentos de la pleamar (13:30-19:30 y 1:30-7:30 h) se registran las mayores proporciones de Fe asociado al material particulado del ciclo, mientras que el As particulado disminuye. El As se retira de la columna de agua junto al Fe al comienzo de la subida mareal (13:30 y 1:30 h, Figura 1), sin embargo, a pH>6,43 se observa un aumento del 70% del As en disolución probablemente asociado a procesos de desorción relacionados con el punto de carga cero de la schwertmannita en ambientes alcalinos. Durante la neutralización del agua ácida del río Tinto, al superarse valores próximos a pH 5, la superficie de la schwertmannita se carga negativamente y dado que la principal especie acuosa de As es un oxianión (H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup>) se espera su desorción (Pérez-López et al., 2023). Otros elementos como Co, Cd, Ni, y Zn se encuentran en la fase disuelta en más de un 85% en las 24 muestras del ciclo mareal. Sus concentraciones son poco variables disminuyendo ligeramente durante la marea alta por dilución demostrando un comportamiento cuasi-conservativo.

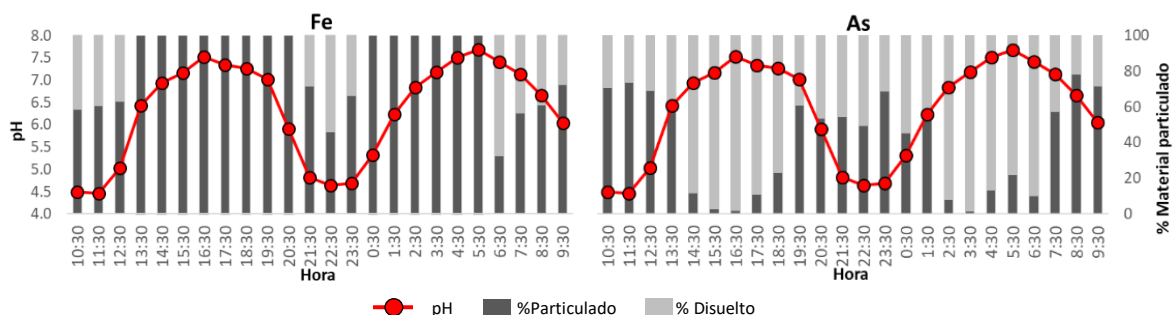


Figura 1. Evolución durante los ciclos mareales del pH y la proporción de material particulado de Fe y As.

### Conclusiones

Se debe prestar especial atención a los elementos conservativos como Cd, Co, Ni o Zn además del As, que a valores de pH cercanos a la neutralidad vuelve a estar al 100% en la fase disuelta, ya que la carga del Tinto en estos metales llegaría prácticamente en su totalidad al océano Atlántico.

### Bibliografía

Pérez-López, R., Millán-Becerro, R., Basallote, M. D., Carrero, S., Parviainen, A., Freydier, R., Macías, F., & Cánovas, C. R. (2023). Effects of seawater mixing on the mobility of trace elements in acid phosphogypsum leachates. *Mar. Pollut. Bulletin*, 187(2), 1–10.

**Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación español en el marco del proyecto de investigación TRAMPA (PID2020-119196RB-C21).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DIETA Y TALLA DEL PEZ LEÓN EN DOS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS DE CUBA**

**Laura del Río Ramos<sup>1</sup>, Rossally Pérez-Aguila<sup>1</sup>, Dorka Cobián-Rojas<sup>2</sup>, Zenaida M. Navarro-Martínez<sup>1</sup>, Leandro Rodríguez-Viera<sup>3</sup>**

Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana (CIM-UH), Cuba<sup>1</sup>, Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba<sup>2</sup>, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, España<sup>3</sup>, leandro.rodriguez@uca.es

**Abstract**

The lionfish is an exotic invasive fish native to the Indo-Pacific, which is established in the western Atlantic Ocean and the Caribbean Sea. Its presence constitutes a threat to invaded ecosystems, especially coral reefs, due to it can affect native fishes and invertebrates through direct predation or competition for food. The impact of the lionfish has been studied in different regions of Cuba, however, the information available in Marine Protected Areas (MPAs) of national significance is considered insufficient. The present study evaluates the relationship between lionfish size and diet composition in two Cuban MPAs, the Jardines de la Reina National Park (PNJR) and the Guanahacabibes National Park (PNG). Overall, 510 lionfish were captured, 244 at PNJR and 266 at PNG. Lionfish were measured and weighed. Their stomachs were removed and their contents were analyzed using frequency and numerical methods. Mean lionfish size and length-weight relationship did not differ between the two MPAs. The best-represented group in the diet was that of fishes, followed by crustaceans and mollusks; interestingly a higher number of crustaceans were found in the fish captured in the PNJR. Gobiidae, Grammatidae and Labridae were the most abundant fish families in both areas, but in PNJR the Scaridae family also predominated. The dominant fish species were *Coryphopterus hyalinus/C. personatus*, *Gramma loreto*, *Nicholsina usta* (PNJR) and *Stegastes partitus* (PNG). This is the first study that examines the feeding habits of lionfish in the PNJR, and compares it with the PNG (one of the most studied MPAs on lionfish and their effects). This research may serve as a baseline for subsequent evaluations of lionfish impact and management actions in both MPAs.

**Introducción**

El pez león se considera una especie exótica invasora que ha logrado establecerse con éxito en el Atlántico Occidental, el Caribe y recientemente en el Mediterráneo. Su presencia constituye una amenaza para los ecosistemas invadidos, en especial los arrecifes de coral, ya que puede afectar a peces e invertebrados nativos a través de la depredación directa o la competencia por el alimento y el refugio. El impacto del pez león se ha estudiado en diferentes regiones de Cuba, sin embargo, la información disponible en Áreas Marinas Protegidas (AMP) de importancia nacional se considera aún insuficiente. El presente estudio evalúa la relación entre el tamaño del pez león y la composición de su dieta en dos AMP de Cuba, el Parque Nacional Jardines de la Reina (PNJR) y el Parque Nacional Guanahacabibes (PNG).

**Material y métodos**

Se capturaron 510 peces león en hábitats de arrecifes de coral durante 2021-2023, 244 en el PNJR y 266 en el PNG. Estos fueron medidos, pesados, se registró su sexo, se obtuvo la relación longitud-peso ( $W = aL^b$ ), y se calculó la biomasa extraída en cada AMP. Se extrajeron los estómagos de cada pez león y se analizó su contenido mediante el método numérico (%N; Hyslop, 1980) y de frecuencia (%F; Rosecchi & Novaze, 1987). El contenido estomacal se analizó *in situ* o se conservó en alcohol al 90 % para su posterior identificación. Las entidades de la dieta se clasificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible, siguiendo el criterio de Guitart (1985) para los peces; Abele y Kim (1986) para los crustáceos.

## Resultados

La longitud total de los peces león fue similar entre ambas AMP ( $U=14142.5$ ;  $p = 0.09$ ); la relación longitud-peso también fue muy cercana (Tabla 1). Los peces predominaron en la dieta del pez león, seguidos de los crustáceos y moluscos; con una clara dominancia de peces en la dieta de peces león de mayor talla y un marcado aumento de los crustáceos en la dieta de los más pequeños. La dieta fue similar entre las dos AMPs (Tabla 1). Decápoda fue el orden de crustáceos mejor representado en ambas AMPs. No se observó segregación trófica por sexo en el PNG, y en el PNJR solo se observaron diferencias en el consumo de crustáceos que fue más alto en hembras, lo que puede estar asociado a tallas significativamente menores.

	PNJR	PNG
Longitud total (media $\pm$ IC) (mm)	249,76 $\pm$ 5,85	259,48 $\pm$ 7,47
Peso (media $\pm$ IC) (g)	239,08 $\pm$ 15,96	264,46 $\pm$ 22,22
Relación longitud-peso ( $W = aL^b$ )	$a=4*10^{-6}$ ; $b=3.2212$ L: 87 mm – 365 mm	$a=5*10^{-6}$ ; $b=3.1751$ L: 115 mm – 382 mm
Biomasa extraída (g)	59291	70537,87
Proporción sexual	F: 43,32 %; M: 56,68 %	F: 48,66 %; M: 51,34 %
%F	P: 88,48; C: 38,79; Mol: 2,42	P: 88,56; C: 31,34
%N	P: 39,09; C: 60,43; Mol: 0,48	P: 77,11; C: 22,89
Principales peces identificados	Gobiidae ( <i>Coryphopterus hyalinus</i> / <i>C. personatus</i> ), Scaridae ( <i>Nicholsina usta</i> ), Grammatidae ( <i>Gramma loreto</i> ) y Labridae	Gobiidae ( <i>Coryphopterus hyalinus</i> / <i>C. personatus</i> ), Grammatidae ( <i>Gramma loreto</i> ) y Labridae ( <i>Stegastes partitus</i> )

**Tabla 1.** Información morfométrica y composición de la dieta del pez león en las AMPs: PNJR y PNG. IC. Intervalos de confianza, P. Peces, C. Crustáceos, Mol. Moluscos, %F. Frecuencia porcentual de ocurrencia, %N. Porcentaje numérico.

## Conclusiones

La composición de la dieta del pez león en ambas AMP evidencia su condición de depredador oportunista, esta estuvo compuesta principalmente por diversas especies de peces y crustáceos. Se evidenció una variación en la proporción peces/crustáceos en la dieta con el aumento de la talla de los peces león, por lo que la importancia de estos grupos tiende a cambiar en distintas etapas de su desarrollo.

## Bibliografía

- Abele, L. G., y W. Kim (1986): An Illustrate Guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida. Technical Series. 8 (1).
- Guitart D. (1985): Sinopsis de los peces marinos de Cuba. Editorial Científico-Técnica, La Habana, pp.
- Hyslop, E. J. (1980): Stomach contents analysis. A review of the methods and their application. J. Fish. Biol. 7 (4): 411-430.
- Rosecchi, E. y Y. Novaze (1987): Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. Rev. Trav. Inst. Peches Marit. 49 (3-4): 11-123.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a todos los colegas tanto del PNJR como el PNG por su apoyo durante esta investigación. En especial al Dr. Fabian Pina por toda su ayuda y sugerencias. Este trabajo ha contado con apoyo de las "Ayudas María Zambrano para la atracción del talento internacional" de la Universidad de Cádiz (UCA/R155REC/2021) concedida a LRV.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESPECIFICIDAD DE DINOFLAGELADOS BENTÓNICOS DE CHARCOS  
INTERMAREALES DE CANARIAS**

**Sara Barrancos<sup>1</sup>, Nereida M. Rancel-Rodríguez<sup>2</sup>, Marta Sansón<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>GEA, Departamento de Ecología Acuática, Universitat de Vic, España.

<sup>2</sup>BOTMAR, Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de La Laguna, España.  
sara.barrancos@uvic.cat

**Abstract**

Benthic dinoflagellates have the potential to colonize marine macroalgae, yet our understanding of the patterns and variability of these microalgae on algal hosts remains limited. This research aimed to examine the composition of communities consisting of small-sized algae on various macroalgae found in infralittoral pools within a rocky platform in Tenerife. The identification of benthic dinoflagellates within each macroalgae was carried out using both light microscopy and scanning electron microscopy (SEM), allowing for a comprehensive assessment of their diversity, abundance, and potential specificity to the basophyte. While the overall abundance of benthic dinoflagellates was not exceptionally high, it is worth noting that the two most prevalent genera observed were *Coolia* and *Ostreopsis*.

**Introducción**

Los dinoflagelados están incluidos taxonómicamente en el reino Chromista. Sus representantes marinos presentan una amplia distribución desde los mares boreales a los tropicales. Representan parte importante del plancton (Burkholder *et al.*, 2006) y constituyen un componente notable de la microflora bentónica, destacando las especies epífitas en macroalgas (Okolodkov *et al.*, 2007). Algunos representantes tienen la capacidad de producir potentes toxinas que afectan al sistema nervioso de diversos animales marinos, incluyendo a los seres humanos (García-Portela *et al.*, 2016). La presencia de estos organismos está regulada por factores físicos y biológicos (Santelices, 1977). En las Islas Canarias el conocimiento de este grupo es aún parcial, aumentando en la última década debido a las enfermedades causadas por toxinas del tipo "ciguatoxina" (Yasumoto *et al.*, 1977; Fraga *et al.*, 2011), motivo por el cual se escoge este grupo para el estudio de este trabajo.

**Material y métodos**

Se recolectaron 3 réplicas de 9 especies de macroalgas en un charco infralitoral de una plataforma rocosa en Tenerife en marzo de 2018, según la metodología propuesta por Aligizaki y Nikolaidis (2008). Los hábitos se clasificaron de acuerdo con los criterios establecidos por Afonso-Carrillo y Sansón (1999). La identificación preliminar y conteo de los dinoflagelados se llevó a cabo utilizando un hemocitómetro básico con cámara Neubauer. Dada la baja densidad de células se sedimentó y se analizó todo el volumen de agua (Guillard y Sieracki, 2005). Se tomó una muestra de cada talo completo de cada macroalga enriqueciéndola en un medio de cultivo de agua de mar (L1), aislando y cultivando los dinoflagelados observados. Las características y detalles morfológicos de los dinoflagelados fueron estudiados en detalle y fotografiados en microscopio electrónico de barrido (MEB).

Se realizaron análisis estadísticos utilizando R-Studio, empleando la función *Indicator species* y los paquetes *permute*, *vegan* e *indicspecies* para determinar si existe exclusividad o fidelidad del

dinoflagelado por el macrófito, planteando tres posibles escenarios a) abundancia de dinoflagelados en las 9 especies de macroalgas, b) influencia de los grupos morfofuncionales y c) el hábito de cada macroalga. Para interpretar los datos, se llevó a cabo un análisis de ordenación por escalado multidimensional (PRIMER-R). Debido a la no normalidad de los datos se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman para comparar los modelos (R-Studio).

### Resultados y discusión

En cuanto a la abundancia y especificidad de los dinoflagelados, se observó un número reducido de células de dinoflagelados epífitos. El esporófito de *Asparagopsis taxiformis* presentó el mayor número de células por superficie y volumen (9 células en 270,46 cm<sup>2</sup> de superficie del macrófito). Se realizó un análisis de correlación de Spearman para evaluar la relación entre la disponibilidad del sustrato y los epífitos, obteniendo ausencia de exclusividad (p-valor: 0,05). Respecto a la abundancia de células de dinoflagelados el test *Indicator Species* muestra un p-valor de 0,0338 para *A. taxiformis* y *Ostreopsis* sp. Sin embargo, *Coolia* sp. mostró una mayor afinidad por los talos de hábito arborescente como *Halopteris scoparia* con un estadístico de 0,690. Los resultados obtenidos indican que el grupo morfofuncional al que pertenecen las macroalgas estudiadas no presenta diferencias significativas en relación con los dinoflagelados epífitos.

### Conclusiones

Las macroalgas arborescentes altamente ramificadas albergan una mayor cantidad de dinoflagelados, posiblemente debido a los microhábitats protegidos que proporcionan contra el impacto de las olas. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de dinoflagelados entre los diferentes grupos morfofuncionales de macroalgas. Esto sugiere que otros factores, son determinantes en la distribución y abundancia de los dinoflagelados más que la clasificación morfofuncional de las macroalgas. Es importante destacar que se necesitan más estudios para obtener conclusiones más sólidas, utilizando una combinación de evidencia morfológica, fenológica y molecular para comprender mejor la diversidad de especies de dinoflagelados, su comportamiento a lo largo del año y su distribución en una variedad más amplia de sustratos.

### Bibliografía

- Afonso-Carrillo, J. y Sansón, M. (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias*. Materiales Didácticos Universitarios. SPULL. La Laguna. 254 pp.
- Aligizaki, K. y Nikolaidis, G. (2008). Morphological identification of two tropical dinoflagellates of the genera *Gambierdiscus* and *Dinophysis* in the Mediterranean Sea. *Journal of Biological Research-Thessaloniki* 9: 75-82.
- Burkholder, J.M., Azanza, R.V. y Sako, Y. (2006). *The Ecology of Harmful Dinoflagellates*. In: Granéli, E. y Turner, T. (eds.) *Ecology of Harmful Algae*. Springer. pp 53-66.
- Fraga, S., Rodríguez, F., Caillaud, A., Diogène, J., Raho, N. y Zapata, M. (2011). *Gambierdiscus excentricus* sp. nov. (Dinophyceae), a benthic toxic dinoflagellate from the Canary Islands (NE Atlantic Ocean). *Harmful Algae* 11: 10-22.
- García-Portela, M., Riobó, P., Franco, F., Bañuelos, R. y Rodríguez, F. (2016). Genetic and toxinological characterization of North Atlantic strains of the dinoflagellate *Ostreopsis* and allelopathic interactions with toxic and non-toxic species from the genera *Prorocentrum*, *Coolia* and *Gambierdiscus*. *Harmful algae* 60: 57-69.
- Guillard, R. y Sieracki, M.S. (2005). *Counting cells in cultures with the light microscope*. In: Andersen, R. A. (ed.), *Algal culturing techniques*. Elsevier. pp 239-252.
- Okolodkov, Y. B., Campos-Bautista, G., Gárate-Lizárraga, I., González-González, J. A. G., Hoppenrath, M. y Arenas, V. 2007. Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquatic Microbial Ecology* 47: 223-237.
- Santelices, B. (1977). *Ecología de las algas marinas bentónicas-efecto de factores ambientales*. Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones. Instituto de Ciencias Biológicas. Documento de la Dirección General de Investigaciones.
- Yasumoto, T., Nakajima, I., Bagnis, R. y Adachi, R. (1977). Finding of a dinoflagellate as a likely culprit of ciguatera. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 43: 1021-1026.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EXPLORANDO LA COMPLEJIDAD DEL CAÑÓN DE CEUTA: MORFOLOGÍAS  
DEPRESIVAS TIPO POCKMARK EN UN MARCO HETEROGÉNEO**

*Elizabeth Blázquez<sup>1</sup>, M. Carmen Fernández-Puga<sup>2</sup>, María del Mar Cerdera<sup>3</sup>, David Van Rooij<sup>4</sup>, Carmen Juan<sup>5</sup>*

*Universidad de Cádiz (UCA), España, elizabeth.blazquez@uca.es<sup>1</sup>,  
mcarmen.fernandez@uca.es<sup>2</sup>, mariadelmar.cerderaperez@alum.uca.es<sup>3</sup>; Universidad de Ghent  
(UGent), Bélgica, David.vanrooij@ugent.be<sup>4</sup> Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC) centro COCAD,  
España, carmen.juan@ieo.csic.es<sup>5</sup>*

**Abstract**

The study focuses on the characterization of morphologies in the Ceuta Canyon and adjacent areas, specifically pockmarks. It was discovered that not all identified morphologies correspond to pockmarks, but some are erosional forms, particularly on the slopes near the canyon. By utilizing multibeam bathymetry data and high-resolution seismic profiles from the Grace oceanographic campaign in 2022, the internal structure of these morphologies was analyzed. These findings emphasize the complexity of the morphologies in the Ceuta Canyon and highlight the importance of a multidisciplinary approach for their accurate interpretation.

**Introducción**

El Mar de Alborán, ubicado en el extremo occidental del Mar Mediterráneo, se caracteriza por una configuración heterogénea, resultado de una compleja evolución geológica debido a la actividad tectónica principalmente desde el Mioceno hasta la actualidad (Comas et al., 1999). En el margen Marroquí, se encuentran el Cañón de Ceuta y el Ceuta Drift, dos sistemas deposicionales que han evolucionado de forma paralela y ubicados en una zona donde se han identificado además estructuras diversas que han sido relacionadas con la migración y expulsión de fluidos (Somoza et al., 2012). Las morfologías cóncavas suelen corresponder a estructuras de pockmarks, que son el resultado de expulsiones localizadas de fluidos de fuentes profundas sometidas a sobrepresión (Hovland Judd, 1988). Este estudio aborda la complejidad y diversidad de las morfologías tipo pockmark presentes en los márgenes del Cañón de Ceuta y las zonas anexas del Ceuta Drift, y destaca la importancia de un enfoque multidisciplinar para su correcta interpretación (Estrada, 2022). Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la comprensión de los procesos de migración y expulsión de fluidos, de la interacción entre grandes sistemas deposicionales y las masas de agua, y la conservación marina.

**Material y métodos**

Para la realización de este trabajo se han interpretado datos batimétricos y registros de sismica de reflexión de muy alta y media resolución, obtenidos durante la campaña oceanográfica EUROFLEETS+ - GRACE, realizada a bordo del B/O Bélgica en 2022. Para la adquisición de los datos batimétricos, se utilizó un ecosonda multihaz Kongsberg EM304. Los datos batimétricos recopilados fueron procesados utilizando los programas Caris HIPS & SIPS v.11, y para el tratamiento de la batimetría y



realización de cartografías se utilizó ArcGIS. Por otra parte, los perfiles sísmicos se obtuvieron mediante los sistemas Sparker SIG ELC820, y TOPAS PS18. Para su visualización e interpretación se utilizó el programa IHS Kingdom 2019. Estas herramientas permitieron analizar e interpretar los datos, poniendo el foco en la identificación de estructuras cóncavas similares a pockmarks, y así evaluar sus características morfológicas y su estructura interna, y proponer su origen.

### Resultados y discusión

Se han identificado tres zonas adyacentes al Cañón de Ceuta que contienen morfologías depresivas con características externas similares, pero con diferentes orígenes en su estructura interna. En la Zona 1, al norte del Ceuta Drift, las depresiones circulares se formaron debido a la influencia de corrientes longitudinales que deformaron y erosionaron los depósitos turbidíticos del margen de la Península Ibérica. En la Zona 2, sobre la terraza del Ceuta Drift, las depresiones elipsoidales muestran deformaciones y estructuras internas relacionadas con procesos de migración y expulsión de fluidos hacia la superficie. En la Zona 3, en el margen oriental del Cañón de Ceuta, las depresiones alineadas presentan estructuras internas que sugieren la presencia de procesos erosivos, indicando una influencia predominante de los procesos oceanográficos en su formación.

### Conclusiones

En este estudio se identificaron tres zonas con diferentes tipos de morfologías depresivas cerca del Cañón de Ceuta. La formación y evolución de estas depresiones están influenciadas por procesos geológicos y oceanográficos variados. Además, se observó que no todas las estructuras identificadas son pockmarks, ya que algunas presentan características erosivas en su estructura interna en dos de las zonas. Estos hallazgos resaltan la complejidad de la región y la importancia de considerar múltiples procesos en el análisis de las morfologías depresivas en el área del Cañón de Ceuta y el Ceuta Drift.

### Bibliografía

- Comas, M.C., Platt, J.P., Soto, J.I., Watts, A.B. (1999). The origin and tectonic history of the Alboran Basin: insights from ODP Leg 161 results. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results 161*, 555–580.
- Estrada, F. (2022). *Convulsive Geological Events in the Alborán Sea: Hazardous and Sedimentological Consequences*. Tesis Doctoral.
- Hovland, M, and Judd, A.G. (1988). Seabed pockmarks and seepages. *Impact on Geology, and marine Environment*, London, Graham and Trotter. 293
- Somoza, L., Medialdea, T., León, R., Ercilla, G., Vázquez, J. T., Hernández-Molina, J., González, J., Juan, C., & Fernández-Puga, M. C. (2012). Structure of mud volcano systems and pockmarks in the region of the Ceuta Contourite Depositional System (Western Alborán Sea). *Marine Geology*, 332, pp. 4-26.

### Agradecimientos

Proyecto financiado por la Comisión Europea. Convenio de subvención No 824077. <http://www.eurofleets.eu>. Nuestro más sincero agradecimiento a todo el personal de tierra y tripulación del RV Belgica (RBINS-OD Nature). Este trabajo es una contribución del grupo RNM-328 Geología y Geofísica Litoral y Marina.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTIMACIÓN DE LA CARGA ÁCIDA Y METÁLICA TRANSPORTADA POR LA CUENCA DEL RÍO ODIEL HACIA LA RÍA DE HUELVA Y EL OCÉANO ATLÁNTICO**

*Jonatan Romero-Matos<sup>1</sup>, Francisco Macías<sup>1</sup>, Carlos R. Cánovas<sup>1</sup>, Manuel Olías<sup>1</sup>, Rafael Pérez-López<sup>1</sup>, María Dolores Basallote<sup>2</sup>, Laura Sánchez<sup>1</sup>, Raúl Huertas<sup>1</sup>, José Miguel Nieto<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra y Centro de Investigación en Recursos Naturales Salud y Medioambiente (RENSMA), Universidad de Huelva, Campus "El Carmen", 21071, Huelva, España;

<sup>2</sup>Departamento de Ecología y Gestión Costera, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), 11510, Puerto Real, Cádiz, España.

jonatan.romero@dct.uhu.es

**Abstract**

The Odiel River basin is severely polluted by acid mine drainage, which implies an enormous metallic discharge into the Atlantic Ocean. The environmental management of its waters involves a deep knowledge about the numerous watercourses hydrochemistry. In this sense, the dominant discharges are produced in Riotinto Mines, Tharsis Mines and San Telmo Mine, resulting in a metal load of 11,5 ton/day transported by the Odiel River before its mouth at the Ría de Huelva estuary.

**Introducción**

La red de drenaje de la cuenca del río Odiel, ampliamente deteriorada por drenaje ácido de mina (AMD), consecuencia directa de la intensa actividad minera desarrollada en la provincia de Huelva, es la principal fuente de contaminación por metales y acidez de la Ría de Huelva, transfiriendo un importante flujo de metales hacia el Océano Atlántico (Pérez-López et al., 2023). Frente al grave estado en que se encuentra la cuenca, se plantea la restauración de sus aguas mediante diversas técnicas que fomentarían una disminución de estas descargas metálicas. No obstante, la cuenca cuenta con un gran número de fuentes productoras de AMD y largos tramos de cursos fluviales afectados por este tipo de contaminación, que hacen necesaria la caracterización hidroquímica y la determinación de sus cargas contaminantes para afrontar la difícil gestión de sus aguas. Este trabajo se centra en la estimación de las cargas disueltas de las subcuenas del Odiel en condiciones de caudal medio, actualizando la información previamente publicada.

**Material y métodos**

Se realizó un muestreo extensivo en la cuenca del Odiel para su caracterización hidrogeoquímica en enero de 2022. Se tomaron muestras de agua de cursos principales, arroyos limpios, vertidos de AMD y principales confluencias. Los parámetros fisicoquímicos se midieron en campo empleando una sonda multiparamétrica y se realizaron aforos con molinete. Las muestras fueron filtradas con filtros de nitrato de celulosa (0,45 µm) y aciduladas con HNO<sub>3</sub> suprapuro para determinar la concentración de elementos disueltos mayoritarios mediante Espectroscopía de Emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES). Adicionalmente, se determinó alcalinidad en aquellas muestras con un pH superior a 4. Los resultados se presentan aquí con valores de acidez neta y carga disuelta de metales de origen minero ( $C_D = [Al+Fe+Mn+Zn+Cu]$  (mg/L) \* Caudal (L/s)) por motivos de simplificación.

## Resultados y discusión

El río Odiel nace en la Sierra de Aracena y tiene valores de pH superiores a 7 hasta recibir los primeros lixiviados ácidos procedentes principalmente de las minas Concepción y Poderosa, entre otras, resultando en una acidez neta final de 46 mg/L eq.  $\text{CaCO}_3$  y una carga de 738 kg/día de metales. Tras la confluencia con el río Agrio, procedente de Minas de Riotinto, conocido por ser el principal aporte de contaminación al curso principal (Sánchez-España et al., 2005), la elevadísima carga metálica de este río (11 ton/día) y acidez neta (6,3 g/L eq.  $\text{CaCO}_3$ ) empeoran irremediablemente las condiciones del Odiel hasta su desembocadura en la Ría de Huelva. Esto es evidente cuando aguas abajo la carga disuelta del Odiel baja desde un valor de 11 ton/día y acidez neta de 1,9 g/L eq.  $\text{CaCO}_3$ , tras los aportes del Agrio, hasta 10,4 ton/día y 0,6 g/L eq.  $\text{CaCO}_3$  previo a su confluencia con el río Oraque. Los aportes de vertidos menores como La Zarza, Sotiel, Las Viñas o Almagrera son relativamente bajos (mín.: 42 kg/día; máx.: 568 kg/día) comparados con el Agrio. Los efectos de dilución a lo largo del curso principal son prácticamente nulos aún con la existencia de algunos arroyos alcalinos o ligeramente afectados con caudales del orden de decenas de L/s (e.g. Rivera Escalada, Rivera del Olivargas y Rivera del Villar).

El principal tributario del Odiel es el río Oraque que está contaminado por los lixiviados de Mina San Telmo (1,0 ton/día y 2,7 g/L eq.  $\text{CaCO}_3$ ) y otros vertidos ácidos menores. El río Oraque sufre importantes procesos de dilución a lo largo de su curso principal por la entrada de arroyos con aguas limpias. Hay un incremento puntual en la carga disuelta (de 0,55 a 0,71 ton/día), aunque aguas abajo la carga se diluye hasta 270 kg/día tras la confluencia con el arroyo Tamujoso. Antes de la confluencia con el río Odiel, la riera de Aguas Agrias, procedente de las Minas de Tharsis, aumenta drásticamente la carga disuelta del Oraque hasta 2,9 ton/día, suponiendo una fuente importante de contaminación en la parte baja de la subcuenca. Esto tiene consecuencias en el río Odiel, aumentando la carga transportada por éste desde 10,4 hasta 12 ton/día tras la confluencia. La riera del Meca, su segundo tributario principal, está afectado por las Minas de Tharsis, se estiman 2,3 ton/día de carga metálica, pero sus aguas quedan retenidas en el Embalse del Sancho, acidificado actualmente, y no llegan al Odiel. Previo a su desembocadura en la Ría de Huelva, el río Odiel transporta 11,5 ton/día de Al, Fe, Mn, Zn y Cu, que alcanzan el estuario.

## Conclusiones

En condiciones de caudal medio, el río Odiel transporta una gran cantidad de acidez (0,4 g/L eq.  $\text{CaCO}_3$ ) y metales de origen de minero (11,5 ton/día) hasta la ría de Huelva. Se comprueba que los principales flujos metálicos al Odiel proceden de las minas de Riotinto y Tharsis, y en menor medida de la Mina de San Telmo.

## Bibliografía

- Pérez-López, R., Millán-Becerro, R., Basallote, M. D., Carrero, S., Parviainen, A., Freydier, R., Macías, F. & Cánovas, C. R. (2023). Effects of estuarine water mixing on the mobility of trace elements in acid mine drainage leachates. *Marine Pollution Bulletin*, 187, 114491.
- Sánchez-España, J. S., Pamo, E. L., Santofimia, E., Aduvire, O., Reyes, J., & Baretino, D. (2005). Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt (Odiel river watershed, Huelva, SW Spain): geochemistry, mineralogy and environmental implications. *Applied Geochemistry*, 20(7), 1320-1356.

**Agradecimientos** El presente trabajo ha sido financiado por el proyecto TRAMPA (Ref. PID2020-119196RB-C21) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. J. Romero-Matos es beneficiario de una beca FPU (Ministerio de Universidades, ref. FPU20/04441).

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CAMBIOS EN LOS BOSQUES MARINOS DE CANARIAS: MINIATURIZACIÓN DE LAS  
COMUNIDADES DE *Gongolaria abies-marina***

**Daniel Álvarez Canali<sup>1</sup>, Marta Sansón<sup>1</sup>, Javier Reyes<sup>1</sup>, Laura Martín-García<sup>1,2</sup>, Nereida M. Rancel-Rodríguez<sup>1</sup>, Carlos Sangil<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>BOTMAR, Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de La Laguna, España.

<sup>2</sup>Centro Oceanográfico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), España.

dalvarec@ull.edu.es

**Abstract**

Marine forests dominated by brown algae are declining worldwide due to environmental and human impacts. These losses are governed by changes in the dominance of the species, with the substitution of macrophytes by turfs or barrens as a general trend. *Gongolaria abies-marina* forests are in a drastic decline in the Canary Islands, with reductions of more than 90% of their historical distribution. This study describes the changes in these *G. abies-marina* forests in the last 40 years. Results show that *G. abies-marina* populations have been replaced by less complex species, with a subsequent decrease in the structure, functionality, and ecosystem services.

**Introducción**

Los bosques marinos son ecosistemas dominados por macroalgas presentes en todas las costas del mundo, que crean hábitats para diversos organismos y proveen importantes servicios ecosistémicos al ser humano (Wernberg & Filbee-Dexter, 2019). En su mayoría se trata de ecosistemas dominados por algas pardas (Phaeophyceae) de gran porte, como Laminariales, Tilopteridales, Desmarestiales y Fucales (Fragkopoulou et al., 2022). Estos bosques submarinos están en declive a nivel global, con reducciones importantes en sus áreas de distribución (Krumhansl et al., 2016), viéndose sustituidos por comunidades de algas cespitosas ('turfs') o blanquiales que no proveen al ecosistema de los mismos servicios (Filbee-Dexter & Wernberg, 2018). En las islas Canarias, *Gongolaria abies-marina* formó extensos bosques submarinos en el pasado, pero ha perdido más del 90% de sus poblaciones debido a la presión humana y a variables relacionadas con el cambio climático (Valdazo et al., 2017; Martín García et al., 2022). Tras esta regresión, no se han realizado estudios que analicen los cambios en la composición y estructura de estos ecosistemas costeros. En este trabajo se muestran los cambios en estos bosques submarinos en los últimos 40 años.

**Material y métodos**

Para estudiar los cambios en los bosques submarinos se recopilaron datos históricos de cobertura de especies de algas a partir de publicaciones e informes técnicos entre 1979 y 2001 en 27 localidades del archipiélago con presencia de *G. abies-marina*. De igual forma, se repitieron muestreos entre 2017 y 2021 en las mismas localidades utilizando la misma metodología que en los estudios históricos. Los datos brutos de cobertura fueron homogeneizados según una escala semicuantitativa de 6 clases y las especies fueron categorizadas en cinco grupos: *G. abies-marina*, otras algas pardas grandes, algas carnosas, algas costrosas y algas cespitosas. Los datos fueron analizados mediante análisis permutacional multivariante de la varianza (PERMANOVA) y análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (nMDS).

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023

## Resultados y discusión

Los datos muestran un cambio en las comunidades marinas históricamente dominadas por *Gongolaria abies-marina*. Aunque la especie sigue presente en la mayoría de las localidades estudiadas, ha ocurrido una drástica disminución en su cobertura, siendo sustituida por otras especies de sotobosque que ya estaban presentes en el pasado, constituyendo comunidades más heterogéneas en su composición. La disminución en cobertura ha sido similar en todas las islas, pero las nuevas comunidades presentan diferencias en las especies dominantes en las distintas islas, en un proceso generalmente denominado miniaturización de los ecosistemas (Pessarrodona et al., 2021), con la consecuente pérdida de complejidad estructural, funcionalidad y servicios ecosistémicos. Aún así, algunas localidades en la vertiente norte de las islas parecen actuar como refugio para esta especie, y presentan bosques con mayores coberturas que en el resto de la costa.

## Conclusiones

En los últimos 40 años los bosques submarinos de *Gongolaria abies-marina* han sufrido importantes cambios en su composición y estructura en el archipiélago canario. Esta especie estructurante que antaño dominaba en los fondos rocosos de Canarias ha sido reemplazada por otras de menor porte, en un proceso generalizado de miniaturización de las comunidades, con una importante pérdida de la complejidad estructural en los ecosistemas. Estos cambios son especialmente notables en las vertientes sur de las islas, donde la reducción ha sido aún mayor, mientras que algunas localidades del norte parecen actuar como refugios, donde aún se preservan algunos de estos bosques submarinos.

## Bibliografía

- Filbee-Dexter, K., & Wernberg, T. (2018). Rise of Turfs: A new battleground for globally declining kelp forests. *BioScience*, 68(2), 64–76.
- Fragkopoulou, E., Serrão, E. A., De Clerck, O., Costello, M. J., Araújo, M. B., Duarte, C. M., Krause-Jensen, D., & Assis, J. (2022). Global biodiversity patterns of marine forests of brown macroalgae. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 31(4), 636–648.
- Krumhansl, K. A., Okamoto, D. K., Rassweiler, A., Novak, M., Bolton, J. J., Cavanaugh, K. C., Connell, S. D., Johnson, C. R., Konar, B., Ling, S. D., Micheli, F., Norderhaug, K. M., Pérez-Matus, A., Sousa-Pinto, I., Reed, D. C., Salomon, A. K., Shears, N. T., Wernberg, T., Anderson, R. J., ... Byrnes, J. E. K. (2016). Global patterns of kelp forest change over the past half-century. *PNAS*, 113(48), 13785–13790.
- Martín García, L., Rancel-Rodríguez, N. M., Sangil, C., Reyes, J., Benito, B. M., Orellana, S., & Sansón, M. (2022). Environmental and human factors drive the subtropical marine forests of *Gongolaria abies-marina* to extinction. *Mar. Environ. Res.*, 181, 105759.
- Pessarrodona, A., Filbee-Dexter, K., Alcoverro, T., Boada, J., Feehan, C. J., Fredriksen, S., Grace, S. P., Nakamura, Y., Narvaez, C. A., Norderhaug, K. M., & Wernberg, T. (2021). Homogenization and miniaturization of habitat structure in temperate marine forests. *Glob. Chang. Biol.*, 27(20), 5262–5275.
- Valdazo, J., Viera-Rodríguez, M. A., Espino, F., Haroun, R., & Tuya, F. (2017). Massive decline of *Cystoseira abies-marina* forests in Gran Canaria Island (Canary Islands, eastern Atlantic). *Sci. Mar.*, 81(4), 499–507.
- Wernberg, T., & Filbee-Dexter, K. (2019). Missing the marine forest for the trees. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 612, 209–215.

**Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación “Análisis de la distribución histórica y distribución actual de las especies de *Cystoseira abies-marina*, *Cystoseira tamariscifolia* y *Cystoseira mauritanica* en la provincia occidental canaria para la toma de decisiones en la elaboración de sus planes de recuperación” y “Seguimiento de especies y hábitats indicadores de cambio climático a largo plazo en el archipiélago canario”, cofinanciados por el Programa Operativo FEDER Canarias (2014-2020) y Gobierno de Canarias.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PHOTOSYNTHESIS IMPACT OF POTENTIAL AGRI-INDUSTRIAL AND  
PHARMACEUTICAL CONTAMINANTS IN A MARINE DINOFLAGELLATE**

**S. Kichouh-Aiadi<sup>1</sup>, J.J. Gallardo-Rodríguez<sup>1</sup>, M. C. Cerón-García<sup>1</sup>, L. López-Rosales<sup>1</sup>, F. García-Camacho<sup>1</sup>,  
A. Sánchez-Mirón<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, CIAMBITAL Research Centre, University of Almería.  
ska398@ual.es

**Abstract**

Contaminants from various sources pose a significant risk of pollution of marine environments impacting biodiversity and function. Microalgae are ubiquitous in water environments and play a crucial role in global carbon cycles. Since they are very sensitive to these substances, they can serve as ecological indicators. This study investigated the toxic effects of various agroindustrial and pharmacological contaminants on the marine dinoflagellate *Amphidinium carterae*. Exposure to these contaminants resulted in rapid and evident deterioration and photoinhibition of the photosystem II, which had a significant impact on the primary photochemistry of the microalga.

**Introduction**

Contaminants from industrial, pharmaceutical, personal care, and agricultural sources pose a significant pollution risk to marine and coastal environments. Microalgae, due to their simple structure and short life cycle, are highly sensitive to these hazardous substances (Sun et al., 2020). They serve as early indicators of ecological impacts. Changes in their physiological ecology can have far-reaching effects on higher trophic levels and overall biodiversity, structure, and function of aquatic ecosystems. Microalgae, including marine dinoflagellate, play a crucial role in global carbon cycles and climate regulation (Hackett et al., 2004). Toxicity testing in microalgae is a rapid and effective approach to assess ecotoxicity and serves as an early warning system for potential hazardous substances in the environment (Stone et al., 2019). In this study, the objective was to evaluate the impact of various potential contaminants, such as suberoylanilide hydroxamic acid (SAHA), sodium butyrate (SOBUT), jasplakinolide (JASP), and tricyclazol (TCZ), on the photosynthetic activity of *Amphidinium carterae*. These contaminants were selected for their potential and/or common use in pharmacology or agri-industrial practices.

**Material and methods**

*A. carterae* was exposed to three different concentrations of SAHA (150, 375, 600  $\mu\text{M}$ ), SOBUT (150, 375, 600  $\mu\text{M}$ ), TCZ (8, 20, 32  $\mu\text{M}$ ), and JASP (17.6, 44, 70.5  $\text{pM}$ ) over a period of 15 days. Cultures were grown in static T-flasks (100 mL) using a modified f/2 Guillard medium. The illumination followed a light/dark pattern (12:12 h; 300  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ). The growth of the culture was periodically monitored by measuring the absorbance at 720 nm. The chlorophyll *a* fluorescence transient (OJIP) of microalgae was measured using the Aquapen instrument (Photon Systems Instruments, AP-C 100, Brno, Czech Republic). Before measurements, the algal culture was dark-adapted at 25 °C for 30 minutes. The fluorescence data was recorded with a variable sampling rate ranging from 20 ms to 1 s.

## Results and discussion

SAHA and TCZ provoked a biomass reduction compared to the control culture. That was not the case for SOBUT and JASP. However, all substances affected the photosynthesis, although differently. The results obtained show the effect on the photosynthesis activity of the different concentrations of the contaminants assayed. Among the substances that resulted in a reduction in biomass productivity, two patterns can be observed. For SAHA, increases in ABS/RC (absorption flux (of antenna Chls) per reaction center (RC)), TRo/RC (trapping flux per PSII RC), ETo/RC (electron transport flux per RC (at  $t = 0$ )), and DIo/RC (dissipated energy flux per RC (at  $t = 0$ )) were observed (ABS/RC (increased x4) and DIo/RC (increased x10)) being the most significant). However, for TCZ, greater increases were observed in TRo/RC, ETo/RC, ETo/ABS (quantum yield for electron transport (ET) (at  $t = 0$ )), and ETo/RC. SOBUT and JASP showed similar patterns, with an increase in ABS/RC, TRo/RC, ETo/RC, DIo/RC, and slight decreases in the rest. The most significant changes occurred in ABS/RC and DIo/RC for SAHA, SOBUT, and JASP. In TCZ the most significant was ETo/RC. It was observed that all contaminants cause changes in photosynthetic activity. The observed effect was dose dependent. In situations where PSII RC units are mostly inactivated, the chlorophyll content per remaining active PSII RC (ABS/RC) increased, indicating slower deterioration of chlorophyll compared to the inactivation of PSII RC. This is compatible with induced damage by reactive oxygen species (ROS) (Saison et al., 2010). Due to the inactivation of PSII RC, which impaired their ability to trap photons, there was an increase in the rate of energy dissipation of non-trapped excitations, resulting in an elevation of the parameter DIo/RC. The negative effect caused by TCZ was explained through the increase in ETo/RC. This implies an augmented reoxidation of reduced  $Q_A$  through electron transport within active reaction centers (RCs). This increase occurs due to a reduced number of active RCs, indicating a deterioration in the overall population of active RCs (Appenroth et al., 2001).

## Conclusions

In this work, we have evaluated different contaminants such as Tricyclazole, a fungicide widely used in agri-industrial and other pharmacological contaminants (eg., SAHA, SOBUT, JASP). The results showed a damaging effect in the marine model dinoflagellate *A. carterae* at relatively low concentrations. The results of the present study also suggest that the OJIP test in microalgae can be used to localize the toxicity of compounds in marine environments.

## Bibliography

- Appenroth, K. J., Stöckel, J., Srivastava, A., & Strasser, R. J. (2001). Multiple effects of chromate on the photosynthetic apparatus of *Spirodela polyrrhiza* as probed by OJIP chlorophyll a fluorescence measurements. *Environmental Pollution*, 115(1), 49–64.
- Saison, C., Perreault, F., Daigle, J. C., Fortin, C., Claverie, J., Morin, M., & Popovic, R. (2010). Effect of core-shell copper oxide nanoparticles on cell culture morphology and photosynthesis (photosystem II energy distribution) in the green alga, *Chlamydomonas reinhardtii*. *Aquatic Toxicology*, 96(2), 109–114.
- Stone, S., Adams, M. S., Stauber, J. L., Jolley, D. F., & Warne, M. S. J. (2019). Development and application of a multispecies toxicity test with tropical freshwater microalgae. *Environmental Pollution*, 250, 97–106.
- Sun, C., Xu, Y., Hu, N., Ma, J., Sun, S., Cao, W., Klobučar, G., Hu, C., & Zhao, Y. (2020). To evaluate the toxicity of atrazine on the freshwater microalgae *Chlorella* sp. using sensitive indices indicated by photosynthetic parameters. *Chemosphere*, 244.

**Acknowledgements** This research was funded by the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness and by the European Regional Development Fund Program (Project PID2019-109476RB-C22), the General Secretariat of Universities, Research and Technology of the Andalusian Government (grant: P18-RT-2477) and the University of Almería (Puente 2020-13).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MODELADO 3D DE CHARCOS INTERMAREALES DE TENERIFE DOMINADOS POR  
ZOANTHUS PULCHELLUS: NUEVAS TÉCNICAS DE FOTOGRAMETRÍA**

**María Elisa Lambre<sup>1</sup>, Carlos González Estévez<sup>2</sup>, Sabrina Clemente Martín<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, España, [malambre@ull.edu.es](mailto:malambre@ull.edu.es)<sup>1</sup>, [carlosgonzalezestevez3@gmail.com](mailto:carlosgonzalezestevez3@gmail.com)<sup>2</sup>, [msclemen@ull.edu.es](mailto:msclemen@ull.edu.es)<sup>3</sup>

**Abstract**

In recent decades, the effects of ocean warming have become increasingly evident, altering the population structures of marine communities. In this context, it is essential to explore new methodologies that adjust to these accelerated changes and allow us to extract the maximum information to fully understand them. In this study, an evaluation of new photogrammetry and 3D modeling technique was conducted as a tool for modeling benthic communities, with the aim of studying a recent expansion of *Zoanthus pulchellus* colonies. The methodology employed in this research project allowed the creation of high-resolution 3D models and orthoimages of the eight selected intertidal pools in Punta del Hidalgo, Tenerife, which were used to measure the cover of the main sessile organisms in the benthos. The results revealed an irregular distribution of zoanths in the intertidal, with a predominance in the middle intertidal zone. This study obtained the first 3D virtual record of intertidal pools in the Canary Islands that will serve as a baseline for future spatial-temporal monitoring of zoanthid populations in the archipelago.

**Introducción**

En las últimas décadas, los efectos del calentamiento oceánico se han hecho cada vez más evidentes, alterando las estructuras poblacionales de las comunidades marinas. Ante esto, es imprescindible explorar nuevas metodologías que se ajusten a estos cambios acelerados y permitan extraer la máxima información para comprenderlos en su totalidad. En este estudio, se llevó a cabo la evaluación de una nueva técnica de fotogrametría y modelado 3D como herramienta para la modelización de comunidades bentónicas, con el objetivo de estudiar una reciente expansión de colonias de *Zoanthus pulchellus* (Anthozoa: Zoantharia) en las costas de las Islas Canarias.

**Material y métodos**

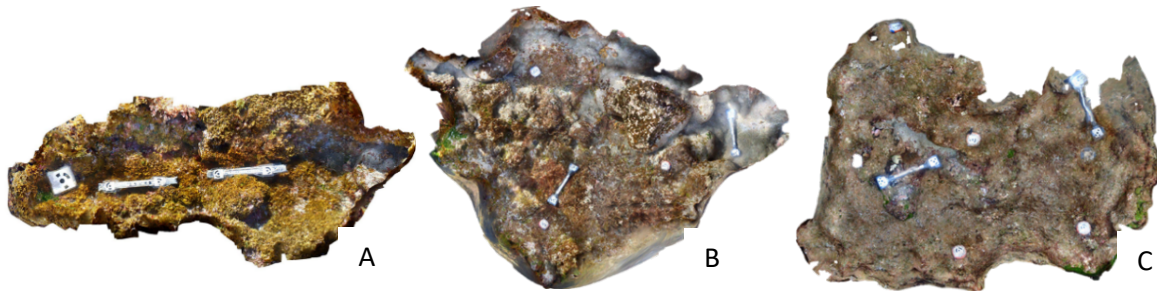
El estudio se realizó en una zona del intermareal de Punta del Hidalgo, Tenerife, caracterizada por una extensa población del zoantídeo *Zoanthus pulchellus*. Se seleccionaron 8 charcos en distintos niveles del intermareal: Inferior, medio y superior. Se realizó una recolección de imágenes submarinas del fondo de cada charco siguiendo protocolos específicos para maximizar la cobertura y superposición de imágenes (Sandin et al., 2019).

Las imágenes fueron procesadas utilizando el software Agisoft Metashape en un ordenador con alta capacidad de procesamiento para crear mapas tridimensionales de los charcos. A partir de estos modelos 3D, se generaron ortomosaicos (imágenes ortorectificada en 2D) del fondo bentónico, que fueron utilizados para medir las coberturas de *Z. pulchellus* y las macroalgas en cada charco. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un PERMANOVA para evaluar las diferencias entre las comunidades bentónicas en función del nivel del intermareal, y se realizó un análisis de coordenadas principales (PCO).



## Resultados y discusión

Se obtuvieron 8 modelos tridimensionales de los charcos mapeados y sus ortomosaicos (Figura.1). Éstos permiten el estudio no invasivo de la distribución y cobertura de las poblaciones bentónicas sésiles y sus variaciones en el tiempo (Carter et al., 2019; Edwards et al., 2017). Los datos revelaron diferencias significativas en las comunidades bentónicas a lo largo del intermareal, con una mayor cobertura de *Z. pulchellus* y algas costrosas en los charcos del intermareal medio, lo que concuerda con trabajos previos (Clemente et al., 2022; López et al., 2020), mientras que en los charcos del intermareal superior e inferior predominaban las macroalgas cespitosas y las erectas respectivamente.



**Figura 1.** Ortomosaicos de 3 charcos del intermareal de Punta del Hidalgo. A) Charco del intermareal inferior. B) Charco del intermareal medio. C) Charco del intermareal superior.

## Conclusiones

En este estudio se logró obtener el primer registro virtual en 3D de los charcos intermareales de las Islas Canarias, proporcionando una línea de base para futuros seguimientos espacio-temporales de las poblaciones de zoantídeos en el archipiélago.

## Bibliografía

- Carter, A. L., Edwards, C. B., Fox, M. D., Amir, C. G., Eynaud, Y., Johnson, M. D., ... & Smith, J. E. (2019). Changes in benthic community composition associated with the outbreak of the corallimorph, *Rhodactis howesii*, at Palmyra Atoll. *Coral Reefs*, 38, 1267-1279.
- Clemente, S., Moreno-Borges, S., Fernández-Martín, S., Lambre, M.E., Peraza, E., Zamora, N. & López, C. (2022). Expansión de zonas dominadas por zoantídeos en Canarias: causas y efectos de un nuevo hábitat en ecosistemas bentónicos someros.
- Edwards, C.B., Eynaud, Y., Williams, G.J., Pedersen, N.E., Zgliczynski, B.J., Gleason, A.C.R., Smith, J.E. & Sandin, S.A. (2017) Large-area imaging reveals biologically driven non-random spatial patterns of corals at a remote reef. *Cross Mark*.
- López, C., Moreno, S., Brito, A., & Clemente, S. (2020). Distribution of zooxanthellate zoantharians in the Canary Islands: potential indicators of ocean warming. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 233, 106519.
- Sandin, S., Zgliczynski, B., Bonito, L., Edwards, C., Pedersen, N., Sullivan, C., Arnaud, Y. & Petrovic, V. (2019) Large Area Imagery Collection & Processing Standard Operating Procedures. Scripps Institution of oceanographic U.C. San Diego. Island challenge.

## Agradecimientos

Este trabajo se benefició del proyecto de Plan Estatal de I + D + i "Retos Investigación 2018" (RTI2018-093943-A-I00) del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España, titulado "Sistemas bentónicos dominados por zoantídeos: Nuevas fases de cambio en hábitats subtropicales costeros bajo condiciones de cambio climático (ZoanSystem)".



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MICROBIAL CHARACTERISATION OF THE BIOFILM DEVELOPMENT ON *Holothuria tubulosa***

**Silke Martínez-Moreno<sup>1</sup>, Rocío Blanca-Sújar<sup>2</sup>, Seyed Mohammad Sadeghi-Nassaj<sup>3</sup>, Héctor J. Pula<sup>4</sup>, Isabel Ferrera<sup>5</sup>, Isabel Reche<sup>6</sup>**

Departamento de Ecología de la Universidad de Granada, España, [silke@ugr.es](mailto:silke@ugr.es)<sup>1</sup>, Departamento de Ecología de la Universidad de Granada, España, [roblancasu@correo.ugr.es](mailto:roblancasu@correo.ugr.es)<sup>2</sup>, Departamento de Ecología de la Universidad de Granada, España, [msadeghi@ugr.es](mailto:msadeghi@ugr.es)<sup>3</sup>, Aula del Mar Granada CEI-Mar, España, [pula@ugr.es](mailto:pula@ugr.es)<sup>4</sup>, Centro Oceanográfico de Málaga (IEO-CSIC), España, [isabel.ferrera@ieo.csic.es](mailto:isabel.ferrera@ieo.csic.es)<sup>5</sup>, Departamento de Ecología de la Universidad de Granada, España, [ireche@ugr.es](mailto:ireche@ugr.es)<sup>6</sup>

**Abstract**

Bacteria form biofilms on a myriad of surfaces. There is evidence of the existence of bacteria associated with invertebrate surfaces, where they can establish symbiotic relationships with their hosts, giving place to holobionts. Previous studies with *Holothuria tubulosa* showed that this species can reduce nitrate concentration and its biofilm houses bacteria with functional genes involved in denitrification. Due to the scarce information on invertebrate biofilm formation, here we studied how this biofilm is developed on *H. tubulosa* in comparison to an inert surface for 48h and in two environments with different nitrate concentrations. Once holothurian specimens were devoid of their biofilms, we introduce them in aquaria and took samples at different times. We used flow cytometry to determine the bacterial growth and massive sequencing of the V4 hypervariable region of the 16S rRNA to determine the bacterial richness, diversity, and composition. The results indicate that the biofilm develops more rapidly on the holothurian cuticle than on an inert object. About the bacterial communities, we have observed a predominance of Alpha- and Gammaproteobacteria groups. After 48h, the bacterial communities of water, holothurian biofilm and inert surface biofilm tend to unify, losing the richness and diversity of unique sequences of natural holothurian biofilm. This could be because the bacterial pool for colonisation may be strictly limited under aquaculture conditions. This knowledge can be useful to understand biofilm formation processes on marine invertebrates and their changes under aquaculture conditions.

**Introducción**

En ambientes marinos las bacterias se encuentran predominantemente adheridas a superficies y partículas formando biofilms (Qian *et al.*, 2022). Las bacterias pueden establecer relaciones simbióticas con invertebrados dando lugar a holobiontes. El holobionte en su conjunto amplía las funciones que puede llevar a cabo el huésped, realizando nuevos servicios a nivel de ecosistema (Gordon *et al.*, 2003). Aunque el microbioma de los equinodermos ha sido menos estudiado que el de otros invertebrados marinos, como los corales o las esponjas, se ha confirmado la presencia de genes funcionales implicados en la desnitrificación en el biofilm de *Holothuria tubulosa* (Martínez-Moreno *et al.* *In prep*). De hecho, estudios previos con *H. tubulosa* en tanques de acuicultura han demostrado que son capaces de reducir la concentración de nitratos (Sadeghi-Nassaj *et al.*, 2018). Debido a la escasa información que hay sobre la formación de biofilms en este tipo de superficies, en este trabajo estudiamos el crecimiento del biofilm sobre *H. tubulosa* en comparación con una superficie inerte durante 48h, en ambientes con distinta concentración de nitrato.

## Material y métodos

El objetivo es estudiar su dinámica de formación y examinar las diferencias entre ambos sustratos y ambientes. Para ello, pusimos a punto la técnica de citometría de flujo para caracterizar la formación de biofilms y caracterizamos los microbiomas mediante técnicas de secuenciación masiva de la región hipervariable V4 del gen ARNr 16S.

## Resultados y discusión

Mediante la técnica de citometría de flujo mostramos que el biofilm se desarrolló más rápidamente sobre la holoturia que sobre el objeto inerte. Ante un aporte externo de nitrato, los procariotas no mostraron diferencias significativas respecto a la abundancia, pero la tasa intrínseca de crecimiento fue mayor con los aportes de nitratos. Por otra parte, realizamos estudios de riqueza, diversidad, ordenación y caracterización de los microbiomas mediante el estudio de las variantes en las secuencias de los amplicones (ASVs). El análisis de ordenación (NMDS) basada en la composición de las ASVs muestra que hay una diferencia significativa de las comunidades microbianas entre el inicio y el final del experimento. Los estudios de riqueza y diversidad de las ASVs nos indican que la riqueza y la diversidad de las ASVs es mayor al inicio del experimento y que no hay diferencias significativas entre los controles y los tratamientos con aportes de nitratos. Respecto a las comunidades bacterianas, vemos en todo momento una predominancia de Alpha- y Gammaproteobacterias, de los cuales dentro de estos grupos predominaban las Rhodobacterales y las Pseudomonadales, respectivamente.

## Conclusiones

El crecimiento de los procariotas en el biofilm de *H. tubulosa* fue mayor que sobre el objeto inerte. Posiblemente, los microorganismos seleccionan preferentemente la cutícula del invertebrado para formar el biofilm ya que éste podría estar aportando elementos necesarios para su crecimiento. No detectamos diferencias significativas entre la abundancia celular de los biofilms desarrollados en un ambiente con mayor concentración de nitrógeno y el control. No obstante, la tasa intrínseca de crecimiento fue mayor en el tratamiento con aporte de nitratos. Los resultados de los distintos análisis de los ASVs nos indican que pasadas 48h las comunidades bacterianas del agua, del biofilm de las holoturias y del biofilm de la superficie inerte tienden a unificarse, perdiendo la riqueza y diversidad de ASVs que presentan los biofilms de holoturias en ambientes naturales. Esto puede ser debido a que el conjunto bacteriano de colonización puede verse restringido en las condiciones de acuicultura limitando así las especies colonizadoras del biofilm.

## Bibliografía

- Gordon, J., Knowlton, N., Relman, D. A., Rohwer, F., y Youle, M. (2013). Superorganisms and holobionts. *Microbe*, 8(4), 152-153.
- Martínez-Moreno, S., León-Palmero, E., Pula, H., Cabello, A. M., Ferrera, I. y Reche, I. Subcuticular and biofilm microbiomes in *Holothuria tubulosa* and its potential denitrification. (In prep.)
- Qian, P. Y., Cheng, A., Wang, R., y Zhang, R. (2022). Marine biofilms: diversity, interactions and biofouling. *Nature Reviews Microbiology*, 20(11), 671-684.
- Sadeghi-Nassaj, S. M., Batanero, G. L., Mazuecos, I. P., Alonso, C., y Reche, I. (2018). Sea cucumbers reduce nitrogen, bacteria and transparent exopolymer particles in *Anemonia sulcata* aquaculture tanks. *Aquaculture Research*, 49(11), 3669-3681.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## HOW DOES STABLE ISOTOPE ANALYSES IMPROVE CETACEAN KNOWLEDGE?

**Penélope Taira Dantas Suárez<sup>1</sup>, José Luis Varela Fuentes<sup>2</sup>, Margarita López Rivas<sup>3</sup>**

*Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Cadiz, Spain, taira.dansua@alum.uca.es<sup>1</sup>,  
Biology Department, University of Cádiz, International Campus of Excellence in Marine Science  
(CEI-MAR), Puerto Real, Cádiz, Spain, joseluis.varela@uca.es<sup>2</sup>, Biology Department, Marine Research  
Institute INMAR, University of Cádiz, Spain, mrivas@ual.es<sup>3</sup>*

### Abstract

Cetaceans, widely distributed predators in the oceans, play a crucial role in maintaining ecosystem stability. Their ability to cover long distances allows them to transport nutrients and contribute to food chains. Understanding their population dynamics helps us grasp their functions and ecosystem services, promoting effective conservation of both cetaceans and their habitats. This review aims to compile the use of stable isotope analysis in studying cetacean species in the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea, highlighting its contribution to expanding cetacean knowledge. The review encompasses stable isotope analysis, primarily focusing on  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ , of 46 cetacean species in the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. Additionally, the study compares stable isotope data of the same species found in both regions. Tissues analyzed in these studies primarily include skin, muscle, bone, kidneys, liver, and teeth. The results demonstrate the increasing use of stable isotope analysis in studying cetacean species over the past decades.

### Introduction

Cetaceans, as predators, are widely dispersed throughout the oceans, playing a crucial role in regulating ecosystem stability. Their ability to cover vast distances contributes to their extensive distribution, making them important carriers of nutrients and key contributors to food chains. Therefore, studying the population dynamics of these species can enhance our understanding of their functions and ecosystem services (Roman et al., 2014), providing valuable tools for the effective conservation of both these species and their habitats.

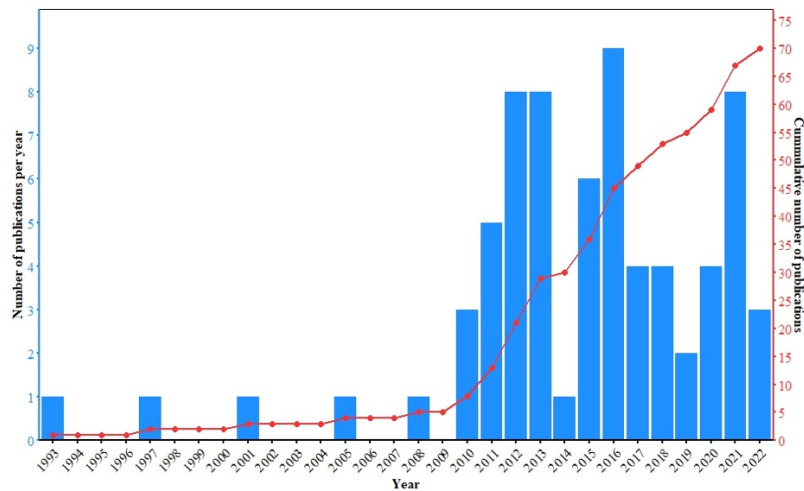
### Material and methods

The methodology used for this study is a literature review. The main search engine used to obtain bibliography for this review has been Web of Science, which has been complemented with Scopus and Google Scholar. On the first search on Web of Science using the keywords “cetacean”, “isotopes”, “Atlantic” and “Mediterranean” 115 results were obtained. After filtering and refining these documents the search was complemented with paperwork from the references of other papers that focused the investigation on certain cetacean species and the use of stable isotopes. Finally, 75 papers were selected for this review.

### Results and discussion

The representation of the number of publications studying cetaceans through stable isotope analysis from 1993 to 2022 reveals a significant increase, particularly since 2010, as depicted in Figure 1. This increase in publications can be attributed to the inherent challenges of studying highly mobile marine

mammals like cetaceans. Their feeding behavior underwater and the varied degradation rates of their prey make it difficult to gather sufficient information through direct observation or analysis of digestive contents. However, stable isotope analysis has emerged as an effective complementary method for studying cetacean ecology (Koch, 2007; Newsome et al., 2010). As a result, the number of studies utilizing stable isotope analysis has significantly grown over the past decade.



**Figure 1.** Number of publications per year, between 1993 and 2022, focusing on studies of stable isotope analysis in cetaceans in the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea, represented by the blue bars. Additionally, the red line represents the cumulative number of publications over the same period.

## Conclusions

-The number of publications utilizing stable isotope analysis in cetacean research has significantly increased, particularly since 2010.

-This increase reflects the recognition of stable isotope analysis as a powerful tool for understanding cetacean ecology and addressing the limitations of traditional methods.

-Continued advancements in stable isotope analysis techniques and the integration of multi-disciplinary approaches will further improve our understanding of cetacean ecology and support effective conservation strategies.

## References

- Koch, P. L. (2007). Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. *Stable isotopes in ecology and environmental science*, 99-154.
- Newsome, S. D., Clementz, M. T., & Koch, P. L. (2010). Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. *Marine Mammal Science*, 26(3), 509-572.
- Roman, J., Estes, J. A., Morissette, L., Smith, C., Costa, D., McCarthy, J., Nation, J. B., Nicol, S., Pershing, A., & Smetacek, V. (2014). Whales as marine ecosystem engineers. In *Frontiers in Ecology and the Environment* (Vol. 12, Issue 7, pp. 377–385). Ecological Society of America.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**SEGUIMIENTO DEL ALGA *Rugulopteryx okamurae* EN LA COSTA DEL MAR DE ALBORÁN**

**José Luis Ferres-García<sup>1</sup>, Elena Bañares<sup>1</sup>, Paula Celis-Plá<sup>2</sup>, Antonio Avilés<sup>1</sup>, Ricardo Bermejo<sup>1</sup>, Ignacio Moreu<sup>1</sup>, África Núñez<sup>1</sup>, Félix L. Figueroa<sup>1</sup>, Nathalie Korbee<sup>1</sup>**

Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul, España, [josfergar@uma.es](mailto:josfergar@uma.es)<sup>1</sup>, Universidad de Playa Ancha, Chile, [paulacelispla@upla.cl](mailto:paulacelispla@upla.cl)<sup>2</sup>

**Abstract**

*Rugulopteryx okamurae* is a macroalgae native to the Pacific Ocean, which has established itself on the northern and southern coasts of the Alborán Sea, becoming a serious problem due to its rapid growth, being included in the list of invasive species in Spain in 2020. The main problems are related to loss of biodiversity, as well as loss of money in fishing and tourism. BLUEMARO project focuses on the monitoring of the brown algae *R. okamurae* along the Andalusian coastline. The main objective is to increase the knowledge about this species, its ecologic strategies of adaptation to the environment to try to predict its continuous expansion. Within the project, there are different branches of study (oceanographic, ecophysiology, biotechnological), and here, we will focus on the benthic studies of the algae, as well as the chemical and photobiological analysis of the compounds present in it. These marine studies have been carried out during the different seasons of the year 2022-2023, in three different locations (Maro, Estepona and Tarifa). In each of these samplings, we monitored the cover of *R. okamurae* and other species in different transects. Likewise, specimens of *R. okamurae* were collected for subsequent analysis in the laboratory, to establish the existence of differences between the different settled populations, as well as their variability throughout the year. Preliminary sampling results show differences for the populations studied, and seasonal changes for the same location. Likewise, biochemical, and photosynthetic preliminary results show differences in the same terms.

**Introducción**

*R. okamurae* es un alga parda originaria del Océano Pacífico, que se ha establecido en las costas norte y sur del Mar de Alborán (Altamirano et al., 2016; El Aamri et al., 2018), convirtiéndose en un grave problema debido a su rápido crecimiento, siendo incluida en el listado de especies invasoras de España. Los principales problemas están relacionados con la pérdida de biodiversidad, la pesca, y el turismo costero (Bermejo et al., 2012; Bermejo et al., 2014). El proyecto BLUEMARO se centra en el seguimiento y estudio del alga *R. okamurae* y su evolución a lo largo del litoral andaluz. El objetivo principal es aumentar el conocimiento sobre esta especie y sus estrategias ecológicas de adaptación al medio para intentar predecir su continua expansión.

**Material y métodos**

Para la toma de datos y muestras se han realizado muestreos en las diferentes localizaciones establecidas en el proyecto: Playa del Molino de Papel, estación de Maro-Cerro Gordo; Bahía de la Plata, Estepona y Playa de la Caleta, Tarifa.

La toma de muestras se realizó mediante buceos en los diferentes puntos, en los que se establecieron tres transectos de veinte metros por localización, con cinco cuadrantes de 20x20 cm cada cinco metros. En estos se anotaron datos relacionados con la presencia de *R. okamurae*, *Posidonia oceanica* y *Cystoseira tamariscifolia*. Los datos de la columna de agua se tomaron desde barco con diferentes

equipos (Ramses, TriOS) y sondas (EXO<sub>2</sub>, YSI), obteniendo perfiles para variables fisicoquímicas en la columna de agua.

En el laboratorio se midieron las variables fotosintéticas utilizando un fluorímetro de clorofila MINI-PAM-II, obteniendo datos de curvas rápidas y parámetros derivados de éstas, así como la composición bioquímica del alga por espectrofotometría y contenido pigmentario mediante U-HPLC.

### Resultados y discusión

Los resultados preliminares apuntan a una disminución en los compuestos bioquímicos del alga y un aumento de los compuestos pigmentarios durante los meses estivales. De igual forma se produce una disminución en los parámetros fotosintéticos y en la presencia del alga en las localizaciones de Estepona y Maro durante estos mismos meses.

Inicialmente se observa cierta relación entre la temperatura del agua y la disminución en la presencia en las localizaciones, así como en los diferentes parámetros y compuestos, por lo que la temperatura parece ser un factor determinante en la supervivencia de la especie. Esto no pasa en la zona más atlántica, en la que el alga se mantiene aparentemente establecida a los mismos niveles durante todo el año.

### Conclusiones

Los datos apuntan a una relación directa entre la presencia de la especie *R. okamurae* y la temperatura en la columna de agua. Durante la segunda mitad del proyecto se pretende confirmar esta relación, así como incluir nuevas metodologías para afianzar los datos obtenidos y ampliarlos.

### Bibliografía

- Altamirano-Jeschke, M., De la Rosa Álamos, J. y Martínez Medina, F. J. 2016. Arribazones de la especie exótica *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) en el Estrecho de Gibraltar. *Algas*, 52: 20. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10630/12433>
- Bermejo, R., Mangialajo, L., Vergara, J. J., y Hernández, I. 2014. Comparison of two indices based on macrophyte assemblages to assess the ecological status of coastal waters in the transition between the Atlantic and Mediterranean eco-regions. *Journal of Applied Phycology*, 26(4): 1899–1909. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0226-x>
- Bermejo, R., Vergara, J. J. y Hernández, I. 2012. Application and reassessment of the reduced species list index for macroalgae to assess the ecological status under the Water Framework Directive in the Atlantic coast of Southern Spain. *Ecological Indicators*, 12(1): 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.008>
- El Aamri, F., Idhalla, M., y Tamsouri, M. N. 2018. Occurrence of the invasive brown seaweed *Rugulopteryx okamurae* (E. Y. Dawson) I. K. Hwang, W. J. Lee y H. S. Kim (Dictyotales, Phaeophyta) in Morocco (Mediterranean Sea). *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, 1(2): 92–96.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES Y LA TEMPERATURA SOBRE EL  
CRECIMIENTO Y LA FOTOSÍNTESIS DE LOS DIFERENTES MORFOTIPOS DEL ALGA  
PARDA INVASORA *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta)**

Jesús Rosas-Guerrero<sup>1</sup>, Raquel Carmona<sup>2</sup>, María Altamirano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España; jrosasguerrero@uma.es; altamirano@uma.es, <sup>2</sup>Departamento de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España. rcarmona@uma.es

**Abstract**

The brown seaweed *Rugulopteryx okamurae* has become a prominent presence along the Spanish coasts since 2016, causing significant disruptions in the marine ecosystem and the economy. This invasive species displays three distinct morphologies characterized by varying morphoanatomical patterns. The factors underlying the morphological changes throughout the year remain unclear, although environmental variables such as temperature and nutrient concentrations are believed to play a crucial role. Understanding the influence of these environmental factors on growth and photosynthetic activity is essential for effective management of this invasive species. This study aimed to investigate the combined effects of nutrients and temperature on the growth and photosynthesis of the three different morphotypes of *R. okamurae*. Apical parts of healthy thalli were cultivated under controlled laboratory conditions for 21 days, exposed to various temperature and combinations of nitrate and phosphate concentrations. Relative growth rates and photosynthetic parameters, estimated through PSII fluorescence, were analyzed. The results demonstrated distinct responses of the different morphotypes to nutrient availability and temperature. None of the samples exhibited a growth limitation under any treatment conditions. However, the thick showed the most significant growth and photosynthetic activity across all treatments, while the intermediate and the thin morphotype exhibited their highest values under warm temperatures. These results could be linked to observed seasonal fluctuations, contributing to identify vulnerable periods and improving management strategies for this species.

**Introducción**

La introducción de *Rugulopteryx okamurae* en las costas españolas ha generado impactos significativos tanto en los ecosistemas marinos como en la economía, con consecuencias como el desplazamiento y muerte de especies locales, así como graves repercusiones en la industria pesquera (Altamirano et al., 2021). Esta especie presenta tres morfotipos distintos tanto en su área de origen como en el sur de España, los cuales están relacionados con patrones morfoanatómicos (Sun et al., 2006; Salido & Altamirano, 2021). Aunque todavía se desconoce el desencadenante exacto de las variaciones en estos morfotipos, se cree que son las variables ambientales las que determinan su aparición y desaparición. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo determinar cómo la temperatura y la concentración de nutrientes afectan el crecimiento y la actividad fotosintética en los diferentes morfotipos de *R. okamurae*.

**Material y métodos**

Se recolectaron muestras de morfotipos intermedio, grueso y fino de *R. okamurae* frente al Faro de Calaburras, Mijas (Málaga, España) en noviembre 2021, febrero y junio 2022, respectivamente. Segmentos apicales de talos sanos se cultivaron durante 21 días bajo condiciones controladas a tres temperaturas diferentes (15, 19 y 23 °C). Se utilizaron medios de cultivo modificados con 4 combinaciones de diferentes concentraciones de nitrato y fosfato, simulando las condiciones de afloramiento (3 µM nitrato; 0,2 µM fosfato) y de estratificación (0,25 µM nitrato; 0,06 µM fosfato) en el mar de Alborán, así como la combinación entre estas. Para estudiar el efecto de los diferentes tratamientos se estimó la tasa de crecimiento relativa en función de la superficie del talo utilizando el



software *ImageJ*, así como la actividad fotosintética estimada a partir de valores de la fluorescencia de la clorofila *a* del PSII obtenidos con un fluorímetro Diving PAM. Para analizar los resultados se realizaron análisis de la varianza (ANOVA) de tres vías, estableciendo como factores el tipo de morfotipo, la temperatura y la concentración de nutrientes ( $P < 0,05$ ). En caso de encontrar diferencias significativas, se realizó una prueba *a posteriori* SNK.

### Resultados y discusión

En todos los tratamientos se observó crecimiento de las muestras. Por otro lado, tanto en las tasas relativas de crecimiento como en la actividad fotosintética se observaron diferencias en el crecimiento según el tipo de morfotipo y la temperatura a la que estuvieron sometidas, así como la combinación de los 3 factores estudiados. La concentración de nutrientes resultó un factor no significativo. El morfotipo grueso exhibió los mayores valores de crecimiento y de actividad fotosintética en todos los tratamientos. El morfotipo intermedio vio limitado su crecimiento y actividad fotosintética a bajas temperaturas, siendo su valor óptimo de temperatura a 19 °C. Por último, el morfotipo fino mostró a 23 °C las mayores tasas de crecimiento. Sin embargo, a esta temperatura la actividad fotosintética se vio limitada, exhibiendo cierto estrés en el PSII.

Estos resultados pueden apoyar la teoría de que la aparición y desaparición de los diferentes morfotipos en el ambiente se debe principalmente al factor de la temperatura, perjudicando al morfotipo fino e intermedio las temperaturas bajas. Este hecho se presencia en el entorno, ya que el morfotipo fino se relaciona con los meses de verano, y el morfotipo intermedio aparece en los meses relacionados a las estaciones de primavera y otoño, cuando todavía las temperaturas no se encuentran por debajo de los 15 °C.

### Conclusiones

Estos resultados evidencian que los diferentes morfotipos presentan requerimientos diferentes relacionados con las fluctuaciones existentes en el mar de Alborán, y que es la temperatura la que condiciona de una manera predominante a estos morfotipos, así como la combinación entre la temperatura y la concentración de nutrientes. También pone en evidencia que el morfotipo intermedio es el morfotipo más sensible a cualquier condición, resaltando que se puede tratar de un morfotipo que permite la transición entre el morfotipo fino y grueso.

### Bibliografía

- Altamirano M., De la Rosa J., Kawai H., Hanyuda T., Carmona R., Zanolla M. & Muñoz A.-R. (2021). Cryptic introduction and invasion of *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) at the Strait of Gibraltar: a real threat to the Mediterranean ecosystems. 12<sup>th</sup> International Phycological Congress (IPC), Chile, 17.
- Salido, M. & Altamirano. M. (2021). Variabilidad temporal de la morfología e invasividad de *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) en el Estrecho de Gibraltar. III Congreso Jóvenes Investigadores del Mar (JiS), 166-167
- Sun, Z., Hasegawa, K. & Tanaka, J. (2006). A Morphological Study of *Dilophus okamurae* (Dictyotales, Phaeophyceae) in Japan. *Journal of Japanese Botany*, 81: 235-244.

### Agradecimientos

Proyecto financiado por el proyecto RUGULOPTERYX (Fundación Biodiversidad) y el proyecto UMA20-FEDERJA-006 (Contribución al conocimiento de la biología y ecología del alga invasora *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotaceae, Ochrophyta) en el litoral andaluz).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CARACTERIZACIÓN VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DE *Dictyota cyanoloma*  
(OCHROPHYTA, DICTYOTALES) EN LA LOCALIDAD DE LA PLAYA DE LAS AZUCENAS,  
MAR DE ALBORAN (MOTRIL, GRANADA, ESPAÑA)**

**Soledad Hidalgo Mota<sup>1</sup>, Julio De la Rosa<sup>2</sup>**

Universidad de Granada, España, [solehm@correo.ugr.es](mailto:solehm@correo.ugr.es)<sup>1</sup>, Universidad de Granada, España,  
[jdlarosa@ugr.es](mailto:jdlarosa@ugr.es)<sup>2</sup>

### Abstract

The brown algae *Dictyota cyanoloma* Tronholm, De Clerck, A. Gómez-Garreta & Rull Lluç 2010, is an introduced species present in certain places of the Iberian Peninsula coast. In order to study its phenology, three samplings were conducted at "Azucenas" beach, in Motril, Granada. The fresh weight of the specimens present on a surface of 20 x 20 cm was measured. Subsequently 30 to 40 individuals were selected and the number of individuals with sexual and asexual reproductive structures, as well as those without, were selected. The collected data was then statistically analyzed using Rstudio. The analysis revealed significant differences in the proportion of individuals with reproductive structures when comparing the samplings of different months. This indicates that the reproductive cycle of the species varies throughout the year, consequently affecting the reproductive effort of the population. Understanding the biology of introduced species is crucial in order to anticipate potential biological invasion and to maximize environmental stewardship efforts.

### Introducción

*Dictyota cyanoloma* Tronholm, De Clerck, A. Gómez-Garreta & Rull Lluç 2010 es un alga parda introducida en el Mediterráneo que fue reportada por primera vez en la península Ibérica a finales de los años 90 como *Dictyota ciliolata*. Posteriormente gracias a estudios moleculares, se demostró se trataba de una nueva especie descrita como *D. cyanoloma* (Aragay et al., 2016), originaria de las costas de Australia. La introducción de especies aloctonas supone un potencial riesgo para los ecosistemas debido a su potencialidad para poder desarrollar un proceso invasor. (Steen et al., 2017). Hasta la actualidad la mayoría de las observaciones de *D. cyanoloma* estaban restringidas a ambientes portuarios, si bien se ha detectado un aumento de su presencia en hábitats naturales de interés (De la Rosa, et al., 2021). A fin de proporcionar medidas eficientes de gestión frente a este tipo de especies el conocimiento de la fenología reproductiva y vegetativa de estas especies es clave a la hora de decidir sobre actuaciones de gestión. En el caso de *D. cyanoloma* hay muy pocos estudios que traten su fenología reproductiva y vegetativa. En consecuencia, en este trabajo se presentan resultados preliminares del esfuerzo reproductor de *D. cyanoloma* estacionalmente, de manera que sea posible conocer mejor su ciclo de vida a lo largo del año.

### Material y métodos

En el presente estudio se realizaron tres muestreos en la playa de las Azucenas (Motril, Granada), entre enero y mayo de 2023, recolectando mediante buceo con escafandra autónoma tres réplicas de toda la biomasa de *D. cyanoloma* en una superficie del fondo marino de 20x20 cm para el cálculo del peso fresco y adicionalmente se recolectó suficiente material para el estudio morfológico y reproductivo. Las muestras se trasladaron en frío y oscuridad y se congelaron hasta su análisis. Una vez en el

laboratorio y previa descongelación, se procedió al cálculo de peso fresco y al análisis morfológico y fenología reproductiva de los individuos, para lo que se estudiaron al menos 30 individuos por muestreo. A estos resultados de peso fresco se les hicieron un análisis ANOVA con Rstudio para comprobar si las diferencias eran significativas o no, comprobando antes la homogeneidad de las varianzas con la prueba de Levene y la distribución normal de los resultados con un test de Shaphiro-Wilk. En el caso de las estructuras reproductoras los datos se sometieron al test de Fisher con Rstudio.

### Resultados y discusión

En relación con el peso fresco los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas ( $p = 0,405$ ) reflejando valores muy similares entre enero y marzo con  $457,5 \text{ gr/m}^2$  y  $415 \text{ gr/m}^2$  respectivamente casi duplicando a los encontrados en mayo con  $257,5 \text{ gr/m}^2$ , lo que refleja la fuerte estacionalidad que presenta la especie con abundante biomasa durante los periodos más fríos y menos abundante durante los periodos más cálidos. Con relación a la fenología reproductiva las diferencias en la presencia de estructuras reproductoras obtenidos en los muestreos son significativas por lo que podemos asumir que se deben a factores ambientales. En enero la mayoría de los individuos no presentan estructura reproductivas no sexuales ni vegetativas y tan solo en un 32,5% de la población se observaron esporangios de origen vegetativo. Durante los meses de marzo y mayo la presencia esporangios es mucho mayor, representando un 73,3% y un 91% de la población respectivamente. La presencia de gametangios en estos meses afecta al 13,3% y 5,7% respectivamente de la población estudiada. En estos meses la presencia de individuos sin ningún tipo de estructura es del 13,3% en marzo y del 2,8% en mayo. Estos resultados señalan un mayor esfuerzo reproductivo la época más suave.

### Conclusiones

En este estudio se pone de manifiesto un mayor desarrollo de las poblaciones de *D.cyanoloma* durante los meses de invierno y un mayor esfuerzo reproductivo en primavera.

### Bibliografía

- De la Rosa Alamos, J., Carmona, R., Gomez Garreta, A., Rull Lluch, J. & Altamirano, M. (2021). A new kid on the block: The exotic species *Dictyota cyanoloma* (Dictyotales, Ochrophyta) is spreading into natural habitats in the Mediterranean Sea. 12 Internaciotal Phycology congress. 22-26 mayo. Chile.
- Küpper, F. C., Tsiamis, K., Johansson, N. R., Peters, A. F., Salomidi, M., Manousakis, L., ... & Panayotidis, P. (2019). New records of the rare deep-water alga *Sebdenia monnardiana* (Rhodophyta) and the alien *Dictyota cyanoloma* (Phaeophyceae) and the unresolved case of deep-water kelp in the Ionian and Aegean Seas (Greece). *Botanica marina*, 62(6), 577-586.
- Sánchez Almeida, R. (2016). Morfología vegetativa y reproductora de *Tania atomaria* (Dictyotales, Phaeophyceae) en las islas Canarias. *Trabajo de Fin de Grado, Universidad de la Laguna*.
- Steen, F., Aragay, J., Zuljevic, A., Verbruggen, H., Mancuso, F. P., Bunker, F., ... & De Clerck, O. (2017). Tracing the introduction history of the brown seaweed *Dictyota cyanoloma* (Phaeophyceae, Dictyotales) in Europe. *European Journal of Phycology*, 52(1), 31-42.
- Tronholm, A., Steen, F., Tyberghein, L., Leliaert, F., Verbruggen, H., Siguan, M.A.R. & De Clerck, O. (2010). Species delimitation, taxonomy, and biogeography of *Dictyota* in Europe (Dictyotales, Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 46(6): 1301-1321.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN *Holothuria sanctori* DE TENERIFE (ISLAS CANARIAS)**

**Gloria Navalón Alajarín<sup>1</sup>, Cristina Villanova Solano<sup>1,2</sup>, Cintia Hernández-Sánchez<sup>2,3</sup>, Javier Hernández Borges<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Química, Unidad Departamental de Química Analítica, Facultad de Ciencias, España, alu0101520414@ull.edu.es<sup>1</sup>, cvillano@ull.edu.es<sup>2</sup>, jhborges@ull.edu.es,<sup>2</sup>Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, España, cvillano@ull.edu.es<sup>3</sup>Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Forense y Legal y Parasitología, Área de medicina Preventiva y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, España, chernans@ull.edu.es<sup>3</sup>

**Abstract**

*Holothuria sanctori* is an echinoderm that lives in rocky sea holes of the Canary Islands [Pérez-Ruzafa y Marcos, 1985]. Sea cucumbers may merge and move sediments containing microplastics, as it has been widely reported in the literature [Renzi et al., 2018]. The object of this study is to determine the presence of microplastics in *H. sanctori*'s gastrointestinal tract and Cuvierian tubules, which are connected with the respiratory trees. 18 sea cucumbers were sampled in Tenerife. The gastrointestinal tract and the Cuvierian tubules were digested with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and a density separation by flotation with a saturated NaCl solution was carried out in the gastrointestinal samples. They were filtered through 50 µm pore size stainless-steel filters and were visualized under a binocular stereoscopic microscope. The microplastics found were characterized by shape, size and color. Their composition was determined by microFourier transform infrared spectroscopy (micro-FTIR).

**Introducción**

Desde 1950 la producción mundial de plásticos se ha incrementado considerablemente. Fenómenos como la fotooxidación, entre otros, degradan los plásticos hasta el tamaño de microplástico (MP) (Crawford y Quinn, 2017), que pueden ser ingeridos por animales marinos como son las holoturias. *Holothuria sanctori* es una especie que destaca por su alimentación sedimentívora.

**Material y métodos**

Se recolectaron 18 individuos en charcos intermareales de Tenerife mediante *snorkel*. Se diseccionaron, extrayendo los túbulos de Cuvier y el tracto gastrointestinal. Las muestras se digirieron con 20 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por gramo de tejido y se mantuvieron en la estufa durante 48 horas. Las de tracto gastrointestinal se sometieron a una separación por densidad con una disolución saturada de NaCl y todas las muestras se filtraron a través de filtros de 50 µm. Se procedió a su observación en la lupa binocular estereoscópica para la cuantificación y caracterización de los MPs. Finalmente, se analizó la composición química de algunos de los MPs encontrados utilizando un microFTIR. Se realizó el Test no Paramétrico de Kruskal Wallis para comprobar la posible existencia de diferencias significativas entre la concentración de MPs en los tejidos.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1. Estas distribuciones son muy similares a aquellas aportadas por Villanova-Solano et al. (2022) sobre los MPs encontrados en los sedimentos marinos de la isla de La Palma (Islas Canarias). Además, se observan diferencias significativas entre los tejidos.

Tejido	Nº total MPs	Forma	Colores	Concentración media (ítems/individuo)	Concentración media (ítems/gramo)	Composición química
Tracto gastrointestinal	168	Fibras (88,7%) Films (7,1%) Fragmentos (3,6%) Foam (0,6%)	Azul (50%) Transparente (42%) Rojo (5%)	9,2 ± 3,3	1,0 ± 0,6	Celulosa (71%) Poliéster (16%)
Túbulos de Cuvier	45	Fibras (95,6%) Films (2,2%) Fragmentos (2,2%)	Transparente (67%) Azul (31%) Rojo (2%)	2,7 ± 3,4	0,5 ± 0,5	Celulosa (77%) Poliéster (15%)

**Tabla 1.** Principales resultados del análisis de la presencia de MPs en *H. sanctori* de Tenerife.

## Conclusiones

Se encontraron MPs en el tracto gastrointestinal y en los túbulos de Cuvier de las muestras de *Holothuria sanctori* de Tenerife. Predominaron las fibras de color transparente y azul, de las cuales la mayoría fueron fibras celulósicas tanto naturales como sintéticas, así como de poliéster. Actualmente se está estudiando cuál podría ser el impacto de los MPs en holoturias, como *Holothuria sanctori*, una especie fundamental en los ecosistemas canarios por su función bioturbadora.

## Bibliografía

- Crawford, C. y Quinn, B. (2017). Microplastic identification techniques. Microplastic pollutants, 219-267. Elsevier. United Kingdom.
- Villanova-Solano, C., Díaz-Peña, F. J., Hernández-Sánchez, C., González-Sálamo, J., González-Pleiter, M., Vega-Moreno, D., Fernández-Piñas, F., Fraile-Nuez, E., Machín, F., y Hernández-Borges, J. (2022). Microplastic pollution in sublittoral coastal sediments of a North Atlantic Island: The case of La Palma (Canary Islands, Spain). *Chemosphere*, 288: 132530.
- Pérez- Ruzafa, A. y Marcos, C. (1985). Técnicas de recolección y estudio en la clase Holothuroidea. Generalidades, sistemática, ecología, biología y comportamiento. *Anales de Biología*, 3:13-35
- Renzi, M., Blašković, A., Bernardi, G., y Russo, G. F. (2018). Plastic litter transfer from sediments towards marine trophic webs: A case study on holothurians. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 376–385.

**Agradecimientos** Los autores quieren agradecer el apoyo financiero del Cabildo de La Palma y del programa de Cooperación Transnacional Azores-Madeira-Islas Canarias (proyecto IMPLAMAC), financiado con fondos FEDER.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**VARAMIENTOS DE CETÁCEOS EN EL MAR MEDITERRÁNEO**

**José Luis Molina Pardo, Sergio López Martínez, Francisco Javier Sánchez Camacho, Azucena Laguía Allué, Marina del Álamo Montes, Manuel Sánchez Robles, Esther Giménez Luque**

Centro de Investigación en Colecciones Científicas de la Universidad de Almería (CECOUAL). Universidad de Almería. Ctra. Sacramento, s/n, 04120, La Cañada de San Urbano (Almería), España. jmp647@ual.es

**Abstract**

The Mediterranean Sea, a biodiversity hotspot, is home to an enormous biological richness and species of conservation interest such as cetaceans. Strandings of cetaceans are a valuable source of information on their distribution, threats and conservation status. In this work, 13,326 strandings were recorded in the period 1990-2023, with the highest concentration in the western basin and the Alboran Sea. The striped dolphin was the most frequently stranded species. It is necessary to maintain and improve stranding networks and strengthen collaboration between countries. Databases such as MEDACES favor open access to data and knowledge generation. It is also essential to continue increasing awareness and protection of these mammals in the Mediterranean.

**Introducción**

Los cetáceos, un grupo de mamíferos adaptados a la vida acuática, se dividen en misticetos (ballenas barbadas) y odontocetos (cetáceos dentados). Estos animales desempeñan un papel crucial en los ecosistemas marinos y son considerados bioindicadores de calidad ambiental por su posición en la cadena trófica, su amplia distribución, longevidad y capacidad de bioacumulación de toxinas en sus tejidos. Desafortunadamente, muchas especies de cetáceos están amenazadas, principalmente como consecuencia de las actividades humanas. Es de vital importancia llevar a cabo un monitoreo exhaustivo de las poblaciones de cetáceos, analizar sus amenazas y diagnosticar su estado de conservación. Esto es especialmente relevante en puntos calientes de biodiversidad marina como el mar mediterráneo.

El monitoreo de cetáceos es complejo debido a su amplia distribución, a que son capaces de realizar grandes desplazamientos y a que pueden pasar desapercibidos al estar sumergidos. Aunque existen diferentes métodos de monitoreo, como la observación desde tierra o transectos en barco, los varamientos siguen siendo una herramienta útil y la principal fuente de información para comprender la distribución de especies esquivas, como los zifios. Un varamiento ocurre cuando los animales mueren o se debilitan en el mar y son arrastrados pasivamente a la costa por la acción del viento y las olas. Estos eventos brindan una oportunidad única para recopilar datos valiosos sobre la presencia, abundancia y estado de las poblaciones de cetáceos. Los investigadores y científicos pueden examinar los cuerpos y determinar la causa de la muerte y obtener información sobre su dieta, genética o niveles de contaminación. Sin embargo, la recolección de datos de varamientos y el número de muestras suelen ser limitados. Ya sea por un estado avanzado de descomposición de los cuerpos, por la dificultad para acceder a áreas remotas o por la falta de coordinación o presupuesto para realizar las necropsias.

## Material y métodos

Área de estudio: El Mediterráneo es un mar rodeado por Europa, África y Asia, que está conectado con el Océano Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar y al Mar Rojo y el Océano Índico mediante el Canal de Suez. Se caracteriza por presentar fuertes gradientes ambientales, siendo más oligotrófico en el extremo oriental que en el occidental. El Mar Mediterráneo es considerado un punto caliente de biodiversidad marina y alberga una amplia variedad de especies endémicas y emblemáticas, como las tortugas marinas o los cetáceos. Recopilación de datos sobre los varamientos de cetáceos y delimitación de áreas: El número de varamientos de cetáceos, por especie y año, se obtuvo de la Base de Datos MEDACES, Mediterranean Database of Cetacean Strandings, para el periodo 1900-2023. Los registros obtenidos se analizaron atendiendo a once subdivisiones geográficas del mar mediterráneo (estrecho de Gibraltar, mar de Alborán, mar Baleárico, mar de Liguria, mar Tirreno, mar Adriático, mar Jónico, mar Egeo, mar de Mármara, cuenca mediterránea oriental y cuenca mediterránea occidental) (Flanders Marine Institute, 2018).

## Resultados y discusión

En el mar Mediterráneo, se han contabilizado 13326 varamientos en el período 1990-2023. Aproximadamente el 35% (n=4580) de los varamientos registrados se produjeron en la cuenca occidental del mar mediterráneo, el 18,5 % (n=2465) en el mar de Alborán, el 17,5 % (n=2328) en el mar Baleárico y el 6% (n= 797) en el Mar Egeo. Se han registrado 29 especies diferentes de cetáceos (Odontoceti n=22; Mysticeti n=7). El Delfín listado, *Stenella coeruleoalba*, fue la especie con mayor contribución de varamientos respecto al cómputo total (43,34%, n=5776). En segundo lugar, el delfín mular, *Tursiops truncatus* (16%, n=2144) y en tercer lugar el Delfín común *Delphinus delphis* (9%, n=1183). Las especies con menor representación (un único varamiento) fueron el delfín de hocico blanco (*Lagenorhynchus albirostris*), el cachalote enano (*Kogia sima*), el rorcual azul (*Balaenoptera musculus*) y el rorcual boreal (*Balaenoptera borealis*).

## Conclusiones

Destaca el número de personas y organismos dedicados al estudio de estos mamíferos marinos. No obstante, es recomendable el mantenimiento y mejora de programas de vigilancia y respuesta ante varamientos, así como la colaboración entre países mediterráneos para abordar de manera conjunta los desafíos relacionados con la conservación de los cetáceos en la región. Bases de datos como la Base de Datos MEDACES, Mediterranean Database of Cetacean Strandings, accesibles para investigadores, gestores y público general, promueven la ciencia en abierto, y por lo tanto, la reutilización de los datos y la producción de nuevo conocimiento.

## Bibliografía

- Flanders Marine Institute (2018). IHO Sea Areas, version 3. Available online at <https://www.marinerregions.org/>. <https://doi.org/10.14284/323>
- Fecher, B.; Friesike, S. Open Science: One Term, Five Schools of Thought. In *Opening Science*; Bartling S., Friesike S., Eds.; Springer: Cham, 2014; pp. 17–47.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTO DE LA PESQUERÍA DE RED DE ENMALLE A LA DERIVA EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR SOBRE LAS POBLACIONES DE *Alopias superciliosus* y PATRONES MIGRATORIOS**

**Mario Alberto García<sup>1</sup>, José Carlos Báez<sup>2</sup>, José Miguel de la Serna<sup>3</sup>, Enrique Majuelos<sup>4</sup>, David Macías<sup>5</sup>**

Universidad de Alicante, [albertoghorcajuelo@gmail.com](mailto:albertoghorcajuelo@gmail.com)<sup>1</sup>; Instituto Español de Oceanografía, España<sup>1-5</sup>.

**Abstract**

In the late 1980s and early 1990s, a drift gillnet fishery was conducted in the waters of the Strait of Gibraltar in which large quantities of *Alopias superciliosus*, a rare pelagic shark species in the Mediterranean, were caught. The aim of this work was to characterise this catch using data from an observer programme in the fishery. It was found that the fishery activity had a negative impact on the population of the species and that there were seasonal patterns possibly related to a reproductive migration

**Introducción.**

El pez zorro negro, *Alopias superciliosus*, es una especie mesopelágica que habita tanto la zona nerítica como la oceánica en aguas tropicales y templadas (Compagno, 2001). Las poblaciones de esta especie son muy susceptibles a la explotación pesquera debido a su baja productividad (Cortés *et al.*, 2010). De hecho, se estima que durante el último siglo, sus poblaciones han disminuido un 99.99% en el Mediterráneo (Ferretti *et al.*, 2008). Sin embargo, a finales de los años 80 y principio de los 90, era habitual su presencia en las capturas de la pesquería de red de enmalle a la deriva dirigida a pez espada en aguas del estrecho de Gibraltar (Buencuerpo *et al.*, 1998; Tudela *et al.*, 2005). El objetivo de este estudio fue analizar los patrones temporales de la captura de *Alopias superciliosus* en la pesquería de red de enmalle a la deriva para así incrementar el conocimiento sobre la biogeografía de la especie y los efectos de la actividad pesquera sobre su población.

**Material y métodos.**

Los datos empleados provienen de un programa de muestreo (en lonja y a bordo) del Instituto Español de Oceanografía entre los años 1988 y 1992. La cobertura fue del 100% del esfuerzo pesquero. Se recogía información sobre las operaciones de pesca e información biológica sobre la captura. Se ajustó un modelo lineal generalizado gaussiano para comprobar la relación entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), tanto en peso como en tallas frente a factores estacionales e interanuales. Previamente los datos fueron transformados con logaritmo. El nivel de significación de las variables explicativas, se evaluó por medio de un estadístico de la F con un nivel de significación del 5%. Sobre el modelo ajustado se aplicó un test de verosimilitud generalizado y en los casos que existieron diferencias significativas se usó el test de Tukey para hacer comparaciones dos a dos entre los niveles de un factor.

**Resultados y discusión**

El zorro negro fue la especie de tiburón que representó más biomasa en la descarga, registrando 234105,69 kg pertenecientes a 2663 individuos. La talla media durante los 5 años que engloba este



estudio fue 185 cm. Según Moreno y Morón (1992) la talla de primera madurez es 172 y 208 cm para machos y para hembras respectivamente, por lo que en la zona había tanto peces inmaduros como adultos maduros. La CPUE de esta especie experimentó una reducción significativa ( $F=3.09$ ;  $P\text{-valor}=0,0273$ ) de más del 50% desde 1988 hasta 1992. Este descenso estuvo acompañado de una reducción gradual en la talla ( $F=213.33$ ;  $P\text{-valor} < 2.2 \times 10^{-16}$ ). Estos resultados podrían ser una evidencia del impacto de la actividad pesquera sobre la población de la especie en el área de estudio que concuerda con la opinión de Tudela *et al.*, (2005), que sugirieron que la población de pez zorro en el estrecho de Gibraltar era susceptible a ser sobrexplotada, debido a su escasa capacidad reproductiva (Cortés *et al.*, 2010), coincidiendo además, con diversos estudios que estiman reducciones del 80% en las poblaciones de pez zorro en la región del Atlántico noroeste (Baum *et al.*, 2003) y de entre un 98-99% en los últimos 20 años en el Mediterráneo, debido al efecto de la actividad pesquera (Ferretti *et al.*, 2008). También, se encontraron patrones estacionales, tanto para la talla ( $F=184,09$ ;  $P\text{-valor} < 2.2 \times 10^{-16}$ ) como en la CPUE ( $F=3.79$ ;  $P\text{-valor}=0.0107$ ). El ratio de captura aumentó en los meses de primavera y verano y fue menor en los meses de otoño. Este aumento ha sido descrito en varias especies de tiburones por Megalofonou *et al.*, (2005) en el palangre de pez espada. Se ha sugerido que estos aumentos en primavera y verano pueden atribuirse al reclutamiento (Bigelow *et al.*, 1999). La talla media reportada en primavera y verano fue significativamente mayor que el resto del año. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Buencuerpo *et al.*, (1998) que reportaron un aumento en el número de hembras maduras durante los meses de verano, lo que sugiere una posible migración reproductiva. Además, el descenso de la talla en los meses de invierno y otoño concuerda con la teoría de Moreno y Morón (1992) de que el estrecho de Gibraltar funcionaba como área de cría de esta especie ocurriendo el alumbramiento durante el otoño y el invierno.

### Bibliografía

- Baum, J. K., Myers, R. A., Kehler, D. G., Worm, B., Harley, S. J., & Doherty, P. A. (2003). Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science*, 299(5605), 389-392.
- Bigelow, K. A., Boggs, C. H., & He, X. I. (1999). Environmental effects on swordfish and blue shark catch rates in the US North Pacific longline fishery. *Fisheries oceanography*, 8(3), 178-198.
- Buencuerpo, V. (1998). Pelagic sharks associated with the swordfish, *Xiphias gladius*, fishery in the eastern North Atlantic Ocean and the Strait of Gibraltar. *Fish. Bull.*, 96, 667-685.
- Compagno, L. J. (2001). *Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date* (Vol. 2). Food & Agriculture Org.
- Cortés, E., Arocha, F., Beerkircher, L., Carvalho, F., Domingo, A., Heupel, M., ... & Simpfendorfer, C. (2010). Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living Resources*, 23(1), 25-34.
- Ferretti, F., Myers, R. A., Serena, F., & Lotze, H. K. (2008). Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology*, 22(4), 952-964.
- Megalofonou, P., Yanopoulos, C., Damalas, D., De Metrio, G., Deflorio, M., De la Serna, J.M. and Macías, D. (2005). Incidental catch and estimated discards of pelagic sharks from the swordfish and tuna fisheries in the Mediterranean Sea. *Fishery Bulletin*, 103:620-634
- Moreno, J.A. and Morón, J. (1992). Reproductive biology of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839). *Marine and Freshwater Research*, 43:77-86.
- Tudela, S., Kai, A. K., Maynou, F., El Andalossi, M., & Guglielmi, P. (2005). Driftnet fishing and biodiversity conservation: the case study of the large-scale Moroccan driftnet fleet operating in the Alboran Sea (SW Mediterranean). *Biological Conservation*, 121(1), 65-78.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PATRONES DE DISPERSIÓN Y CONECTIVIDAD EN EL MAR ADRIÁTICO**

Irene Nadal Arizo<sup>1</sup>, Michol Ghezzi<sup>2</sup>, Francesco Falcieri<sup>3</sup>, Simone Sammartino<sup>4</sup>, Jesús García Lafuente<sup>5</sup>

Grupo de Oceanografía Física Univ. de Málaga (GOFIMA) e Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), España, irenenadal@ctima.uma.es<sup>1</sup>, Istituto delle Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMAR-CNR), Italia, michol.ghezzi@ve.ismar.cnr.it<sup>2</sup>, ISMAR-CNR, Italia, francesco.falcieri@cnr.it<sup>3</sup>, GOFIMA e Instituto de Ingeniería Oceánica (IIO), España, ssammartino@ctima.uma.es<sup>4</sup>, GOFIMA e IBYDA, España, glafuente@ctima.uma.es<sup>5</sup>

**Abstract**

Dispersal and connectivity studies are essential to understand population structure, thus enabling a better management of sensitive species. In this study, interactions between virtual particles representing generic organisms and the physical processes driving these products is investigated by means of a lagrangian particle tracking algorithm coupled to a high-resolution numerical model. The area of interest is the Adriatic Sea, a narrow and elongated semi-enclosed basin in the northernmost Mediterranean Sea. Connectivity, dispersal, and retention patterns are then studied by computing a connectivity matrix and a retention clock. The results are used to distinguish areas that are more likely to be affected by dispersal or retention by the circulation patterns, allowing to identify the most sensitive or ecologically important areas in the region.

**Introducción**

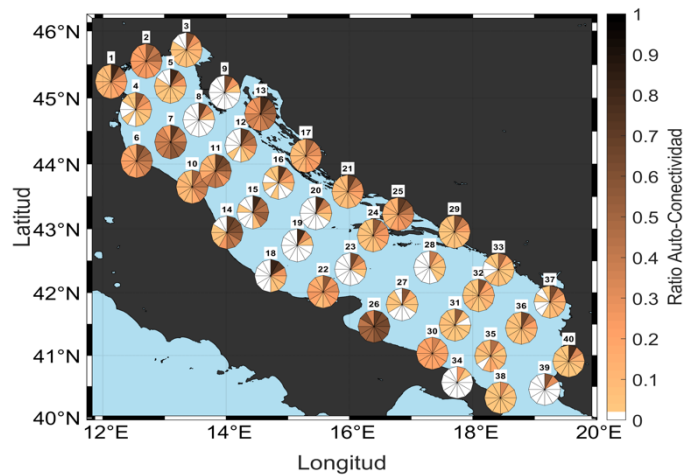
Comprender los procesos que controlan la dispersión y cómo la conectividad influye en la dinámica poblacional es un desafío crucial en la predicción de la distribución biogeográfica de las especies y la viabilidad de las medidas de conservación en una determinada región (Cowen et al., 2006). Recientemente, el uso de algoritmos lagrangianos acoplados a modelos numéricos ha permitido determinar las trayectorias y conectividad de partículas virtuales que emulan larvas u otros organismos entre distintas subáreas por la advección de las corrientes. Este estudio emplea dicho método para investigar los procesos hidrodinámicos que afectan a la conectividad y dispersión de larvas virtuales en el Mar Adriático, una cuenca semicerrada del Mar Mediterráneo cuya dinámica está altamente influenciada por las corrientes costeras y el intercambio de agua a través del Estrecho de Otranto.

**Metodología**

Para simular la interacción entre las larvas virtuales y los patrones de circulación en la región de interés, se ha aplicado el algoritmo lagrangiano de código abierto *OpenDrift* (<https://opendrift.github.io>; Dagestad et al., 2018). Dicho algoritmo, que en su modalidad lagrangiana emplea el método estadístico Runge-Kutta de cuarto orden, se alimenta a partir de las salidas hidrodinámicas del modelo numérico de elementos finitos *SHYFEM* (Umgiesser et al., 2004), implementado en la cuenca del Mar Adriático. En la simulación, un total de 8,000 partículas son liberadas en superficie en toda la dimensión espacial de la cuenca y son advectadas por las corrientes durante un periodo larvario pelágico (*Pelagic Larval Duration*) estimado de 60 días. A partir de las trayectorias se estima, por un lado, una matriz de conectividad promediada en el tiempo, que proporciona la probabilidad de intercambio de individuos entre distintas subáreas del Adriático (Cowen et al., 2006) y, por otro, un reloj de retención (*Retention Clock*; Defne et al., 2016), que evalúa la componente temporal de la conectividad entre subáreas.

## Resultados y discusión

La Figura 1 muestra los relojes de auto-conectividad, i.e., las partículas que se liberan y permanecen en un mismo lugar, estimados en 40 subáreas de especial interés del Mar Adriático. La gráfica permite evaluar las zonas con mayor retención y dispersión, identificados por los relojes con mayor y menor intensidad de color, respectivamente. Las zonas con una mayor probabilidad de retención y que, por tanto, presentan un elevado interés ecológico, se observan en los relojes de las subáreas 1 y 2, donde existe una elevada acumulación de agua favorecida por los vientos del sureste, y en las subáreas 13 y 26, donde la compleja morfología costera favorece la acumulación de larvas virtuales. El patrón opuesto se detecta en las subáreas 8-9 y 18-20, en las que las estructuras de circulación favorecen un rápido transporte de partículas, además de las subáreas 36 y 39, coincidiendo con la entrada y salida de agua a través del Estrecho de Otranto.



**Figura 1.** Relojes de auto-conectividad (proporción de partículas liberadas y asentadas en el mismo lugar) en 40 zonas de especial interés del Mar Adriático. Cada reloj consiste en un círculo de 60 días de duración, segmentado en 12 sectores de 5 días, que cuantifica el ratio de conectividad a lo largo del tiempo.

## Conclusiones

El trabajo ha utilizado con éxito el método de estudio de la conectividad propuesto por Defne et al. (2016) para identificar las áreas con los mayores ratios de retención y dispersión en la cuenca del Mar Adriático. Estos estudios pueden utilizarse para establecer áreas protegidas, proporcionando herramientas valiosas para la gestión y conservación de especies de elevado interés en la zona.

## Bibliografía

- Cowen, R. K., Paris, C. R., & Srinivasan, A. (2006). Scaling of connectivity in marine populations. *Science*, 311(5760), 522– 527.
- Dagestad, K.-F., Röhrs, J., Breivik, Ø., & Ådlandsvik, B. (2018). OpenDrift v1.0: a generic framework for trajectory modelling. *Geosci. Model Dev.*, 11, 1405–1420.
- Defne, Z., Ganju, N. K., & Aretxabaleta, A. (2016). Estimating time-dependent connectivity in marine systems, *Geophys. Res. Lett.*, 43, 1193– 1201.
- Umgiesser, G., Canu, D.M., Cucco A. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration & validation. *Journal of Marine Systems* 51(1-4):123-145.

**Agradecimientos:** Especial agradecimiento al *Istituto delle Scienze Marine (ISMAR-CNR)*, Venecia, Italia, y al Centro de Supercomputación y Bioinnovación de la Universidad De Málaga (PICASSO), Málaga, España.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DETERMINACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ANÁLISIS DEL RIESGO AMBIENTAL DE PRODUCTOS DE CUIDADO PERSONAL (PCPs) EN SISTEMAS ACUÁTICOS**

**Lillie J.E. Freemantle, Pablo A. Lara-Martín, Marina G. Pintado-Herrera, Rubén Ríos-Quintero**

Departamento de Química Física, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, Cádiz 11510, España, [lillie.freemantle@alum.uca.es](mailto:lillie.freemantle@alum.uca.es)

**Abstract**

The present study provides new insights into the environmental distribution of three families of personal care products (PCPs) in estuarine systems in Cadiz Bay (southwest Spain): ultraviolet radiation filters (UV-Fs), parabens (PBs) and benzotriazoles (BTAs). For this purpose, first, ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) analysis method was optimised to determine the selected PCPs. Then, solid phase extraction (SPE) and pressurised liquid extraction (PLE) techniques were optimised for the extraction of these compounds in liquid and solid samples, respectively. Environmental samples from both wastewater and aquatic systems of the Cadiz Bay were analysed to determine the presence and distribution of PCPs using the previously optimised analytical method. Finally, to study the environmental risk in the study area, hazard quotients (HQs) were estimated. The multi-residue analytical method developed obtained acceptable results for 15 PCPs, of which 15 were detected in aqueous samples and 9 in solid samples. The wastewater analysis provided removal rates of these compounds in the sewage treatment plants (STPs). Higher concentrations were found in the solid samples of the estuary of the Guadalete River than in the Rio San Pedro (RSP) Tidal Creek samples. Temporal variations were observed for some compounds such as PBs and UV-Fs in the Guadalete River. Finally, higher hazard quotients (HQs) were observed in the wastewater samples.

**Introducción**

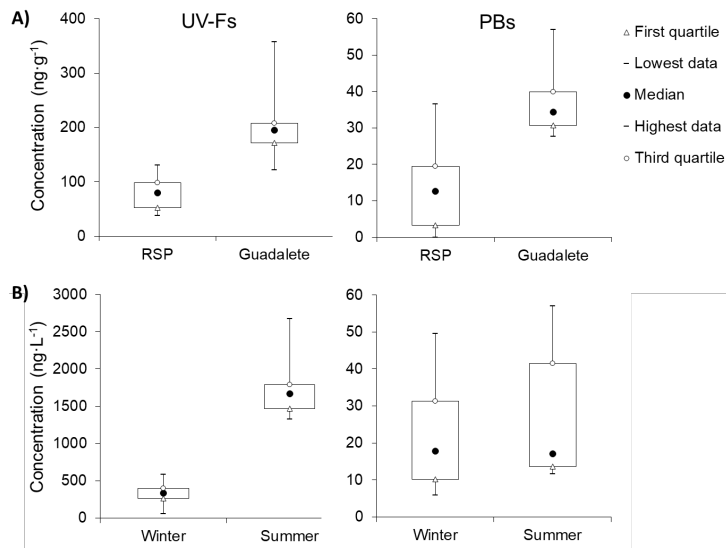
La mayoría de los contaminantes emergentes (CECs sus siglas en inglés *Contaminants of Emerging Concern*) no están incluidos en ninguna regulación ambiental debido a la falta de información sobre su presencia y toxicidad en el medio ambiente. Entre las diferentes familias de CECs, en los últimos años la comunidad científica ha mostrado un mayor interés por los productos de cuidado personal (PCPs) (Biel-Maeso et al., 2019). Dentro de los distintos tipos de PCPs, este trabajo se centra en los denominados filtros ultravioleta (UV-Fs), los parabenos (PBs) que son utilizados conjuntamente en la formulación de numerosos productos cosméticos, así como algunos benzotriazoles (BTAs), un grupo de compuestos de gran volumen de producción que se utilizan diariamente en diversas aplicaciones (industriales y domésticas).

**Material y métodos**

Para ello, en primer lugar, se optimizó el método de análisis por cromatografía líquida de ultra alta resolución acoplada a espectrometría de masas en tándem (UPLC-MS/MS) para determinar los PCPs seleccionados. Posteriormente se optimizaron las técnicas de extracción en fase sólida (SPE) y de extracción con líquidos presurizados (PLE) para la extracción de estos compuestos en muestras líquidas y sólidas, respectivamente. A continuación, se analizaron muestras ambientales tanto de aguas residuales como de sistemas acuáticos de la Bahía de Cádiz (Estuario Río Guadalete y Caño Mareal Río San Pedro) tomadas en verano e invierno, para determinar la presencia y distribución de los PCPs utilizando el método analítico previamente optimizado. Para estudiar el riesgo ambiental en el área de estudio se evaluaron los coeficientes de riesgo (HQs, en inglés hazard quotients).

## Resultados

Entre los resultados obtenidos, destacar que las concentraciones generales de UV-Fs y PBs (Figura 1. A) fueron superiores en las muestras sólidas del estuario del río Guadalete (con medias de  $202.78 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$  y  $37.3 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$  respectivamente) frente al caño mareal de RSP, ya que el río Guadalete recibe descargas de aguas residuales urbanas, agrícolas e industriales (Pintado-Herrera et al., 2014). Además, se observó una mayor incidencia para estos compuestos en verano en las muestras acuosas del estuario del Río Guadalete (Figura 1. B).



Asimismo, este estudio demostró la ineficiencia de los tratamientos convencionales aplicados en la estación depuradora de El Portal para la eliminación de los PCPs seleccionados, obteniendo porcentajes de eliminación entre  $-4,60\%$  a  $2,28\%$  para los UV-Fs, de  $4,21\%$  a  $34,10\%$  para los parabenos, y la tasa media de eliminación del benzotriazol fue del  $48\%$ .

## Conclusiones

El método analítico UPLC-MS/MS multiresiduo desarrollado en este trabajo demostró ser útil para la separación, identificación y cuantificación de hasta 15 PCPs en agua y 9 en muestras sólidas. Este estudio demostró la presencia de determinados PCPs en todas las muestras analizadas (p.ej. methylparaben y octocrileno). En cuanto a la evaluación del riesgo ambiental de los UV-Fs, BTAs y PBs, se observaron coeficientes de riesgo (HQs) más elevados en las muestras de aguas residuales ( $\text{HQs} > 1$ ).

## Bibliografía

- Biel-Maeso, M., Corada-Fernández, C., & Lara-Martín, P. A. (2019). Removal of personal care products (PCPs) in wastewater and sludge treatment and their occurrence in receiving soils. *Water Research*, 150, 129-139.
- Pintado-Herrera, M. G., González-Mazo, E., & Lara-Martín, P. A. (2014). Determining the distribution of triclosan and methyl triclosan in estuarine settings. *Chemosphere*, 95, 478-485.

**Agradecimientos** Este trabajo se ha realizado gracias a la ayuda de la Universidad de Cádiz; "Plan Propio-UCA 2022-2023".



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE DESINFECCIÓN DE ARTES DE PESCA PARA  
MINIMIZAR EL IMPACTO DEL ALGA INVASORA *Rugulopteryx okamurae*  
(Dictyotales, Ochrophyta) (II): TRATAMIENTOS FÍSICOS**

**Julia Loring<sup>1</sup>, Anastasia Sydorenko<sup>1</sup>, África Núñez<sup>1</sup>, Jesús Rosas-Guerrero<sup>1</sup>, Marianela Zanolla<sup>1</sup>, Raquel Carmona<sup>3</sup>, Julio De la Rosa<sup>2</sup>, María Altamirano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España, [loring@uma.es](mailto:loring@uma.es), [anastasiasydorenkoo@uma.es](mailto:anastasiasydorenkoo@uma.es), [africa.nunez.garcia@uma.es](mailto:africa.nunez.garcia@uma.es), [jrosasguerrero@uma.es](mailto:jrosasguerrero@uma.es), [marianela@uma.es](mailto:marianela@uma.es), [altamirano@uma.es](mailto:altamirano@uma.es), <sup>2</sup>Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada, España, [jdlarosa@ugr.es](mailto:jdlarosa@ugr.es), <sup>3</sup>Departamento de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, Málaga, España, [rcarmona@uma.es](mailto:rcarmona@uma.es)

**Abstract**

*Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta), a native seaweed from temperate Pacific Asian coasts, was detected for the first time in 2016 in the Strait of Gibraltar (Cádiz, Spain). Since then, this invasive species has caused serious ecological and socio-economic impacts, spreading throughout the Alboran Sea with unprecedented speed. The fishing sector, while being the most affected, plays a major role in the dispersal of the species. Consequently, the Spanish National Control Strategy of *R. okamurae* emphasizes the need of the development of disinfection protocols for fishing gears. The objective of this study is thus to provide preliminary results of these disinfection protocols, applying high irradiance levels that provokes the inhibition of photosynthesis of *R. okamurae*. Sensitivity of healthy thalli of *R. okamurae* to high light stress was tested at three temperatures (15, 19 and 23 °C) after different exposition times by using PAM fluorometry to measure photosynthetic performance under laboratory-controlled conditions. Results showed a combined effects of exposure time and temperature, but values above 90% inhibition were achieved when algae were exposed at 1600  $\mu\text{moles photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for 2 and 4hs at 15 and 23 °C. Considering that protocols should be user-friendly, with low environmental impact and low economic cost, a combination of physical and chemical treatments is here suggested to be an effective and suitable mechanism for disinfection protocols for fishing gear.

**Introducción**

Desde su aparición en el Estrecho de Gibraltar en 2016 (Altamirano et al., 2016), el alga parda *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta), procedente de las costas templadas del sudeste asiático ha sido protagonista de una invasión sin precedentes (Faria et al., 2022). Debido a su rápida dispersión y los graves impactos ocasionados tanto ambientales como económicos, se publicó para esta especie la primera Estrategia Nacional de Control para una especie marina (MITECO, 2022). Además de la grave amenaza que supone para la biodiversidad marina (García-Gómez et al., 2020), la Estrategia Nacional de Control destaca los impactos y pérdidas económicas causadas en el sector pesquero, poniendo de manifiesto la necesidad de desarrollar protocolos de desinfección específicos para el sector, con el objetivo de minimizar la pérdida de artes de pesca y la dispersión accidental de la especie a causa de las mismas (MITECO, 2022). Con el objetivo de desarrollar estos protocolos, el presente trabajo se centra en el estudio de la sensibilidad de *R. okamurae* a alta irradiancia a diferentes temperaturas bajo condiciones controladas de laboratorio.

**Material y métodos**

Se seleccionaron talos sanos de *R. okamurae* y se expusieron a una alta irradiancia (1600  $\mu\text{moles de fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) durante diferentes tiempos de exposición (30, 90, 120 y 240 min) a tres temperaturas

(15, 19 y 23°C). Posteriormente, se evaluó la capacidad de recuperación de su rendimiento fotosintético a distintos intervalos (1 y 24 hrs) bajo condiciones de baja irradiancia ( $40 \mu\text{moles de fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), como un estimador del estado vital de los talos. La inhibición de la actividad fotosintética de *R. okamurae*, se estimó a partir del porcentaje de inhibición de dos parámetros fotosintéticos: el rendimiento cuántico óptimo ( $F_v/F_m$ ) y la tasa de transporte de electrones máxima ( $\text{ETR}_{\text{max}}$ ). Las mediciones fueron obtenidas después de cada tiempo de exposición y periodos de recuperación, haciendo uso de un fluorímetro Diving-PAM (Walz, Effeltrich, Germany). Para el análisis estadístico de los datos, se realizó un análisis de la varianza y la prueba a posteriori de Tukey.

### Resultados y discusión

Los resultados mostraron una disminución de ambos parámetros ( $F_v/F_m$  y  $\text{ETR}_{\text{max}}$ ), reflejando una inhibición de la actividad fotosintética con efectos combinados del tiempo de exposición y la temperatura. En líneas generales, los resultados revelaron una tendencia en la que el rendimiento fotosintético de *R. okamurae* mostraba una mayor inhibición a medida que aumentaba el tiempo de exposición. Los porcentajes de inhibición más elevados (>90%), se obtuvieron tras los mayores tiempos de exposición (2 y 4 h) a 15 y 23 °C, sin permitir ninguno de estos tratamientos la recuperación de los talos pasadas las 24 h. Estos resultados muestran como dependiendo del tiempo de exposición y la temperatura, los talos pueden llegar a recuperar parcialmente su actividad fotosintética. Tras analizar el efecto de los tratamientos físicos (fotoinhibición) y químicos, una combinación de los mismos podría ser una interesante propuesta a implementar en los protocolos de desinfección de las artes de pesca afectadas por *R. okamurae*.

### Bibliografía

- Altamirano, M., De la Rosa, J., & Martínez Medina, F. J. (2016) Arribazones de la especie exótica *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) en el Estrecho de Gibraltar: primera cita para el Atlántico y España. *Algas*, 52, 20. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10630/12433ç>
- Faria, J., Prestes, A. C., Moreu, I., Cacabelos, E. & Martins, G. M. (2022). Dramatic changes in the structure of shallow-water marine benthic communities following the invasion by *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) in Azores (NE Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 175, 113358. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113358>
- García-Gómez, J. C., Sempere-Valverde, J., González, A. R., Martínez-Chacón, M., Olaya-Ponzzone, L., Sánchez-Moyano, E., Ostalé-Valriberas, E. & Megina, C. (2020). From exotic to invasive in record time: The extreme impact of *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) in the Strait of Gibraltar. *Science of the Total Environment*, 704, 135408. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135408>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2022). *Estrategia de Control del Alga Rugulopteryx okamurae en España*.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## PATRIMONIO LITORAL ALMERIENSE EN PELIGRO DEBIDO A LA SUBIDA DEL MAR

**Pedro Luis Belmonte Carrillo**

*Grupo de Investigación ABDERA (HUM-145), Universidad de Almería, España, pebeca83@gmail.com*

### Abstract

The study of changes in the coastline in the province of Almería warns us of the need to take urgent measures to protect coastal archaeological sites. This paper is based on two study cases from Almería, Punta Entinas and Torregarcía. This paper shows the urgency of protecting our coastal heritage due to both local and global factors. It also highlights the use of mapping tools and GIS analysis combined with more specific research to obtain a clearer picture of the consequences of sea level rise. There is an urgent need to initiate research work to provide adequate protection for sites at serious risk.

### Introducción

Los últimos estudios referentes al calentamiento global y la subida del nivel del mar sitúan esta subida en 1-2 milímetros al año, una tasa que no dejará de subir, por lo que es necesario actuar con rapidez para proteger el patrimonio del litoral. Los cambios en el nivel del mar son debidos a multitud de factores como los planetarios, globales o regionales y actúan asimismo a distintas velocidades dependiendo de las diferentes periodicidades de esto. De forma general, el mar ha subido en los últimos 21.000 años y desde la posición de -120 metros alcanzada en el último glacial de manera discontinua hasta el nivel actual (Transgresión Flandriense). Fechas claves para la evolución de la línea de costa son las de 2.700-2.400 BP (que separan fases de progradación y derivas litorales) y 500 BP por el aumento de progradación costera, consolidados por análisis de radiocarbono. Con esto, Zazo (2006) sostiene que para el mar de Alborán la subida ha sido de unos 16,8 metros (a razón de 0.8 milímetros anuales), si queremos proyectar a futuro estas estimaciones y tomando en consideración la Regla de Bruun, estimamos un retroceso de la línea de costa de un 0.084 metros de media al año para zonas sedimentarias.

### Material y métodos

A través de la creación de un SIG con imágenes aéreas y mapas desde 1789 podemos ver claramente, al superponer las diferentes capas, la evolución de los distintos tramos de costa con el paso de los años y así corroborar estos datos con las hipótesis a futuro de las distintas investigaciones sobre subida del mar. Además de esto, una vez obtenidos los datos podemos mostrar, a través de simuladores, las consecuencias que tendría esta subida en el litoral almeriense.

### Resultados y discusión

Si superponemos los mapas de 1998 y 2019 para la zona de Punta Entinas-Sabinar (figura 1) observamos claramente la erosión costera y la pérdida irreparable de la torre de Punta Entinas, en este caso a consecuencia de factores antrópicos como son la construcción del puerto deportivo de Almerimar.

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023



Por otros factores más globales encontramos en riesgo el yacimiento romano de Torregarcía, en el que podemos observar en la figura 2 como el aumento del nivel del mar es realmente evidente poniendo en peligro el yacimiento terrestre.



**Figura 3.** Superposición de mapas de 1998 (Blánquez et al, 1998) y 2019. Captura del SIG a partir de IGN



**Figura 4.** Fotografía aérea de 1991 sobre la de 2019 para la zona del yacimiento romano de Torregarcía. Captura de pantalla del SIG a partir del IGN.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos nos muestran la urgencia en la protección de nuestro patrimonio litoral debido a factores tanto locales como globales. Asimismo, hemos comprobado la utilidad de las herramientas SIG combinadas con las investigaciones más específicas para obtener una imagen más clara de las consecuencias de la subida del nivel del mar. Nos encontramos ante la necesidad urgente de iniciar labores de investigación para dotar de una correcta tutela yacimientos en grave riesgo en la provincia como es el caso de Torregarcía para evitar la pérdida irreversible de patrimonio como el ocurrido en Punta Entinas-Sabinar.

### Bibliografía

- Blánquez Pérez, J., Roldán Gómez, L., Martínez Lillo, S., Martínez Maganto, J., Sáez Lara, F. y Bernal Casasola, D. (1998). *La Carta Arqueológica-Subacuática de la Costa de Almería (1983-1992)*. Junta de Andalucía.
- Viciana Martínez-Lage, A. (2007). La costa de Almería: Desarrollo socioeconómico y degradación físico-ambiental (1957-2007). *Paralelo 37*. (19), 149-184.
- Zazo, C. (2006). Cambio climático y nivel del mar: La península ibérica en el contexto global. *Rev C&G*. 20 (3-4), 115-130.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**DE LO HALIÉUTICO A LO DOMÉSTICO: LA CERÁMINA ROMANA DE PAREDES FINAS  
EN EL TESTACCIO DE GADES (CÁDIZ)**

*Javier Oviedo Callealta, Darío Bernal Casasola, José M. Vargas Girón*

*Universidad de Cádiz, España, javier.oviedo@uca.es, dario.bernal@uca.es,  
josemanuel.vargas@pdi.atlanticomedio.es*

**Abstract**

Roman thin-walled pottery is found in many of the contexts related to the High-Imperial period (late 1st century BC-early 2nd century AD), especially in the domestic sphere. In the dump that appeared in the Olivillo building (Cádiz), excavated in 2016, so called the Halieutic Testaccio of Gades, we have a sample of quite a few materials related to the maritime sphere, although we also found a good repertoire of table ceramics, in which we find thin-walled pottery. A total of 190 fragments were extracted, of which we will show some of the most representative in this work.

**Introducción**

La cerámica de paredes finas se encuentra en muchos de los contextos de yacimientos arqueológicos litorales relacionados con época altoimperial (finales del ss. I a.C.-principios del ss. II d.C.), sobre todo en el ámbito doméstico. En el vertedero aparecido en el edificio del Olivillo (Cádiz), excavado en el año 2016, llamado el *Testaccio* haliéutico de *Gades*, tenemos una muestra de bastantes materiales relacionados con el ámbito marítimo, aunque también encontramos un buen repertorio de cerámicas de mesa, en las que encontramos a la cerámica de paredes finas. Se identificaron un total de 190 fragmentos, de los que mostraremos algunos de los más representativos en este trabajo.

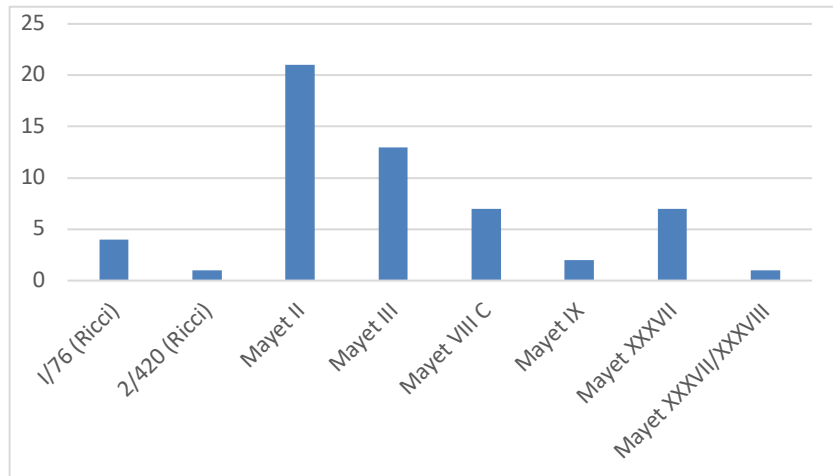
**Material y métodos**

El material que se presenta en este póster, proviene de las excavaciones del edificio del Olivillo (Cádiz) excavado en el año 2016 con el motivo de su reforma para acoger instalaciones relacionadas con el Centro de Transferencia Empresarial de la Universidad de Cádiz. Entre ellos, encontramos un gran contexto de vertedero relacionado con el ámbito haliéutico, donde encontramos ánforas y distinto material relacionado con lo pesquero-conservero en época romana. En este vertedero, al que se ha denominado el *Testaccio* haliéutico de *Gades*, encontramos una potencia de unos 7 metros de distintos vertidos en los que también aparecen relacionados con el ámbito doméstico. Hallando cerámicas comunes, sigilatas y el motivo por el que se elabora esta comunicación, la llamada cerámica de paredes finas.

Aparece gran cantidad de este tipo de material, unos dos centenares de fragmentos que se relacionan con producciones realizadas, sobre todo, en la zona de la Bética. Aunque, por otra parte, tenemos algunos ejemplos de cerámica de paredes finas que provienen de la Península Itálica. Además, podemos observar los distintos ejemplos de vajilla relacionada con esta clase cerámica, en los que se observan cubiletes, vasos, cuencos y tazas.

Se lleva a cabo un estudio pormenorizado de las distintas tipologías que se reconocen entre los fragmentos que se recogen. Recogiendo sus distintas características y los porcentajes de aparición de esta cerámica. Se realizará una valoración cuantitativa de las formas identificadas, con lo que observar

las distintas producciones que aparecen entre los fragmentos aportando información sobre los circuitos comerciales de media-larga distancia que llegaban a Gades. Por otra parte, también observaremos las producciones locales que encontramos en distintos puntos del sur de la Península Ibérica, formas como las Mayet XXXIV, XXXVII, XXXVIII o XLII, ya estén o no decoradas.



**Figura 1.** Ejemplo de algunas de las formas y su número de fragmentos que aparecen en las excavaciones del edificio del Olivillo (Cádiz).

## Resultados y conclusiones

Se mostrarán los resultados relacionados con el estudio de las cerámicas de paredes finas que provienen de este contexto haliéutico. En el que veremos las distintas formas que aparecen, adscribiéndolas así a las producciones pertinentes con las que observar el movimiento y procedencia de estas cerámicas en los circuitos que proceden de la Península Itálica y distintos puntos de Hispania.

Así, podremos observar el recorrido comercial relacionado con la cerámica de paredes finas que llega a la ciudad romana de *Gades*, desde el punto de vista que nos aporta el vertedero hallado en el edificio del Olivillo (Cádiz). Además de observar cuales son los objetos más usados en la zona como pueden ser cubiletes, vasos, cuencos y tazas, siendo el primero y el tercero los más representativos entre los 190 fragmentos estudiados.

## Bibliografía

- Bernal Casasola, D., Vargas Girón, J. M., Lara Medina, M. (2019): *7 metros de la historia de Cádiz. Arqueología en el Olivillo y en el Colegio Mayor Universitario*, Universidad de Cádiz.
- López Mullor, A. (2008): “Las cerámicas de paredes finas en la fachada mediterránea de la Península Ibérica y las Islas Baleares”, en D. Bernal-Casasola; A. Ribera i Lacomba (eds.): *Cerámicas hispanorromanas. Un estado de la cuestión*, Cádiz, pp. 343-384.
- Mayet, F. (1975): *Les céramiques a parois fines dans la Péninsule Ibérique*, Paris.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO  
ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO. UN ESTADO DE LA CUESTIÓN**

*Elvira Moreno Martín*

*Universidad de Granada, España, elviramoreno2000@gmail.com*

**Abstract**

This work deals with the evolution of underwater archaeology throughout history to the present day, the current legislation in this regard, the management model applicable in submerged archaeological sites and the importance of public dissemination in the entire process. Finally, thirteen specific case studies have been analysed in which different contexts, preservation designs, and accessibility strategies have been developed.

**Introducción**

Este estudio, producto de mi Trabajo Fin de Máster, pretende hacer un recorrido por todas las facetas que comprende la arqueología subacuática, centrado principalmente en la fase de difusión y divulgación hacia la ciudadanía de esta disciplina y de los yacimientos que estudia. De este modo, se busca analizar el estado de la cuestión actual en relación a este tema, con el objetivo de identificar las mejores prácticas divulgativas, localizar los posibles vacíos o deficiencias a la hora de gestionar el Patrimonio Arqueológico Subacuático (PAS) y proponer nuevas estrategias y retos para tener en cuenta en el futuro. Para ello, se tratan aspectos como la evolución histórica del buceo y su directa relación con la arqueología subacuática, la legislación que hay al respecto y que protege el PAS, el modelo de gestión que debe aplicarse en todo el proceso de localización, estudio y puesta en valor de un yacimiento y la importancia de desarrollar una correcta estrategia de difusión para que la sociedad se vea incluida e implicada en el mismo. Por último, se muestra una recopilación de trece casos de estudio de yacimientos donde se aplican diferentes modelos de difusión adaptados a las características de cada uno de ellos.

**Material y métodos**

Para este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica de publicaciones sobre el desarrollo y la evolución de la arqueología subacuática como profesión y disciplina propia, textos legales para conocer las normativas internacionales, nacionales y regionales que afectan al PAS, así como artículos divulgativos y estudios sobre casos concretos de yacimientos donde se han puesto en marcha diferentes estrategias de difusión. También se han tenido en cuenta experiencias propias en exposiciones museísticas y excavaciones subacuáticas. Toda esta información se ha aplicado al análisis comparativo de trece casos de estudio, lo que ha permitido evaluar el estado actual de la accesibilidad al PAS y las diferentes estrategias de difusión que se han aplicado.

**Resultados y discusión**

Como resultado, se ha podido estudiar y analizar la relación que hay entre la evolución propia de la arqueología subacuática como disciplina y el desarrollo de la accesibilidad al PAS, lo que influye directamente en las actividades de difusión del mismo. También cabe destacar el desarrollo reciente de un marco legal ligado a la protección, gestión y puesta en valor del PAS, que cuenta con numerosos avances pero también con problemáticas y vacíos que todavía deben resolverse. Estos aspectos

pueden comprobarse de manera práctica en el análisis comparativo de los trece casos de estudio que se tratan en el trabajo, entre los que se han incluido yacimientos de diversa índole (pecios y ciudades sumergidas) de diferentes países, donde se han aplicado muy variadas estrategias de difusión y musealización. De esta manera, se pueden identificar los pros y los contras de cada uno de los modelos de accesibilidad implementados según las características propias de cada sitio arqueológico, reconociendo las mejores prácticas, las posibles deficiencias pendientes de solucionar y todo lo que aún se puede desarrollar, creando retos y oportunidades para el futuro.

A partir del análisis de estos resultados, se puede comprobar que existen pocos yacimientos arqueológicos subacuáticos que admitan visitas organizadas *in situ* o estén musealizados adecuadamente, si se compara con lo que ocurre en la arqueología terrestre, donde la accesibilidad y la conservación arqueológica no presentan tantas dificultades. Por ello, se deben buscar alternativas que den solución a estos retos, creando modelos de difusión orientados tanto a buceadores como a no buceadores y teniendo en cuenta cómo se va a gestionar y conservar el PAS con el que se está trabajando. Aunque la conservación y visita *in situ* es el modelo que se considera más idóneo, también se pueden dar casos en los que se extraen los restos arqueológicos para exponerlos en un museo, se realiza una réplica del original, se diseñan visitas virtuales, se utilizan barcos con visión submarina, etc. Gracias al notable desarrollo de las nuevas tecnologías, todas estas estrategias son susceptibles de mejorar en el futuro o de incorporar técnicas innovadoras que ayuden a ofrecer la mejor experiencia divulgativa a la vez que aseguren la integridad y protección del PAS. También cabe destacar la importancia que ha tomado en los últimos años el PAS dentro del sector del turismo cultural, algo que se puede aprovechar desde el punto de vista de la difusión, con el objetivo de crear modelos divulgativos adecuados, respetuosos y sostenibles que permitan realizar visitas organizadas y reguladas por profesionales. Junto a este tipo de iniciativas, también son importantes las actividades de difusión entre la población local o los centros educativos, de manera que se pueda incluir a la ciudadanía en este tipo de proyectos y se les permita participar en la medida de sus posibilidades en el proceso de gestión y protección de su patrimonio.

### Conclusiones

El desarrollo de la arqueología subacuática ha evolucionado en paralelo con las técnicas de buceo, de manera que no ha sido hasta época muy reciente cuando se ha empezado a entender como una disciplina propia, algo que también se ha visto reflejado en la creación de nueva legislación relacionada con este tema y la especialización de técnicas que permiten aplicar la metodología arqueológica en un entorno subacuático. Esta innovación ha conllevado también el diseño de muy diversas estrategias de musealización y divulgación que permiten acercar este patrimonio a la ciudadanía, y que se exponen en este trabajo para que sean tenidas en cuenta en nuevos proyectos de difusión o para inspirar el diseño de nuevas iniciativas relacionadas con otros yacimientos sumergidos.

### Agradecimientos

Quiero agradecer a mi tutor, Gabriel Martínez Fernández, su orientación e indicaciones a la hora de elaborar este Trabajo Fin de Máster. También quiero agradecerle a mi cotutor, Enrique Aragón Núñez, no solo su implicación y ayuda en la realización de este trabajo sino también el animarme a participar en proyectos relacionados con la arqueología subacuática, que me han resultado muy enriquecedores a nivel académico y personal. Por último, agradecer a mis padres, Diego y Nuria, por su apoyo y consejos.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LA METALURGIA EN EL ENTORNO DEL TEMPLO DE ASTARTÉ DE BARIA  
(VILLARICOS, ALMERÍA)**

*Susana Carpintero Lozano<sup>1</sup>, Laura Moya Cobos<sup>2</sup>, José Luis López Castro<sup>3</sup>*

*Universidad de Almería, España, scl130@ual.es<sup>1</sup>, lmc853@aul.es<sup>2</sup>, jllopez@ual.es<sup>3</sup>*

**Abstract**

The latest results are presented of the archaeological intervention carried out at the end of 2021 in what is known as the "Acropolis" of *Baria*. The main objective was to complete the data related to the excavation carried out by Luis Siret in a cistern related to the water service to the temple of Astarte.

**Introducción**

En la presente comunicación se presentan los últimos resultados de la intervención arqueológica realizada a finales del año 2021 en la conocida como "Acrópolis" de *Baria*. El objetivo principal era completar los datos relativos a la excavación realizada por Luis Siret en una cisterna relacionada con el servicio de agua al templo de Astarté. El registro material documentado permite conocer la etapa fenicia comprendida entre el siglo IV a. C., gracias a la elevada presencia de barnices negros, y el siglo I a. C. Se trata de una cisterna construida en una fosa efectuada directamente en el nivel geológico de pizarra y construida posteriormente en mampostería de piedra. A su vez, la estructura está revestida en su interior por mortero de cal a modo de enlucido hidráulico que serviría para impermeabilizar una construcción destinada a contener agua.

**Material y métodos**

En el interior de la cisterna, Siret encontró un conjunto de objetos de diverso tipo, en su mayor parte metálicos, agrupados según su funcionalidad como posibles elementos de mobiliario, de ritual o vajilla, así como elementos suntuarios decorativos, útiles y, finalmente, elementos de adorno personal y vasos cerámicos. En esta ocasión, además de fragmentos cerámicos, destaca una enorme cantidad de escorias de hierro y plomo, así como minerales, fragmentos de litargirio, gotas de plomo y, como elemento destacado, una espada de hierro. Estos materiales han sido analizados mediante XRF y XRD, lo que completa el conocimiento del área de taller de actividades metalúrgicas documentado en la falda sureste de la misma colina donde se asentaba el templo y muy probablemente bajo su protección.

## Resultados y discusión

Los objetos de base cobre, a excepción de una de las varillas, se caracterizan por la presencia de plomo, que va desde valores inferiores al 1% de varios de ellos, hasta porcentajes bastante elevados en el anillo, la fíbula, el remache y los dos posibles lingotes. En cuanto a la metalurgia del hierro, se aprecia un porcentaje de este metal superior al 93% en todos los casos, así como la presencia de plomo y titanio, que agrupa los clavos en una caracterización similar con pequeñas variaciones. Uno de los cuchillos presenta una composición más heterogénea que lo desmarca del otro ejemplar. La espada, a la que se le practicó FRX en el núcleo visible en una fractura en la parte central de la hoja, muestra un hierro puro con un pequeño porcentaje de níquel. Estos resultados preliminares permiten una aproximación al conocimiento de la tecnología metalúrgica de los siglos de presencia fenicia en *Baria*.

## Conclusiones

Las primeras conclusiones que podemos elaborar tras este estudio preliminar del registro metalúrgico de la cisterna de la “Acrópolis” de *Baria* es que la metalurgia de base cobre se caracteriza de forma general por la presencia de cobres plumados, aunque no tenemos evidencia de procesos extractivos de minerales cupríferos en este contexto. La metalurgia del hierro está representada por objetos utilitarios de hierro con plomo, muy en sintonía con los minerales y las escorias documentadas, a excepción de la espada, que presenta una aleación sencilla de hierro y níquel. Por último, la metalurgia del plomo evidencia labores de copelación de plata basándonos fundamentalmente en la presencia de litargirio, pero también en las escorias y minerales de plomo con un contenido considerable de metales nobles. En definitiva, este estudio preliminar se completará con nuevos análisis en las escorias a través de Microscopía Electrónica de Barrido y se está barajando la posibilidad de estudiar los objetos documentados por Siret en la excavación de la cisterna en 1890.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ARQUEOMETRÍA APLICADA AL ESTUDIO DE ÚTILES DE PESCA EN EL YACIMIENTO  
FENICIO DE ABDERA (ADRA, ALMERÍA)**

*Susana Carpintero Lozano, Laura Moya Cobos*

*Universidad de Almería, España, scl130@ual.es; lmc853@aul.es*

**Abstract**

The analytical results of X-ray fluorescence analysis of a small selection of copper-based pieces related to fishing activity in *Abdera* (Adra, Almería) are presented. This type of analysis allows us to verify the importance of pure copper and binary alloys in utilitarian objects from the Phoenician period.

**Introducción**

En el yacimiento de *Abdera* (Adra, Almería) se documentaron una serie de objetos relacionados con el mundo de la pesca. Este tipo de objetos son bastante recurrentes en yacimientos costeros, pero no siempre son estudiados desde una perspectiva arqueométrica. Este tipo de estudios permiten comprender la tecnología que hay detrás de pequeños útiles, determinando el tipo de aleaciones que le son propias en determinados contextos históricos, en este caso, un asentamiento fenicio fundado en el siglo VIII a. C.

**Material y métodos**

En las distintas campañas de excavación realizadas en *Abdera* desde los años 70 se han venido documentando varios ejemplares de anzuelos y fragmentos de ellos. La cronología asociada va desde el siglo VIII a. C. hasta el IV a. C. La metodología utilizada se centró en la documentación de este tipo de objetos utilitarios y la aplicación de una técnica de análisis elemental, como es la Fluorescencia de Rayos X, para determinar el tipo de aleaciones presentes.

**Resultados y discusión**

Los ejemplares analizados se caracterizan por un cobre muy puro con arsénico y cobre con estaño y una baja cantidad de plomo. Se trata, por tanto, de dos tipos de aleaciones distintas que conviven en un mismo momento y que parecen contener elementos minoritarios diferentes, aunque la comparativa con la zona minera de Alcolea los sitúa en relación con mineralizaciones relativamente cercanas. Se puede observar cómo en época fenicia se mantiene el uso de metales puros de cobre para la elaboración de objetos de uso cotidiano como son los anzuelos. El contenido de estaño y de plomo

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023



se asemeja bastante a los bronce binarios documentados en La Fonteta (Alicante) y a unos objetos pertenecientes al Hierro 1 de la Loma del Boliche en Cuevas del Almanzora en Almería. Queda por confirmar si efectivamente se trata de bronce binarios o de si se está trabajando con minerales de base cobre con presencia de arsénico y estaño en su composición.

### **Conclusiones**

La metalurgia de base cobre está bien representada a través de objetos relacionados con la pesca, ya que se han documentado ejemplares es prácticamente todos los cortes realizados en el yacimiento. La comparativa realizada entre los análisis de XRF practicados a los minerales de la zona de Alcolea, en la Sierra de Gádor, y a los objetos del yacimiento, concluyó que existe una relación composicional peculiar referente a la elevada cantidad de arsénico presente en ambos y que caracterizaría por tanto el mineral utilizado.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PROPIEDADES ANTIPROLIFERATIVAS Y ANTIOXIDANTES DE *Anemonia sulcata* EN EL MANEJO DEL CÁNCER COLORRECTAL**

**Laura Cabeza<sup>1,2,3</sup>, Mercedes Peña<sup>1,2,3</sup>, Rosario Martínez<sup>4</sup>, Cristina Mesas<sup>1,2,3</sup>, Milagros Galisteo<sup>5</sup>, Gloria Perazzoli<sup>1,2,3</sup>, José Prados<sup>1,2,3</sup>, Jesús M. Porres<sup>4</sup>, Pedro A. Alvarez<sup>6</sup>, Consolación Melguizo<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Biopathology and Regenerative Medicine (IBIMER), Center of Biomedical Research (CIBM), University of Granada, 18100 Granada, Spain, <sup>2</sup>Department of Anatomy and Embryology, Faculty of Medicine, University of Granada, 18071 Granada, Spain, <sup>3</sup>Biosanitary Institute of Granada (ibs.GRANADA), SAS-University of Granada, 18014 Granada, Spain, <sup>4</sup>Institute of Nutrition and Food Technology (INyTA), Biomedical Research Center (CIBM), Department of Physiology, University of Granada, 18100 Granada, Spain, <sup>5</sup>Department of Pharmacology, School of Pharmacy, University of Granada, 18071 Granada, Spain, <sup>6</sup>iMare Natural S.L.

**Abstract**

In the present study, the antitumor and antioxidant activity of the anemone *Anemonia sulcata* has been evaluated with and without the presence of its symbiont microalgae *Symbiodinium*, which is inactivated by a bleaching process. Animals were subjected to mechanical homogenization, ethanol extraction, and protein hydrolysates were obtained. Its composition, its dialyzability and its antitumor and antioxidant activity were studied. The results showed a high concentration of polyunsaturated fatty acids and a great antioxidant capacity. In addition, a high antitumor activity was observed in human and murine colorectal cancer tumor cells, as well as in multicellular tumor spheroids. Both activities were higher in the case of the anemone subjected to the bleaching process, which could be a source of antitumor and antioxidant compounds with nutraceutical applications for the treatment and prevention of colorectal cancer.

**Introducción**

Dentro de la gran biodiversidad marina los cnidarios han atraído el interés recientemente como posible fuente de moléculas bioactivas. Estudios previos han mostrado actividad antitumoral y antioxidante y antiangiogénica, en extractos de anémonas como *Anemonia viridis/sulcata* (Bulati et al., 2016; Loret et al., 2018) que podrían ser de utilidad en la prevención y el tratamiento del cáncer colorrectal (CCR), el segundo cáncer con mayor mortalidad a nivel mundial. Por ello, se analizó la actividad antitumoral y antioxidante así como la composición de extractos crudos, etanólicos e hidrolizados proteicos de *Anemonia sulcata* con (W) y sin (W/O) la presencia de su microalga simbiote *Symbiodinium*, interrumpiendo la relación simbiótica mediante una privación de la luz (*bleaching*) y comprobando si podría ser un factor intensificador de la producción de compuestos bioactivos.

**Material y métodos**

Primeramente, se procedió a analizar la composición proximal y el perfil de ácidos grasos de ambos especímenes: *A. sulcata* W and W/O. Seguidamente, se obtuvieron homogenizados crudos, extractos etanólicos e hidrolizados proteicos mediante disgregación mecánica, incubación con etanol absoluto y digestión enzimática (*Bacillus licheniformis* y *Aspergillus oryzae*) respectivamente. La actividad antioxidante se determinó mediante la cuantificación de polifenoles totales, el test ABTS e *in vitro* en

la línea celular de CCR humana HT29 tratada con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. La actividad antiproliferativa se evaluó en células tumorales de CCR humanas y murinas y no tumorales, así como en esferoides tumorales multicelulares (MTS). Asimismo, se evaluó su efecto sobre el ciclo celular y la apoptosis y su invasividad mediante el ensayo de “curación de la herida”,

### Resultados y discusión

Se encontró un mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados en la anémona W/O (41.4%) en comparación con W (33.2%) siendo el encontrado en mayor concentración el ácido eicosapentaenoico (EPA); relacionado con una actividad protectora frente al CCR (Nkondjock et al., 2003). Además, destacó la actividad protectora con el tratamiento con los homogenizados crudos observada en células tratadas con peróxido de hidrógeno aumentando significativamente sus porcentajes de proliferación celular sobre todo con el tratamiento de la anémona W/O (hasta un 47.51%). Los homogenizados crudos de ambas anémonas fueron los que mostraron una mayor capacidad antiproliferativa *in vitro* (en líneas celulares y MTS) en comparación con los extractos etanólicos y los hidrolizados proteicos, observándose valores de IC<sub>50</sub> (concentración inhibitoria al 50%) de 7.78 y 2.36 µg/mL en la línea T84 para los homogenizados crudos W y W/O respectivamente, siendo de nuevo más activa la anémona sometida al proceso de *bleaching*. Asimismo, se observó que los homogenizados disminuyeron el número de células tumorales en la fase G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub> con un aumento en las fases G<sub>2</sub>/M, subG<sub>1</sub> y de apoptosis temprana. Sin embargo no se observaron diferencias significativas con ningún tratamiento en términos de invasividad celular (Cabeza et al., 2021).

### Conclusiones

El mayor efecto antioxidante y antiproliferativo observado en el caso de *A. sulcata* W/O podría deberse al proceso de *bleaching* pudiendo ser fuente de compuestos antitumorales y antioxidantes con aplicaciones nutraceuticas para el manejo del CCR.

### Bibliografía

- Bulati, M., Longo, A., Masullo, T., Vlah, S., Bennici, C., Bonura, A., Salamone, M., Tagliavia, M., Nicosia, A., Mazzola, S., Colombo, P., & Cuttitta, A. (2016). Partially Purified Extracts of Sea Anemone *Anemonia viridis* Affect the Growth and Viability of Selected Tumour Cell Lines. *BioMed Research International*, 2016, 3849897. <https://doi.org/10.1155/2016/3849897>.
- Cabeza, L., Peña, M., Martínez, R., Mesas, C., Galisteo, M., Perazzoli, G., Prados, J., Porres, J. M., & Melguizo, C. (2021). *Anemonia sulcata* and Its Symbiont *Symbiodinium* as a Source of Anti-Tumor and Anti-Oxidant Compounds for Colon Cancer Therapy: A Preliminary *In Vitro* Study. *Biology*, 10(2), 134. <https://doi.org/10.3390/biology10020134>.
- Loret, E. P., Luis, J., Nuccio, C., Villard, C., Mansuelle, P., Lebrun, R., & Villard, P. H. (2018). A Low Molecular Weight Protein from the Sea Anemone *Anemonia viridis* with an Anti-Angiogenic Activity. *Marine Drugs*, 16(4), 134. <https://doi.org/10.3390/md16040134>.
- Nkondjock, A., Shatenstein, B., Maisonneuve, P., & Ghadirian, P. (2003). Specific fatty acids and human colorectal cancer: An overview. *Cancer Detection and Prevention*, 27(1), 55-66. [https://doi.org/10.1016/s0361-090x\(02\)00179-4](https://doi.org/10.1016/s0361-090x(02)00179-4).

### Agradecimientos

Proyectos de Investigación Jóvenes Investigadores CEI-MAR 2021 códigos: CEIJ-006 y al Proyecto PAIDI de la Consejería de Transformación Economía, Industria, Conocimiento y Universidades código: PYC20 RE 035 UGR.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO DEL BALANCE DE CALOR EN FOTOBIOREACTORES RACEWAY  
UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE SPIRULINA**

**Ema Rosa Morilla Veselinovic<sup>1,2</sup>, Ainoa Morillas-España<sup>1,2</sup>, Martina Ciardi<sup>1,2</sup>, Francisco Gabriel Acién<sup>1,2</sup>**

Universidad de Almería, España, emamorillaveselinovic@gmail.com; facien@ual.es; ame778@ual.es<sup>1</sup>; mc722@ual.es, Centro de investigación en energía solar (CIESOL), España<sup>2</sup>

**Abstract**

In addition to solar radiation the most relevant factor determining the performance of microalgae cultures at large scale is temperature. Despite that, at a large scale, the control of the temperature of the cultures is usually disregarded because of the huge amounts of energy required. However, for certain applications, it would be possible to control the temperature of the cultures and then optimize the biomass production capacity. Moreover, overheating of the culture can cause the collapse of the culture. In this work, the possibility to control the temperature of *Spirulina* cultures performed in 80 m<sup>2</sup> raceway reactors is analysed. Heat balances are applied to identify the major phenomena taking place, and the overall heat demand of the system being determined. Based on these results, the design of optimal control systems for large-scale microalgae cultures is proposed.

**Introducción**

La especie *Spirulina platensis* es la microalga más producida a nivel mundial. Esto es debido a que esta es autorizada para consumo humano y a la gran cantidad de compuestos beneficios para la salud que contienen dichas microalgas, principalmente proteínas. La producción a gran escala de esta especie tiene algunos factores limitante, como el control óptimo de la temperatura del cultivo. Modelos matemáticos predictivos facilitan controlar los parámetros de crecimiento de las microalgas, pero es necesario validarlos con datos experimentales (Rodríguez-Miranda et al., 2021). Este estudio lleva a cabo las correcciones de los fenómenos físicos de pérdidas y ganancias de calor que juegan un papel fundamental en el modelo para obtener un control modulable de la temperatura de un fotobio reactor bajo invernadero.

**Material y métodos**

Para poder realizar este estudio, se utilizaron dos reactores abiertos tipo raceways de polietileno, con un área de 80 m<sup>2</sup>, situados en un invernadero para así poder controlar los intercambios de calor producidos en el sistema. Para ello, fue necesario obtener datos de temperatura tanto de los cultivos como del suelo donde también ocurren este intercambio de calor. Para ello, se utilizaron sensores de temperatura tipo PT100. Los datos fueron tomados diariamente.

**Resultados y discusión**

Para este estudio, es necesario diferenciar los fenómenos de transferencia de calor que puede presentarse, mediante las siguientes ecuaciones. Todas ellas se basan en el modelo de temperatura de Rodríguez y Miranda (Rodríguez-Miranda et al., 2021) calculado para este tipo de reactores.

$$Q_{acumulado} (J/s) = Q_{irradiancia} (J/s) + Q_{evaporación} (J/s) + Q_{radiación} (J/s) + Q_{conducción} (J/s) \\ + Q_{convección} (J/s) + Q_{advección} (J/s)$$

$$Q_{irradiancia} (J/s) = Radiación_{global} (W/m^2) \cdot a \cdot A(m^2)$$

$$Q_{evaporación} (J/s) = -E(mm/dia) \cdot \left(\frac{1 dia}{86400 s}\right) \cdot \left(\frac{1 m}{1000 mm}\right) \cdot \rho (kg/m^3) \cdot Lv (J/kg) \cdot A(m^2)$$

$$Q_{radiación} (J/s) = \sigma (W/m^2 \cdot K^4) \cdot A(m^2) \cdot \varepsilon_w \cdot (T_{sky}^4 (K^4) - T_w^4 (K^4))$$

$$Q_{conducción} (J/s) = h_{suelo} (W/m^2 \cdot ^\circ C) \cdot A_{suelo} (m^2) \cdot (T_{suelo} (^\circ C) - T_w (^\circ C))$$

$$Q_{convección} (J/s) = \left(\frac{0.46 \cdot (T_{amb} (^\circ C) - T_w (^\circ C))}{(e_s (mmHg) - e_a (mmHg))}\right) \cdot A(m^2) \cdot \left(\frac{Q_{evaporación} (J/s)}{T_w (^\circ C)}\right)$$

$$Q_{advección} (J/s) = C_p (J/kg \cdot ^\circ C) \cdot \rho (kg/m^3) \cdot (Q_d (m^3/s) \cdot T_d (^\circ C) - Q_h (m^3/s) \cdot T_w (^\circ C))$$

## Conclusiones

Los resultados de temperatura obtenidos en los dos reactores demuestran que es posible controlar la temperatura del cultivo en valores cercanos al óptimo para la producción de esta microalga. El modelo desarrollado permite identificar los flujos de calor más relevantes y en base a ello proponer mejoras para la reducción de las pérdidas de calor. Las pérdidas de calor por conducción al suelo se han mostrado como relevantes por lo que se propone el uso de materiales aislantes en la base de los reactores. Para reducir las pérdidas de calor por evaporación que son también relevantes se propone trabajar con ambientes con elevada humedad relativa. De esta forma se puede minimizar la demanda de energía para el control de temperatura y lograr mantener temperaturas próximas al valor óptimo que permitan maximizar el rendimiento de los cultivos.

## Bibliografía

Rodríguez-Miranda, E., Guzmán, J. L., Ación, F. G., Berenguel, M., & Visioli, A. (2021). Indirect regulation of temperature in raceway reactors by optimal management of culture depth. *Biotechnology and Bioengineering*, 118(3), 1186–1198.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto ALGAHUB financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Los autores agradecen al Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Almería, financiado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación con fondos del Programa Operativo Fondos Europeos de Desarrollo Regional de Andalucía (FEDER) 2021-2027. Programa: Investigación Científica e Innovación 54.A



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**REDUCCIÓN DEL GASTO HÍDRICO EN LA PRODUCCIÓN DE MICROALGAS EN FOTOBIOREACTORES ABIERTOS**

**Martina Ciardí<sup>1,2</sup>, Cintia Gómez Serrano<sup>1,2</sup>, Tomás Lafarga<sup>1,2</sup>, Francisco Gabriel Acién<sup>1,2</sup>, Bernardo Llamas<sup>3</sup>, Silvia Bolado<sup>4,5</sup>, José María Fernández Sevilla<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Chemical Engineering, University of Almería, 04120 Almería, Spain, mc722@ual.es, <sup>2</sup> CIESOL Solar Energy Research Centre, Joint Centre University of Almería-CIEMAT, 04120 Almería, Spain, <sup>3</sup> ETSI Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid, 28003 Madrid, Spain, <sup>4</sup> Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, University of Valladolid, 47001 Valladolid, Spain, <sup>5</sup> Institute of Sustainable Processes, University of Valladolid, 47001 Valladolid, Spain

**Abstract**

Diluted fresh pig slurry was used as the only source of nutrients for the production of *Scenedemus almeriensis* for 12 months in a 30 m<sup>2</sup> cascade thin layer photobioreactor. The objectives of the work were the evaluations of the effects of water recycling during the semi-continuous mode, testing different percentages of water recirculated to the system. Given the heterogenic composition of pig slurry in terms of nutrients, color and turbidity, the experiments try to maintain a certain working range to allow the production of microalgae. In the summer, biomass productivity decreased from 22.3 ± 0.9 g·m<sup>-2</sup>·day<sup>-1</sup> (0% water recycling) to 16.5 ± 0.8 g·m<sup>-2</sup>·day<sup>-1</sup> (75% water recycling). Recirculation percentages higher than 50% considerably increase the color and turbidity of the effluents, requiring strategies to reduce the values of these parameters. The recirculation of water caused a significant decrease, with values that oscillated between 800-900 or 600-700 L·kg<sup>-1</sup>, depending on the percentage of recirculation studied.

**Introducción**

Los productos procedentes de microalgas se están imponiendo cada vez más en el mercado mundial. Los escasos recursos hídricos en muchas áreas del planeta y la necesidad de agua para la producción de biomasa de microalga son un gran desafío para la implementación de este tipo de producción. Con el fin de evaluar estrategias de producción más económicas, este estudio experimenta la producción anual de la especie *Scenedemus almeriensis* en un fotobiorreactor abierto, usando purines de cerdo frescos diluidos como única fuente de nutrientes. Evaluando también en paralelo los efectos del reciclaje de agua de mantenimiento durante la producción anual de biomasa de microalgas.

**Material y métodos**

La producción de biomasa de microalgas a partir de purines de cerdo diluidos se llevó a cabo en dos reactores de capa fina idénticos de 30 m<sup>2</sup> operados a una profundidad de cultivo de 0,02 m. El foso de cada reactor tenía un colector de 680 L que permitía un volumen total de trabajo de 1.280 L. La evaporación del agua se compensaba diariamente con agua dulce. Los reactores se operaron 24 h por día y el pH se mantuvo constante en 8,0 ± 0,1 mediante inyección de CO<sub>2</sub> puro según demanda. Debido a la elevada variabilidad en la composición de los purines de cerdo, las diluciones se realizaron en base a la turbidez y medidas de entrada de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Se llevaron a cabo dos tandas de experimentos por temporada. En la primera serie sea para la inoculación y semicontinuo se mantienen la turbidez por debajo de 10 NTU en los 15 días de ensayos. En este caso Los efluentes de salida no fueron devueltos al sistema (un porcentaje de recirculación del 0%). En la segunda tanda, la dilución de los purines de cerdo se mantuvo por debajo de 10 NTU en la fase de inicial de crecimiento de los cultivos. Durante la fase semicontinua el purín se diluyó con agua dulce mezclada con los efluentes de salida de los reactores en porcentajes de recirculación de 25, 50 o 75%.

## Resultados y discusión

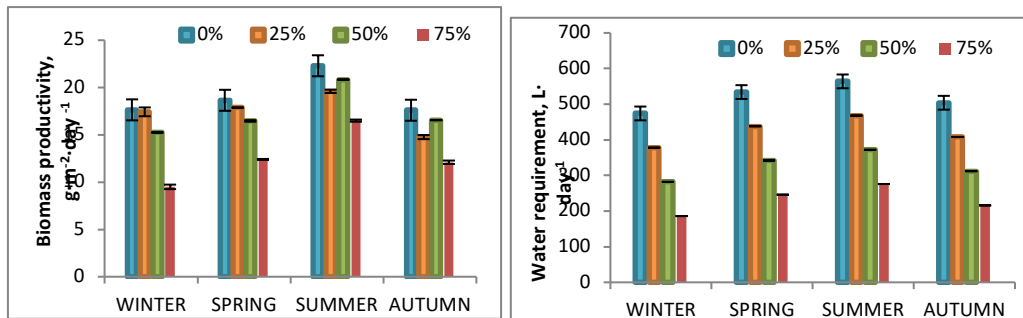


Figura 1. Productividad de biomasa (izquierda), agua de mantenimiento necesaria (derecha).

En la fig. 1 (izq.) es evidente que la estación en la que se trabaja es de fundamental importancia, donde en verano se alcanzan los valores más altos de producción de biomasa. Además, cuanto mayor es el porcentaje de recirculación de agua, menores ( $p < 0,05$ ) son los valores de la productividad del cultivo. Con recirculaciones del 50 ó 75 %, la turbidez del medio de cultivo entrante fue superior a 100 NTU después de 5 a 6 días de producción semicontinua, lo que detuvo la producción. La alta variabilidad de este tipo de residuos también se refleja en su composición en términos de nutrientes, color y turbidez. La fig. 1 (dcha.) muestra el requerimiento diario de agua del sistema, que incluye agua para compensar las pérdidas por evaporación y agua para diluir el estiércol de cerdo. Factores como la estación ( $p < 0,05$ ) y la tasa de recirculación ( $p < 0,05$ ) tuvieron un efecto significativo en la cantidad de agua necesaria para producir la biomasa. De hecho, porcentajes de recirculación del 25, 50 o 75% supusieron una disminución media de las necesidades de agua del 18,6, 37,1 y 55,7% respectivamente. Dado que el porcentaje de recirculación influía en la productividad de la biomasa, la cantidad de agua necesaria para producir 1 kg de biomasa no siguió la misma tendencia, de hecho, disminuyen en verano debido al 75% de recirculación con el 40% de requerimiento de agua en comparación con la cantidad de biomasa producida.

## Conclusiones

Dependiendo de las condiciones de operación, la cepa de *S almeriensis* se ha revelado una cepa robusta. La productividad de biomasa alcanzada al operar a 0% de tasa de recirculación osciló entre 17 y 23  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ . Estos valores concordaron con los obtenidos al producir la misma microalga a partir de aguas residuales urbanas, que oscilaron entre 17 y 35  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$  (Morillas-España et al. 2021a). La turbidez y color del agua recirculada cada día pudo haber afectado la disponibilidad de luz. De hecho, operando a porcentajes de recirculación del 50 y 75%, la producción semicontinua tuvo que detenerse antes de tiempo porque el aumento de la turbidez disminuyó la irradiación media dentro del cultivo por debajo de 10  $\mu\text{mol}\cdot\text{fotones}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ . La recirculación del agua ha supuesto una disminución de los requerimientos hídricos para el funcionamiento de los fotobiorreactores. No se observaron diferencias entre los requerimientos unitarios de agua de la biomasa producida con porcentajes de recirculación del 50 y 75% debido a la menor productividad operando al 75% de recirculación. Debido a la alta turbidez que se acumula en el sistema, no se recomiendan tasas de recirculación de agua dulce superiores al 50 %. La recirculación del agua resultó en una disminución significativa de la cantidad de agua requerida, con valores entre 800-900 o 600-700  $\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}$ , según el porcentaje de recirculación. La ozonización, la filtración u otras estrategias pueden resultar en mayores tasas de recirculación.

## Bibliografía

Morillas-España A, Lafarga T, Ación-Fernández FG, Gómez-Serrano C, González-López CV (2021a) Annual production of microalgae in wastewater using pilot-scale thin-layer cascade photobioreactors. *J Appl Phycol* 33:3861–387.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EL TRANSPORTE MARÍTIMO Y LAS EMISIONES CONTAMINANTES. APLICACIÓN A LA FLOTA PESQUERA DEL GALP**

*Lucía Jiménez-Álvarez*

*Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, Universidad de Cádiz, luciajimenez95@gmail.com*

**Abstract**

Air emissions from shipping include both greenhouse gases and traditional pollutants, which are harmful to the ecosystem and to life. One of the ways to calculate the influence on air quality exerted by maritime transport is to make an inventory of emissions from the study area which will be applied to the air quality model whose results would be introduced in the model epidemiological. There are several models for the development of the emissions inventory. This study used the Ships Energy Efficiency Model (SEEM1), a research model of the research group Energy Efficiency in Maritime Transport. With the aim of analyzing the improvements that would be obtained both energy and environmental, this model was applied both for international maritime traffic (Strait of Gibraltar) and for the fishing fleet of the northwest coast of Cadiz (GALP). In both cases two different situations have been compared, such as the use of an alternative fuel, liquefied natural gas, in this case and, in addition, for the fishing fleet, simulations have been made with oscillations of the speed of the vessel in the navigation phase. Comparing the use of traditional fuel with liquefied natural gas, a reduction in harmful gases for living beings of up to 98% of SO<sub>x</sub> has been concluded, and with the reduction in the speed of transit, a 20 % reduction in emissions in the fisheries sector has been achieved per knot of speed reduction.

**Introducción**

Los barcos emiten una serie de contaminantes que se pueden englobar en dos grupos: los nocivos para la salud de los seres vivos (PM, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y CO) y los que afectan directamente al medio ambiente (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, COVNM y N<sub>2</sub>O) (Durán-Grados, et al., 2022). Por tanto, urge la necesidad de buscar soluciones o alternativas para mejorar la eficiencia energética del transporte marítimo para poder mitigar los efectos dañinos en la naturaleza y seres vivos (Brandt, et al., 2013). En este proyecto, se han establecido las bases para el uso eficiente de la energía a bordo basadas en cambios tanto en los procedimientos operacionales como en el uso de combustibles alternativos sostenibles, demostrando los beneficios de ambas alternativas mediante el uso del modelo SEEM1 (Moreno-Gutiérrez and Durán-Grados 2021). Este modelo se basa en el cálculo de la potencia desarrollada por cada barco en tiempo real, con independencia del combustible usado, que incluye factores tanto externos (condiciones meteorológicas) como de los propios buques (estado de mantenimiento del casco y la hélice). El modelo se aplicó en flota del GALP (Grupo de Acción Local del Sector Pesquero: Chipiona, Rota, Sanlúcar de Barrameda y El Puerto de Santa María) mediante el procedimiento bottom-up (Chang et al., 2018), desarrollando propuestas de soluciones personalizadas para cada barco en particular y como globales para mejorar la eficiencia energética.

**Material y métodos**

El inventario energético y de emisiones de la flota GALP se ha obtenido mediante la recopilación de datos de consumo de energía diarios que se usarán para el cálculo de las emisiones. A su vez, se han validado los valores de los factores de emisión (los empleados son los reconocidos por la Comunidad Científica Internacional), analizando las medidas de emisiones atmosféricas “in situ” mediante equipos embarcados (Testo Marine 350). Esto se ha llevado a cabo en 10 barcos de cada tipo de arte (arrastre y cerco). Para la obtención de estos datos, se ha usado el modelo SEEM 1 (Moreno-Gutiérrez and



Durán-Grados 2021), que incluye todos los algoritmos relacionados con el consumo energético (la velocidad, el calado, distancia recorrida, el estado de mantenimiento de la hélice y del casco, condiciones meteorológicas y el factor de carga). Con este procedimiento se ha calculado la energía consumida por todos y cada uno de los barcos (arrastreros y de cerco) que componen la flota del GALP, reflejado tanto en los consumos energéticos por unidad de energía entregada como en los consumos de combustible. Una vez obtenido el consumo de energía diaria y las toneladas de emisiones diarias de cada buque, se han simulado velocidades de hasta 3 nudos por debajo de la que se emplea normalmente en tránsitos caladero/puerto, y, además, se ha simulado cuanto sería el consumo energético, de combustible y las toneladas de cada contaminante si se usara el combustible alternativo LNG.

### Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para los diez barcos arrastreros y diez cercos, se han extrapolado a toda la flota del GALP al objeto de obtener los resultados energéticos y de emisiones para un año completo. Se ha calculado la energía consumida en la fase de navegación y en caladero (kWh), para arrastreros y cercos. Los arrastreros consumen un 96 % más energía en caladero que los cercos. En cambio, en la fase de navegación, los dos tipos de buques consumen prácticamente la misma energía. Tanto los arrastreros como los cercos, han disminuido en un 90% prácticamente las emisiones de contaminantes perjudiciales para la salud de los seres vivos. En cambio, las emisiones de gases de efecto invernadero no sufren una disminución, sino todo lo contrario, aumentan significativamente. Por último, se han analizado las toneladas de emisiones producidas por estos buques con la disminución de la velocidad en tan solo un nudo durante la fase de navegación. Las toneladas de emisiones atmosféricas contaminantes se reducen en un 20 % por cada nudo que disminuye la velocidad de navegación o tránsito.

### Conclusiones

El LNG, solo será un combustible de paso, debido a sus inconvenientes: Es un combustible fósil (compuesto en un 95 % por metano ( $\text{CH}_4$ )), con lo cual, la producción de  $\text{CO}_2$  y consecuentemente gases de efectos invernadero es inevitable, aunque reduce al 90 % las emisiones de los gases perjudiciales para la salud de los seres vivos. Por otro lado, produce fugas de metano incluso antes de comenzar la combustión, y, además, carece de infraestructura para bunkering. Por otro lado, el metanol, etanol, hidrógeno y amoníaco deberían de ser estudiados como alternativa para el LNG.

### Bibliografía

- Brandt, J., Silver, J. D., Christensen, J. H., Andersen, M. S., Bønløkke, J. H., Sigsgaard, T., ... & Frohn, L. M. (2013). Assessment of past, present and future health-cost externalities of air pollution in Europe and the contribution from international ship traffic using the EVA model system. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(15), 7747-7764. <https://doi.org/10.5194/acp-13-7747-2013>.
- Chang, Y.T., Park, H., Suhjung Lee, S., Kim, E., 2018. Have Emission Control Areas (ECAs) harmed port efficiency in Europe. *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.* 58, 39–53. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.10.018>.
- Durán-Grados, V., Rodríguez-Moreno, R., Calderay-Cayetano, F., Amado-Sánchez, Y., Pájaro-Velázquez, E., Nunes, R. A., ... & Moreno-Gutiérrez, J. (2022). The Influence of Emissions from Maritime Transport on Air Quality in the Strait of Gibraltar (Spain). *Sustainability*, 14(19), 12507. <https://doi.org/10.3390/su141912507>
- Moreno-Gutiérrez, J., Durán-Grados, C.V., 2021. Calculating ships' real emissions of pollutants and greenhouse gases: towards zero uncertainties. *Sci. Total Environ.* 750, 141471 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141471>.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUATION OF THE ANTIBIOFOULING EFFICIENCY OF TRANSPARENT SURFACES  
IN MICROALGAE CULTURES**

Agustín Álvarez-Álvarez<sup>1</sup>, Yolanda Soriano-Jerez<sup>1,2</sup>, Christine Bressy<sup>3</sup>, Marta Fernández-García<sup>4</sup>, Asterio Sánchez-Mirón<sup>1,2</sup>, Francisco García-Camacho<sup>1,2</sup>, M. C. Cerón-García<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, <sup>2</sup>CIAMBITAL Research Centre, University of Almería; <sup>3</sup>MAPIEM Laboratory, University of Toulon, Toulon, France; <sup>4</sup>Institute of Polymer Science and Technology (ICTP-CSIC), Madrid, ysj372@ual.es

**Abstract**

The special issue for the development of antibiofouling surfaces for microalgae culture is that the material must be transparent. The main objective of this work was to evaluate the antibiofouling efficiency of two developed transparent surfaces immersed into cultures of different microalgae species. PMMA and glass were used as control materials and polydimethylsiloxane (PDMS) and the opaque commercial paint Hempasil X3® as control coatings. The microalgae used were *Chlorella vulgaris*, *Porphyridium cruentum*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Scenedesmus almeriensis*, and *Nannochloropsis gaditana*. First, a single media, which was N-Algal, was selected as the most productive. Then, the influence of the N/P ratio on cell adhesion, biomass and excreted protein concentration was evaluated. Results revealed an inverse relationship between both protein concentration in the cultures and cell adhesion with respect to the biomass concentration for all microalgae tested. Cell adhesion on the two transparent surfaces developed showed very low cell adhesion in all cultures (28.62% for rigid material and 38.11% for the coating, compared to glass).

**Introduction**

The implementation of industrial-scale facilities for microalgae culture is limited due to high biomass production costs. Cell adhesion, or biofouling, is one of the main problems to obtain efficient systems and long-lasting cultures (Zerriouh et al., 2019). Soriano-Jerez et al. (2021) and García-Abad et al. (2022) showed that N/P ratio plays a key role in biofouling formation, since lower N/P ratios showed a higher cell adhesion while higher N/P ratios showed a lower cell adhesion and higher biomass concentration. In recent years, the development of antibiofouling surfaces was based on preventing the adhesion of substances that promote biofouling, such as proteins. However, those surfaces were opaque (Camós Noguera et al., 2017; Gevaux et al., 2019), so they are not useful on microalgal industry. The main objective of this work is to test the antibiofouling efficiency of two developed transparent surfaces in different microalgae culture. For this, the culture conditions prone to biofouling formation have been previously evaluated by modifying the N/P ratio.

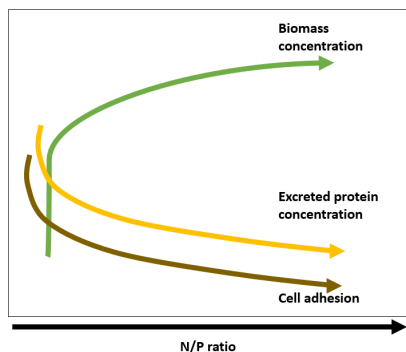
**Material and methods**

1. Culture media selection: N- Algal, BBM, and Arnon media were assessed. Microalgae were inoculated in 40 mL T-flasks under a light-dark regimen of 12:12 h with an incident irradiance of 63  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  at 25 °C. 2. Influence of N/P ratio on microalgae cell adhesion: N/P ratios used were 5, 15, 45 and 60 by changing the concentration of phosphorus while the concentration of nitrate was kept constant (Soriano-Jerez et al., 2021). Cell adhesion was evaluated on glass surface placed at the bottom of the flasks. 3. Evaluation of antibiofouling efficiency of transparent surfaces on different microalgae cultures: Antibiofouling efficiency of material A and coating DBE was tested by placing them in a 300 mL PBR using PMMA, glass, PDMS and Hempasil X3 as control surfaces as described elsewhere (Soriano-Jerez et al., 2021). PBRs were placed in an orbital shaker (130 rpm) under a continuous light-dark regimen (12:12 h) with 100  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  at 25 °C. Excreted protein concentration and cell adhesion on each surface were measured in Sections 2 and 3. Growth kinetics were determined by absorbance measurement. The cell health status was determined by the photosynthetic efficiency of Photosystem

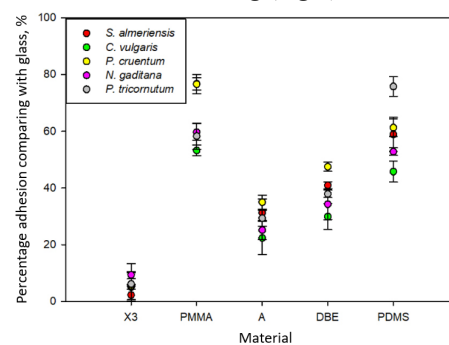
II (Fv/Fm). Cell adhesion was evaluated at the end of the culture by measuring chlorophyll *a* fluorescence (Zerriouh et al., 2017). Protein concentration in the supernatants was quantified using a bicinchoninic acid protein assay kit.

## Results and discussion

N-Algal medium, in comparison with BBM and Arnon, was the most appropriate for microalgae culture of all the tested due to the highest specific growth rate and productivity ( $p$ -value $<0.05$ ). Regarding cell adhesion, Figure 1 shows the general tendency: when biomass concentration increases, excreted proteins and cell adhesion decrease, as observed for *N. Gaditana* (Soriano-Jerez et al., 2021), *I. galbana*, and *C. reinhardtii* (García-Abad et al., 2022). An increase in the N/P ratio showed an increase in biomass concentration and a decrease on excreted protein concentration for all strains assayed, while *P. Cruentum* in lower N/P ratios showed higher biomass and lower excreted protein concentrations. Therefore, selected N/P ratio was 15 for three strains and 45 for two of them, since they were conditions prone to biofouling formation with higher biomass productivity. The surface with the lowest cell adhesion was Hempasil X3, followed by material A and DBE coating (Fig 2).



**Figure 1.** Cell adhesion, biomass, and excreted protein concentration at the end of the culture.



**Figure 2.** Cell adhesion on each surface in each microalgae culture.

## Conclusions

N-Algal culture medium showed to be a very productive medium for all the microalgae tested. With that medium, an inverse relationship between cell adhesion, or excreted protein concentration, and biomass concentration for all microalgae tested. The developed surfaces showed to be a good alternative to build efficient closed PBRs because of the lower cell adhesion compared to those of traditional materials such as glass and PMMA.

## Bibliography

- Camós Noguera, A., Olsen, S. M., Hvilsted, S., & Kiil, S. (2017). *Prog. Org. Coat.* 106, 77–86.
- García-Abad, L., López-Rosales, L., Cerón-García, M. del C., Fernández-García, M., García-Camacho, F., & Molina-Grima, E. (2022). *Biofouling*, 38(5), 507–520.
- Gevaux, L., Lejars, M., Margailan, A., Briand, J. F., Bunet, R., & Bressy, C. (2019). *Polymers*, 11(2), 1–
- Soriano-Jerez, Y., López-Rosales, L., Cerón-García, M. C., Sánchez-Mirón, A., Gallardo-Rodríguez, J. J., García-Camacho, F., & Molina-Grima, E. (2021). *Biotechnol. Bioeng.* 118(3), 1152–1165.
- Zerriouh, O., Reinoso-Moreno, J. V., López-Rosales, L., Cerón-García, M. del C., Sánchez-Mirón, A., García-Camacho, F., & Molina-Grima, E. (2017). *Crit. Rev. Biotechnol.* 37(8), 1006–1023.
- Zerriouh, O., Reinoso-Moreno, J. V., López-Rosales, L., Cerón-García, M. C., Sánchez Mirón, A., García-Camacho, F., & Molina-Grima, E. (2019). *Algal Res.* 37, 277–287.

**Acknowledgments** This work was supported by the Spanish Ministry of Science and Innovation (PDC2022-133206-100), and the European Regional Development Fund Programme. Y. Soriano-Jerez is grateful for the personal funding from the University of Almería, Spain.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y METABOLISMO EN DORADA (*Sparus aurata*)  
ALIMENTADOS CON PIENSOS CON SUSTITUCIÓN TOTAL DEL ACEITE DE PESCADO  
POR ACEITE DE MICROALGAS**

**Sara Flores<sup>1,2</sup>, Alba Galafat<sup>2</sup>, M. C. Cerón-García<sup>3</sup>, Alejandro Blázquez-Durán<sup>1</sup>, Marta Román<sup>4</sup>, Verónica de las Heras<sup>4</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>1</sup>, Francisco Javier Alarcón<sup>2</sup>**

Departamento de Biología, CEI-MAR, Universidad de Cádiz, España, sarafloresmoreno97@gmail.com, alejandro.blazquezduran@alum.uca.es, juanantonio.sitcha@uca.es<sup>1</sup>, Departamento de Biología y Geología, CEI-MAR – Universidad de Almería, España, agdo56@ual.es, faltarcon@ual.es<sup>2</sup>, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería, España, mcceron@ual.es<sup>3</sup>, Servicios Centrales en Cultivos Marinos (SCI-CM), Universidad de Cádiz, España, veronica.delasheras@uca.es, marta.romanarias@gmail.com<sup>4</sup>

**Abstract**

In the present study, we analysed the effects of the dietary replacement of fish oil (FO) by microalgae oil (AO) on the growth performance and metabolism in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. Fish were fed, in triplicate, four different experimental diets, CT, 50% AO, 75% AO and 100% AO, with 0%, 50%, 75%, and 100% fish oil replacement, respectively. After 11 weeks of feeding, a slight improvement was found in the biometric indexes assessed with respect to the fish fed the control diet, with no negative effect at growth performance or metabolic level.

**Introducción**

El elevado consumo mundial de alimentos acuáticos, el incremento de la población mundial, la degradación ambiental y el declive de las poblaciones pelágicas la sobreexplotación de los caladeros naturales ha propiciado la necesidad de mejorar la producción acuícola para asegurar su suministro a nivel mundial. Por ello surge la necesidad de sustituir el aceite y harina de pescado por otras alternativas más sostenibles como son el aceite y la harina de microalgas en la formulación de los piensos utilizados en acuicultura (Pérez et al., 2020).

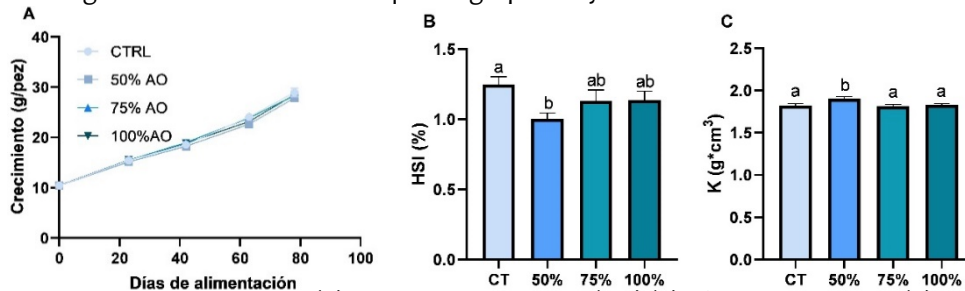
**Material y métodos**

En este estudio se evaluó la posibilidad de sustituir el aceite de pescado por un aceite extraído a partir de las microalgas *Nannochloropsis gaditana* e *Isochrysis galbana*. Para ello se formularon 4 piensos experimentales con distinto nivel de sustitución del FO por AO; i) control (CT) sin aceite algal, mientras que el resto de piensos (50% AO, 75% AO y 100% AO) se formularon con diferentes niveles de sustitución del FO por AO (50%, 75% y 100%). El ensayo de alimentación se prolongó durante 11 semanas. Se llevaron a cabo 3 muestreos biométricos para obtener la biomasa de los ejemplares, y un muestreo final, en el que además se midió la longitud furcal y se tomaron muestras biológicas de plasma, hígado y músculo de 4 peces por tanque, previa anestesia seguida de sacrificio, para analizar distintos metabolitos.

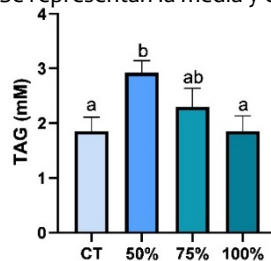
**Resultados y discusión**

El crecimiento de los peces fue similar en todos los tratamientos (Fig. 1A). Se obtuvieron diferencias en el índice hepatosomático (HSI, Fig. 1B), que presentó valores más altos en los peces alimentados con CT, y similares en los alimentados con 75% AO y 100% AO. Por otra parte, los peces alimentados con

50% AO fueron los que presentaron mejor factor de condición (K, Fig. 1C). Esto sugiere que la sustitución parcial del aceite pescado parece generar cierto efecto beneficioso a nivel biométrico en los peces. Los metabolitos plasmáticos, hepáticos y en músculo no presentaron diferencias, con la excepción de los TAG plasmáticos, siendo mayores en los peces alimentados con 50% AO y menores en los grupos CT y 100% AO (Fig. 2). Esto sugiere que dicha dieta pudiera estar induciendo una mayor disponibilidad de unidades elementales de los lípidos (TAG) en el lumen intestinal y, por tanto, disponibles para su absorción lumen-sangre, sin acumularse en exceso en el hígado, lo que indicaría una correcta reubicación de dicho sustrato (Anni *et al.*, 2021), dado que el grupo 50% AO presenta valores de HSI significativamente menores que los grupos CT y 100% AO.



**Figura 1.** Evolución del peso corporal (A), índice hepatosomático (HSI) (B) y factor de condición (K) en los juveniles de dorada alimentados con las diferentes dietas experimentales. Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos. Se representan la media y el E.E.M (n = 12 peces por tratamiento).



**Figura 2.** Concentración de triglicéridos (TAG) plasmáticos en los juveniles de dorada alimentados con las diferentes dietas experimentales. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Los resultados representados son la media y el E.E.M (n = 12 peces por tratamiento).

## Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que la sustitución parcial y total del aceite de pescado por aceite de microalgas es posible, sin perjuicio de producir ningún efecto negativo sobre el crecimiento y el metabolismo intermediario en los juveniles de dorada.

## Bibliografía

- Pérez-Chabela, M. D. L., Álvarez-Cisneros, Y., Soriano-Santos, J., Pérez-Hernández, M. A. (2020). Los probióticos y sus metabolitos en la acuicultura. Una Revisión. *Hidrobiológica*, 30(1), 93-105.
- Anni, N. S., Jung, S. J., Shim, J. S., Jeon, Y. W., Lee, G. B., Kim, H. C. (2021). Stressful life events and serum triglyceride levels: the Cardiovascular and Metabolic Diseases Etiology Research Center cohort in Korea. *Epidemiology and Health*, 43.

**Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por las Ayudas I+D+i en Universidades y Centros de investigación públicos UALFEDER-UAL2020-TEP-A2001, así como por el Programa del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, el Proyecto FEDER-UCA18-107182 financiado por la Unión Europea dentro del Programa Operativo ERDF 2014-2020 y por la Junta de Andalucía, y la Convocatoria de ayudas a proyectos de transferencia del conocimiento e innovación empresarial en el ámbito de la Economía Azul. CEI-MAR 2022 (PufaDor). El contrato de Sara Flores es financiado por el Proyecto AquaTech4Feed (PCI2020-112204) otorgado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y la UE "NextGenerationEU" / PRTR dentro del ERA-NET BioBlue COFUND.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**UTILIZACIÓN DE UN CONCENTRADO DE CAROTENOIDES EN PIENSOS CON ELEVADO NIVEL DE SUSTITUCIÓN DEL ACEITE DE PESCADO EN JUVENILES DE DORADA (*Sparus aurata*)**

**Sara Flores<sup>1,2</sup>, Alba Galafat<sup>2</sup>, Miguel González-Cardoso<sup>3</sup>, M. C. Cerón-García<sup>3</sup>, Verónica de las Heras<sup>4</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>1</sup>, Francisco Javier Alarcón<sup>2</sup>**

Departamento de Biología, CEI-MAR, Universidad de Cádiz, España, sarafloresmoreno97@gmail.com, juanantonio.sitcha@uca.es<sup>1</sup>, Departamento de Biología y Geología, CEI-MAR – Universidad de Almería, España, agdo56@ual.es, falarcon@ual.es<sup>2</sup>, Departamento de Ingeniería Química CEI MAR-CIAMBITAL, Universidad de Almería, España, mgc459@ual.es, mcceron@ual.es<sup>3</sup>, SCI-CM, Universidad de Cádiz, España, veronica.delasheras@uca.es<sup>4</sup>

**Abstract**

Three diets formulated with different levels of fish oil (FO) replacement (50%, 75% and 100%) by a microalgal oil (AO) were supplemented with a carotenoid concentrate. A diet without any algal product was used as control. Stability of carotenoids in feeds after 3 months of storage at different temperature was studied, and juvenile *Sparus aurata* were fed, in triplicate, the experimental feeds for 11 weeks, and then muscle carotenoid content was measured. Results showed increased content of carotenoids in diets supplemented with the concentrate, but temperature significantly affected their stability, since the higher temperature the lower carotenoid content after 3 months of storage. Fish fed the carotenoid-supplemented diets tended to show higher content of total carotenoid in muscle, particularly in 50% AO y 100% AO.

**Introducción**

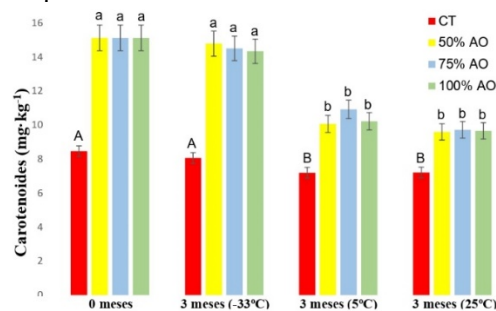
Las microalgas revisten gran interés para su uso en piensos acuícolas, y entre otras características son microorganismos que pueden sintetizar compuestos de alto valor como los carotenoides. Los carotenoides en peces modulan la coloración, son precursores de la vitamina A, antioxidantes e inmunoestimulantes, además de afectar al rendimiento reproductivo y mejorar el crecimiento de los peces. Los peces no producen carotenoides, por lo que se debe de incorporar en los piensos (Sales et al., 2021). En este estudio se evalúa el uso de un concentrado de carotenoides en piensos con un alto nivel de sustitución del aceite de pescado (FO) por un aceite algal (AO), analizando la estabilidad de los carotenoides durante el almacenamiento de los piensos a distintas temperaturas, y su incorporación en el músculo de los peces tras un periodo de alimentación de 11 semanas con dichos piensos.

**Material y métodos**

Se formularon tres piensos experimentales con distinto nivel de sustitución del FO por AO (50% AO, 75% AO y 100% AO) y un control CT sin productos algales. Los piensos con sustitución de FO se suplementaron con un 0,5% de un extracto concentrado de carotenoides obtenido a partir de microalgas marinas (750 mg de carotenoides/g). Por un lado, se realizó un estudio de estabilidad de los carotenoides en el pienso almacenándolos durante 3 meses a tres temperaturas distintas (-33, 5 y 25°C). Por otra parte, se alimentaron juveniles de dorada con estos piensos durante 11 semanas, y seguidamente se tomaron muestras para analizar el contenido en carotenoides en el músculo.

## Resultados y discusión

La Figura 1 evidencia que el contenido de carotenoides en los piensos suplementados con el concentrado duplicó al determinado en el pienso CT. Por otra parte, la estabilidad de los carotenoides se vio claramente afectada cuando los piensos se almacenaron a temperaturas más altas (5°C y 25°C), lo que pone de manifiesto su susceptibilidad para degradarse durante el almacenamiento si el pienso no se almacena a temperaturas inferiores a 0°C. La Tabla 2 muestra el contenido de carotenoides en el músculo de las doradas tras finalizar el ensayo de alimentación. Los resultados indican que los peces alimentados con el concentrado de carotenoides contienen mayor concentración de estos pigmentos que el grupo control, si bien solo fueron significativamente más altos en 50% AO y 100% AO. Sales *et al.* (2021) encontraron unos resultados similares, pero en su estudio concluyeron que el bajo nivel de carotenoides presente en el músculo puede deberse a que el depósito de estos pigmentos se produce principalmente en la piel de los peces.



**Figura 2.** Contenido de carotenoides totales ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en los piensos experimentales al inicio y tras 3 meses de almacenamiento a diferentes temperaturas (25°C, 5°C y -33°C). Los valores medios ( $n=3$ ) con diferente letra indican diferencias significativas para un mismo pienso almacenado a distintas temperaturas.

**Tabla 2.** Contenido de carotenoides ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en el músculo de las doradas al final del ensayo de alimentación.

Carotenoides	CT	50% AO	75% AO	100% AO
Anteroxantina	ND	ND	$0,001 \pm 0,00^b$	$0,004 \pm 0,00^b$
Vaucheraxantina	$0,004 \pm 0,00$	$0,009 \pm 0,00$	$0,008 \pm 0,00$	$0,005 \pm 0,00$
Vaucheraxantina ester	$0,005 \pm 0,00^a$	$0,012 \pm 0,00^b$	$0,006 \pm 0,00^a$	$0,008 \pm 0,00^{ab}$
Canthanxantina	$0,003 \pm 0,00$	$0,004 \pm 0,00$	$0,002 \pm 0,00$	$0,002 \pm 0,00$
$\beta$ -Caroteno	$0,020 \pm 0,01$	$0,041 \pm 0,02$	$0,023 \pm 0,01$	$0,041 \pm 0,03$
<b>Total</b>	$0,032 \pm 0,01^a$	$0,066 \pm 0,02^b$	$0,040 \pm 0,01^{ab}$	$0,060 \pm 0,03^b$

Los valores medios ( $n=3$ ) con diferente superíndice indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). ND = No detectado.

## Conclusiones

Los resultados indican que el uso de piensos enriquecidos con carotenoides produce una acumulación de estos pigmentos en el músculo de la dorada, sin embargo, se evidencia que estos compuestos son termolábiles y tienden a degradarse cuando los piensos se almacenan a temperaturas superiores a 0°C.

## Bibliografía

Sales, R., Galafat, A., Vizcaíno, A. J., Sáez, M. I., Martínez, T. F., Cerón-García, M. C., Navarro-López, E., Tsuzuki, M.Y., Ación-Fernández, F.G., Molina-Grima, E., & Alarcón, F. J. (2021). *Algal Research*, 53, 102162.

**Agradecimientos** Esta investigación ha sido financiada por el proyecto UALFEDER 2020 (UAL2020-TEP-A2001) así como por fondos FEDER, y la Convocatoria de ayudas a proyectos de transferencia del conocimiento e innovación empresarial en el ámbito de la Economía Azul. CEI-MAR 2022 (PufaDor). El contrato de Sara Flores es financiado por el Proyecto AquaTech4Feed (PCI2020-112204) otorgado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y la UE "NextGenerationEU" / PRTR dentro del ERA-NET BioBlue COFUND.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**LISTA DE LOS MEDUSOZOOS DE CUBA (CNIDARIA)**

**Ramón Damián Morejón-Arrojo<sup>1</sup>, Leandro Rodríguez-Viera<sup>2</sup>**

*Instituto de Ciencias del Mar, Cuba<sup>1</sup>, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, España<sup>2</sup>, leandro.rodriguez@uca.es<sup>2</sup>*

**Abstract**

Medusozoans comprise a diverse group that includes scyphozoans, cubozoans, and hydrozoans. Most medusozoans have a biphasic life cycle, and as part of the zooplankton and benthos, they play an important role in the structure of marine ecosystems. However, studying jellyfish can be challenging due to their seasonal and spatial variability. Taxonomic studies are important in order to accurately identify and classify the different species of jellyfish, which is essential for understanding their distribution and ecology, as well as their potential as providers of ecosystem services. In this study, we update the list of medusozoan species reported in Cuba. Published or not literature, expeditions data and picture record were reviewed to compile a species list of marine jellyfish for the Cuban coasts. Cuba, with 214 species of medusozoans is between the regions with the highest species richness in the Caribbean Sea: 198 Hydrozoa with 42 families, 13 Scyphozoa with nine families, and 3 Cubozoa with three families. The best-represented families were Sertularidae, Campanulariidae, and Stylasteridae.

**Introducción**

El Phylum Cnidaria es un grupo diverso que incluye organismos como corales, anémonas, hidras y medusas. Los medusozoos comprenden un gran grupo dentro del filo que incluye las clases Scyphozoa, Cubozoa, Staurozoa e Hydrozoa. En Cuba, con excepciones, la mayor parte de los estudios ha estado dirigidos al Orden Octocorallia y el Orden Scleractinia, y algunos registros de especies de hidrozoarios de la Clase Hydrozoa. Sin embargo, los estudios sobre medusas se limitan a escasos reportes aislados (Varela *et al.*, 2010; Rodríguez-Viera *et al.*, 2012). En este trabajo, nos propusimos compilar y actualizar la lista de los medusozoos registrados en aguas cubanas, así como comparar la riqueza de especie de medusas entre varias regiones del Caribe.

**Material y métodos**

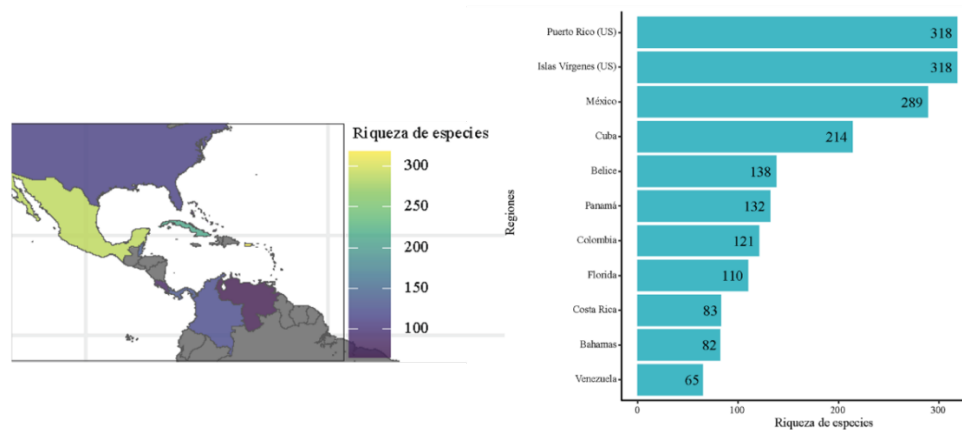
Se revisaron las publicaciones o no (tesis, informes de expediciones, etc.) referentes a las especies de medusas (fase pólipo o medusa) reportadas para Cuba. Fueron usados ScienceDirect y Google Scholar con diferentes criterios de búsqueda (ej. “jellyfish”, “Scyphozoa”, etc.). Se examinaron las colecciones de diferentes instituciones marinas en Cuba (ej. centros de investigaciones, universidades, museos), también se examinaron los registros de la Fototeca marina (primera y única de su tipo en el país) con registros fotográficos realizados por buzos, fotógrafos submarinos e investigadores de los últimos 20 años. A su vez se compiló información de la biodiversidad de especies de medusas para varias regiones del Caribe. Para la clasificación de las especies de medusas identificadas en los registros fotográficos se siguieron los criterios de Kramp (1961), Mianzan y Cornelius (1999) y Migotto *et al.* (2002).

**Resultados y discusión**

La lista contiene 214 especies de medusozoos registrados para Cuba, pertenecientes a tres clases: Hydrozoa, Scyphozoa y Cubozoa. La clase Hydrozoa es la mejor representada con 198 especies seguida de la clase Scyphozoa con 13 especies y la clase Cubozoa con 3 especies. La Clase Cubozoa está representada por las familias Alatinidae, Carybdeidae y Tamoyidae. Dentro de la Clase Scyphozoa las



familias más frecuentes fueron Cassiopeidae, Pelagiidae y Ulmaridae. Finalmente, dentro de la Clase Hydrozoa las familias más frecuentes fueron Sertulariidae, Campanulariidae, Stylasteridae, Plumulariidae y Aglaopheniidae. Dentro de los registros, se encuentran dos especies (*Phyllorhiza punctata* y *Cassiopea andromeda*) que están registradas como especies invasoras para el Caribe. Cuba se encuentra dentro de los países con mayor riqueza de especies de Medusozoos en la región del Caribe (Figura 1). Identificar las principales especies de medusas en una determinada región, así como cuantificar el número de individuos es esencial para incrementar el conocimiento de sus poblaciones, y entender el impacto de estos en áreas con especies de interés comercial o su amenaza en el desequilibrio del ecosistema como es el caso de algunas especies invasoras (Graham *et al.*, 2003).



**Figura 1.** Riqueza de especies de Medusozoos (Hydrozoa, Cubozoa, Scyphozoa y Staurozoa) en algunas regiones del Caribe.

## Conclusiones

En correspondencia con los reportes para la región Caribe, en este trabajo encontramos valores similares para el número de especies de medusas en Cuba, donde predominan los hidrozoos (92,52%), seguidos de los escifozoos (medusas verdaderas; 6,08%) y cubozoos (1,40%).

## Bibliografía

- Kramp, P.L. (1961). Synopsis of the medusae of the world. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 40, 1–469.
- Graham, W.M., Martin, D.L., Felder, D.L., Asper, V.L. & Perry, H.M. (2003). Ecological and economic implications of a tropical jellyfish invader in the Gulf of Mexico. *Biol. Invasions*, 5, 53–69.
- Mianzan, H.W., Cornelius, P.F.S. (1999). Cubomedusae and Scyphomedusae. En D. Boltovskoy (ed.) *South Atlantic Zooplankton* (513–559). Leiden, Backhuys Publishers.
- Migotto, A.E., Marques, A.C., Morandini, A.C., Silveira, F.L.D. (2002). Checklist of the cnidaria medusozoa of Brazil. *Biota Neotrop.*, 2, 1–31.
- Rodríguez-Viera, L., Rodríguez, J., Pérez-García, J.A., Olivera, Y., Perera, Y. (2012). Invertebrados marinos de la zona central del golfo de Ana María, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 32 (2): 30–38.
- Varela, C., González-Díaz, S.P., Álvarez, S., Clero, L. (2010). Primer registro de la familia Drymonematidae (Cnidaria: Scyphozoa) para el archipiélago cubano. *Rev. Invest. Mar.*, 31 (2): 101–103.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a todas las instituciones que nos permitieron revisar sus colecciones. También al Dr. André C. Morandini por toda su ayuda y sugerencias. Esta investigación ha sido financiada por las “Ayudas María Zambrano para la atracción del talento internacional” de la Universidad de Cádiz (UCA/R155REC/2021) concedida a LRV.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CARACTERIZACIÓN Y APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS DE COMUNIDADES  
MICROFITOBENTÓNICAS DEL LITORAL DE GRANADA**

*Isabel Martín Girela<sup>1,2</sup>, Julio De la Rosa<sup>2</sup>, Héctor J. Pula<sup>2</sup>, Rosario Martínez Martínez<sup>2</sup>, Pedro Sánchez Castillo<sup>2</sup>*

*Universidad Politécnica de Madrid, España, isabel.marting@upm.es<sup>1</sup>, Universidad de Granada, España psanchez@ugr.es. jdlarosa@ugr.es. pula@ugr.es. rosariomz@ugr.es<sup>2</sup>*

**Abstract**

The project financed by CEIMAR consists of the cultivation of indigenous Mediterranean marine benthic species in biofilm photobioreactors to analyse their biotechnological potential. The project's results will be the optimisation of the production of microphytobenthic biomass, studying its functional capacity and possible use as supplements or novel foods in human nutrition and its nutritional potential in aquaculture. Of undoubted interest will also be applying the knowledge obtained in bioremediation processes in degraded coastal areas.

**Introducción**

EL creciente interés por las microalgas ha derivado en el desarrollo de multitud de fotobiorreactores con la finalidad de producir la mayor cantidad de biomasa al menor coste económico posible (Acién et al., 2012; Huang et al., 2017; Tredici, 2004). El fotobiorreactor laminar (PBR-L), donde las microalgas crecen adheridas a un soporte vertical, en forma de biofilm (Fernández, 2011) ha sido el elegido para la realización de este proyecto.

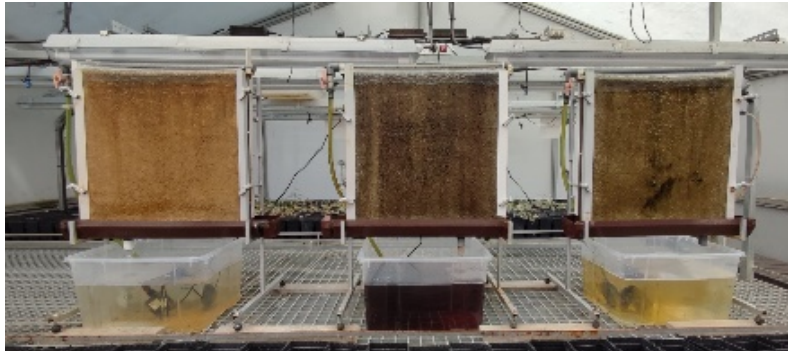
La implementación y puesta a punto de este dispositivo puede contribuir al desarrollo de un sector de la economía azul en la costa de Granada, donde aún no se ha abordado las posibles aplicaciones de los cultivos de algas, ya iniciados en otras provincias de nuestro litoral. El marcado carácter sostenible e innovador de este proyecto puede contribuir al desarrollo de la economía azul, la economía circular y la transferencia del conocimiento en la costa de Granada.

**Material y métodos**

El material microfitobentónico fue obtenido por raspado de material ficológico de tres plataformas rocosas intermareales, de tres localidades de la costa granadina (Castell, Salobreña y Almuñécar). Con este material se inocularon tres PBR-L (Figura 1). Cada reactor tiene una capacidad de 17 litros (de agua marina con medio nutritivo f/2) y una superficie de panel de 1 m<sup>2</sup>.

Diariamente se completa el volumen del reactor que se ha evaporado. Periódicamente se realizará la caracterización de las especies que pueblan cada reactor y se analizarán las condiciones de cultivo.

Una vez se haya formado un biofilm consistente sobre el panel de cada reactor, se procederá al raspado de la biomasa producida, para analizar sus características y determinar sus posibles usos como fuente nutricional en acuicultura y posibles aplicaciones biotecnológicas.



**Figura 1.** PBR-L experimentales, inoculados con microalgas bentónicas de diferentes enclaves del litoral de la provincia de Granada, (de izquierda a derecha Castell de Ferro, Salobreña y Almuñécar).

### Resultados y discusión

La formación del biofilm sobre cada PBR-L, como se observa en la Figura 1, se está produciendo de distinta forma debido a la diferente composición del inóculo inicial. De forma general, la composición del biofilm, en los tres reactores, está formado por una base de cianobacterias filamentosas de diferentes grupos taxonómicos, sobre la que se desarrollan comunidades de algas eucariotas, tanto flageladas como coccas, que acaban por constituir un biofilm de mayor complejidad, exclusivo de cada una de las localizaciones prospectadas. De forma paralela aparecen especies de macroalgas que comienzan a desarrollar sus talos adultos junto a las especies que constituyen el biofilm antes descrito.

### Conclusiones

El PBR-L es un sistema idóneo para el cultivo de especies microalgales bentónicas, y una útil herramienta para el análisis de la sucesión de las comunidades microfitobentónicas, en ambientes controlados. Además, esperamos concluir que la biomasa obtenida cuenta con aplicaciones biotecnológicas interesantes.

### Bibliografía

- Acién, F. G., Fernández, J. M., Magán, J. J., & Molina, E. (2012). Production cost of a real microalgae production plant and strategies to reduce it. In *Biotechnology Advances* (Vol. 30, Issue 6, pp. 1344–1353). <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.02.005>
- Fernández, J. (2011). *Laminar photobioreactor for the production of microalgae* (Patent No. WO2011138477 A1). <http://www.google.es/patents/WO2011138477A1?cl=es//www.google.com/patents/WO2011138477A1?cl=es>
- Huang, Q., Jiang, F., Wang, L., & Yang, C. (2017). Design of Photobioreactors for Mass Cultivation of Photosynthetic Organisms. *Engineering*, 3, 318–329. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.020>
- Tredici, M. R. (2004). Mass production of microalgae. In A. Richmond (Ed.), *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology* (1st ed., pp. 178–214). Blackwell Publishing Ltd.

**Agradecimientos** A la Fundación Cei-Mar y a los fondos de la Unión Europea -NextGenerationEU. RD289/2021.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**INFLUENCE OF CULTURE MEDIUM ON GROWTH AND L-ASPARAGINASE  
PRODUCTION BY *Haematococcus pluvialis***

**Laenne Barbara Silva de Moraes<sup>1</sup>, Alejandro Molina-Miras<sup>2</sup>, Asterio Sánchez-Mirón<sup>3</sup>, M. C. Cerón-García<sup>4</sup>, Ranilson de Souza Bezerra<sup>5</sup>, Alfredo Olivera Gálvez<sup>6</sup>, Francisco García-Camacho<sup>7</sup>**

Federal Rural University of Pernambuco, Brazil, laennemoraes@gmail.com<sup>1</sup>, University of Almería, Spain, amm657@ual.es<sup>2</sup>, University of Almería, Spain, asmiron@ual.es<sup>3</sup>, University of Almería, Spain, mcceron@ual.es<sup>4</sup>, Federal University of Pernambuco, Brazil, ranilson.bezerra@ufpe.br<sup>5</sup>, Federal Rural University of Pernambuco, Brazil, alfredo\_oliv@yahoo.com<sup>6</sup>, University of Almería, Spain, fgarcia@ual.es<sup>7</sup>

**Abstract**

The microalga *Haematococcus pluvialis* is a source of valuable metabolites. The production of metabolites and cell growth of microalgae is influenced by the culture medium. This study proposes the production of *H. pluvialis* and L-asparaginase using modified BBM culture media: 1. NaNO<sub>3</sub> as nitrogen source (CTRL); 2. Urea as nitrogen source (UREN); 3. Glycerophosphate as phosphorus source (GLPH); 4. Metal concentration increased by a factor of 3 (MET3); 5. NaNO<sub>3</sub> fertilizer as nitrogen source (FERT). The UREN medium resulted in higher final cell productivity, while the  $\mu_{max}$  was statistically similar for all culture media. Furthermore, this microalga is a novel source for L-asparaginase production.

**Introduction**

*Haematococcus pluvialis* (Chlorophyta) is one of the most produced microalgal species due to its ability to synthesize astaxanthin (Mota et al., 2022). However, compared to other commercially cultivated species, *H. pluvialis* has a low biomass productivity, hence changes in the culture medium seek to increase the biomass production (Cheng et al., 2016). In addition, microalgae have the capacity to produce others bioactive compounds, like as L-asparaginase (Ebrahiminezhad et al., 2014). However, the production of L-asparaginase in *H. pluvialis* has not been reported. This enzyme is an anti-neoplastic drug used in lymphoblastic leukemia chemotherapy (Ebrahiminezhad et al., 2014). There has been a growing interest in the exploration and utilization of marine sources, particularly microalgae, for drug discovery and production. This study proposes the production of *H. pluvialis* and L-asparaginase using different culture media.

**Materials and methods**

The microalga *H. pluvialis* was cultured in spherical flasks (1.0 L capacity) using modified BBM (Nichols and Bold, 1965) culture media (N:P ratio of 5): 1. NaNO<sub>3</sub> as nitrogen source (CTRL); 2. Urea as nitrogen source (UREN); 3. Glycerophosphate as phosphorus source (GLPH); 4. Metal concentration increased by a factor of 3 (MET3); 5. NaNO<sub>3</sub> fertilizer as nitrogen source (FERT). The spherical flasks were illuminated with a light/dark pattern L/D 12:12 h at an incident irradiance (I<sub>0</sub>) value of 60  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  at the surface. The culture had an acclimatization phase (to the stationary phase of growth) and then it was subcultured and subjected to light stress (300  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) in the stationary phase to induce carotenoid production. All experiments were performed in duplicate.

Photosynthetic efficiency ( $F_v/F_m$ ), optical density at 720 nm and cell number concentration by flow cytometry carried out routinely (Molina-Miras et al., 2020). The biomass was collected by centrifugation (5000 x g, 5 min) and freeze-dried. Dry biomass was subjected to analysis of L-

asparaginase activity according to the modified Ebrahiminezhad et al. (2014) method. L-asparaginase activity was measured by Nessler's reaction. Measurements were carried out in triplicate.

## Results and discussion

Regarding the maximum specific growth rate ( $\mu_{max}$ ), there were no statistically significant differences among treatments, while for the final cell productivity a higher value was found for the UREN treatment (Table 1), being the culture with urea a 20% more productive than the control one. With regard to maximum photochemical yield of photosystem II ( $F_V/F_M$ ), there were no statistically significant differences among treatments, with average values from  $0.51 \pm 0.01$  to  $0.73 \pm 0.02$ , this indicates the presence of healthy cells throughout the culture period.

**Table 1.** Growth variables of *Haematococcus pluvialis* under modified BBM culture media.

Treatment	$\mu_{max}$ (day <sup>-1</sup> )	Final Productivity ( $\times 10^3 \cdot \text{cell} \cdot \text{mL}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ )
CTRL	$0.143 \pm 0.02^a$	$29.95 \pm 2.13^b$
UREN	$0.216 \pm 0.07^a$	$35.99 \pm 2.35^a$
GLPH	$0.194 \pm 0.03^a$	$28.23 \pm 2.02^b$
MET3	$0.143 \pm 0.04^a$	$23.78 \pm 0.10^c$
FERT	$0.160 \pm 0.05^a$	$24.79 \pm 1.15^c$

Mean of 4 replicates  $\pm$  standard deviation. Mean values for the same column with distinct letters differ significantly by Tukey's test ( $p < 0.05$ ). The microalga *H. pluvialis* showed an L-asparaginase activity of  $35.32 \pm 4.58$  IU mg<sup>-1</sup> dry cell weight and  $15.06 \pm 2.29$  IU mL<sup>-1</sup> solution.

## Conclusions

*H. pluvialis* grew in all culture media, with a higher final cell productivity in the urea medium. Furthermore, this microalga is a novel source for L-asparaginase production.

## References

- Cheng, J., Li, K., Yang, Z., Zhou, J., & Cen, K. (2016). Enhancing the growth rate and astaxanthin yield of *Haematococcus pluvialis* by nuclear irradiation and high concentration of carbon dioxide stress. *Bioresource technology*, 204, 49-54.
- Ebrahiminezhad, A., Rasoul-Amini, S., Ghoshoon, M. B., & Ghasemi, Y. (2014). *Chlorella vulgaris*, a novel microalgal source for L-asparaginase production. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(2), 214-217.
- Molina-Miras, A., López-Rosales, L., Cerón-García, M. C., Sánchez-Mirón, A., Olivera-Gálvez, A., García-Camacho, F., & Molina-Grima, E. (2020). Acclimation of the microalga *Amphidinium carterae* to different nitrogen sources: potential application in the treatment of marine aquaculture effluents. *Journal of applied phycology*, 32, 1075-1094.
- Mota, G. C. P., Moraes, L. B. S. D., Oliveira, C. Y. B., Oliveira, D. W. S., Abreu, J. L. D., Dantas, D. M. M., & Gálvez, A. O. (2022). Astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*: processes, applications, and market. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 52(5), 598-609.
- Nichols, H. W., & Bold, H. C. (1965). *Trichosarcina polymorpha* gen. et sp. nov. *Journal of phycology*, 1(1), 34-38.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EVALUACIÓN DE PLASTICIDAD DIGESTIVA EN DORADAS ALIMENTADAS CON DIETAS RICAS EN PROTEÍNA ANIMAL TRAS SER ALIMENTADAS, PREVIAMENTE, CON DIETAS VEGETALIZADAS**

**Miguel Torres<sup>1,2</sup>, David Castro<sup>1</sup>, Anyell Caderno<sup>1</sup>, Francisco Javier Alarcón<sup>3</sup>, Juan Antonio Martos-Sitcha<sup>1</sup>, Milagrosa Oliva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz (UCA), España, anyell.caderno@uca.es, davidgcastro@outlook.com, juanantonio.sitcha@uca.es, milagrosa.oliva@uca.es, <sup>2</sup> Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España, mitorrod@upv.edu.es, <sup>3</sup> Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería (UAL), España, faltarcon@ual.es

**Abstract**

In this study, the digestive system plasticity of the of gilthead seabream (*Sparus aurata*) was analysed after being fed with aquafeed rich in plant proteins (PP) and a commercial fish meal (FM)-based aquafeeds. For this, seabreams juveniles were fed for 90 days with a PP-based diet. After first 90 days, a fish group continued being fed with the same PP diet, while a second fish group was fed with a commercial aquafeed rich in fishmeal (FM diet), for 21 days extra. After both periods (90 and 111 days), different histobiometric index of the intestine and liver of the fish were analysed. The results show that at histological level there is not a compensatory effect in the intestine and liver, however, there is a temporal relation between the increase of the mucosa surface and the amount of mucous goblet cells (in the intestine) and the hepatocyte atrophy in liver.

**Introducción**

El auge del uso de ingredientes vegetales, en detrimento de aceites y harinas de pescado, en la formulación de dietas para la cría de peces marinos de naturaleza carnívora, como es el caso de la dorada (*S. aurata*), supone que estos afronten una serie de cambios a nivel fisiológico que les permitan contrarrestar la pérdida del valor nutritivo de la dieta. Estos cambios nutricionales conllevan la existencia de una serie de modificaciones estructurales y funcionales para intentar compensar la eficiencia de alimentación de los peces alimentados con dietas ricas en ingredientes vegetales que, normalmente, son menos aprovechables al no poseer, o estar en estado más latente, la maquinaria digestiva para una mayor bioaccesibilidad de los nutrientes. Así, el presente trabajo tiene como objetivo obtener, desde una perspectiva histológica, información sobre la posible plasticidad fisiológica nutricional en peces alimentados con piensos ricos en ingredientes vegetales tras volver a ingerir dietas con formulaciones comerciales.

**Material y métodos**

Un total de 180 ejemplares de *S. aurata* (27-28 g) fueron alimentados (2 tomas/día *ad libitum*) durante 90 días en 6 tanques de 400 L de capacidad (30 peces/tanque) con una dieta formulada con un alto porcentaje de sustitución (~75%) de aceite y harina de pescado por proteínas y aceites de origen vegetal (Plant Protein diet, PP). Tras 90 días, los peces fueron alimentados durante 21 días más

(90+21=111 días) con i) la misma dieta vegetalizada (PP90+PP21) y ii) una dieta comercial rica en harina y aceite de pescado (PP90+FM21). Al término de ambos periodos de alimentación (inicial: 90d y final: 111d) se tomaron muestras de intestino e hígado de los peces para su estudio histológico. Estas, tras ser fijadas, fueron procesadas y teñidas con hematoxilina-eosina y con la técnica del ácido periódico-reactivo de Schiff (PAS) para visualizar carbohidratos y glicoproteínas. Para cada una de las secciones se realizaron medidas en el intestino para calcular la superficie relativa de las capas mucosa/submucosa (MSR) y el número de células mucosas (CM/mm<sup>2</sup>). Por su parte, en el hígado se procedió a medir el área de los hepatocitos de los ejemplares ensayados.

## Resultados y discusión

Al término del ensayo, ambos grupos experimentales (PP90+PP21 y PP90+FM21) presentaron diferencias histobiométricas entre sí para el caso del área de los hepatocitos, y con respecto al inicio del ensayo (PP90d), a nivel intestinal y hepático (Tabla 1). A nivel intestinal, aunque se observaron diferencias significativas positivas en los índices analizados en ambos grupos (PP90+PP21 y PP90+FM21) con respecto al grupo alimentado durante 90 días con una dieta vegetal (PP90), tras 21 días de alimentación con la dieta FM (PP90+2FM21) no se observó una respuesta fisiológica compensatoria en relación a la superficie mucosa y/o al número de células mucosas con respecto a aquellos peces alimentados con la dieta vegetalizada (PP90+PP21). En base a esto, los mayores rendimientos productivos observados podrían deberse a mecanismos moleculares o enzimático-digestivos. A nivel hepático, se observan diferencias entre ambos grupos, con una notable atrofia de los hepatocitos en ejemplares del grupo PP90+FM21. Esto también denota la ausencia de una respuesta hepática compensatoria tras alimentar a los peces con el pienso estándar (FM), rico en proteína animal.

INDICADOR	PP90	PP90+PP21	PP90+FM21
Ratio Mucosa/submucosa	6,35 ± 0,14 <sup>a</sup>	8,33 ± 0,37 <sup>b</sup>	8,88 ± 0,36 <sup>b</sup>
Células mucosas/mm <sup>2</sup> superficie mucosa	9074,07 ± 464,39 <sup>a</sup>	10932,71 ± 464,39 <sup>b</sup>	10879,91 ± 391,55 <sup>b</sup>
Área Hepatocitos (µm <sup>2</sup> )	177,13 ± 1,23 <sup>c</sup>	135,1 ± 1,15 <sup>b</sup>	117,01 ± 0,88 <sup>a</sup>

**Tabla 2.** Indicadores biométricos obtenidos en intestino e hígado de *S. aurata* alimentadas con una dieta vegetalizada (PP) durante 90 días y, posteriormente, alimentadas durante 21 días más (90+21 días) con la misma dieta PP o con una dieta comercial (FM). Se muestran los valores medios ± SE (n=4) por grupo experimental. Diferentes letras (a, b, c) denotan diferencias significativas (ANOVA y Tukey HSD, P ≤ 0.05) entre grupos experimentales.

## Conclusiones

Aunque se observan diferencias en los grupos alimentados durante 111 días (independientemente de la dieta) con respecto al grupo inicial alimentado durante 90 días, lo que entendemos como una relación temporal, no se observa, a nivel histológico, un efecto compensatorio a nivel intestinal o hepático en los peces alimentados durante 21 días con una dieta rica en proteína de origen animal. Sin embargo, debido al corto periodo de experimentación (21 días), sería necesario llevar a cabo ensayos complementarios para determinar si dicha compensación intestinal se produciría con un periodo experimental más prolongado.

**Agradecimientos** Ayudas Margarita Salas (Universidad Politécnica de Valencia), del Ministerio de Universidades de España, para la formación de Jóvenes Doctores con fondos NextgenerationEU, y al Proyecto FEDER-UCA18-107182.

I Congreso Iberoamericano Jóvenes Investigadores del Mar  
Universidad de Almería. 6 – 9 de septiembre, 2023





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN TOTAL DE ACEITE DE PESCADO POR ACEITES VEGETALES EN PIENSOS SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL FILETE DE SERIOLA MEDITERRÁNEA (*Seriola dumerili*)**

**Tatiana Cascales Martos<sup>1</sup>, Cristina Marín Lora<sup>2</sup>, Silvia Martínez-Llorens<sup>3</sup>, Ana Tomás Vidal<sup>4</sup>, Isabel Fernández Segovia<sup>5</sup>, Ana Fuentes López<sup>6</sup>**

Universitat Politècnica de València, España, [tatianaaquaculture@gmail.com](mailto:tatianaaquaculture@gmail.com)<sup>1</sup>, [cmarlo@alumni.upv.es](mailto:cmarlo@alumni.upv.es)<sup>2</sup>, [silmarll@dca.upv.es](mailto:silmarll@dca.upv.es)<sup>3</sup>, [atomasv@dca.upv.es](mailto:atomasv@dca.upv.es)<sup>4</sup>, [isferse1@tal.upv.es](mailto:isferse1@tal.upv.es)<sup>5</sup>, [anfuelo@upvnet.upv.es](mailto:anfuelo@upvnet.upv.es)<sup>6</sup>

**Abstract**

The study aimed to evaluate the total substitution of fish oil by vegetable oils in the diet of Mediterranean yellowtail (*Seriola dumerili*) (Risso, 1810) in the fillet shelf-life. The fish were fed two diets, FO100, with 100% fish oil, and FO0, with a blend of vegetable oils (linseed, sunflower, and palm) replacing the fish oil. After slaughter, the fillets were packaged and stored at 4°C for 14 days. During this storage period, physicochemical and microbiological parameters were evaluated. These parameters showed minimal differences between the diets, observing a similar evolution, indicating a loss of freshness and quality during storage in both diets. The shelf-life of the Mediterranean yellowtail fillet was less than 14 days of storage.

**Introducción**

En la seriola mediterránea (*Seriola dumerili*), como en la mayoría de las especies carnívoras, la harina de pescado y el aceite de pescado (AP) son los principales componentes de los piensos. Actualmente, las formulaciones se inclinan por ingredientes más sostenibles, tanto desde el punto de vista ambiental, como económico. El tipo de aceite que se utilice en la elaboración del pienso es importante, ya que los lípidos tienen una influencia notable en la calidad del filete de pescado, afectando la textura, el sabor, el aroma, el color y la vida útil del producto. El estudio de la vida útil es relevante ya que el pescado es altamente susceptible al deterioro. Después de la muerte, el pescado comienza a experimentar cambios en el pH, aumenta la actividad del agua y la biodisponibilidad de nutrientes para los microorganismos, comienza la actividad enzimática de degradación y reacciones redox (Prado-Toledo, 2022). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que tiene la sustitución total de AP por aceites vegetales (AV) en piensos sobre la vida útil del filete de seriola mediterránea.

**Material y métodos**

El experimento se llevó a cabo en tanques de 4000 L dentro de un RAS en el laboratorio de Acuicultura de la Universitat Politècnica de València. Los animales se distribuyeron en grupos de 10 peces por tanque (peso medio de 500 g). Se formularon dos dietas, FO100, en la cual la grasa procedía en un 100% de AP y FO0, en la cual el AP fue sustituido por una mezcla de AV (linaza, girasol y palma). Se alimentaron dos veces al día durante 109 días hasta que todos los grupos alcanzaron un peso medio aproximado de 1150 g. Las seriolas fueron sacrificadas, evisceradas y fileteadas, obteniendo 2 filetes por cada pescado. Para el estudio de vida útil, los filetes se envasaron en bolsas de plástico y se almacenaron a 4 °C durante 14 días. Se recogieron muestras en días sucesivos (n=2). Los parámetros físico-químicos que se analizaron fueron: pH, contenido de nitrógeno básico volátil total (N-BVT), índice del ácido tiobarbitúrico (TBA), compuestos de degradación del ATP y textura. Los compuestos relacionados con ATP, que consisten en inosina-5'-monofosfato (IMP), inosina (Ino) e hipoxantina



(Hx), se analizaron por HPLC. Con ello, se calculó el valor de K1. El análisis del perfil de textura se realizó utilizando un texturómetro. Las bacterias mesófilas y enterobacterias se determinaron por conteo de colonias a 30° Celsius. Se realizaron ANOVAs multifactoriales para comprobar la existencia de diferencias significativas entre las dos formulaciones de los piensos y el tiempo de almacenamiento con el programa RStudio (2023.06.0+421).

### Resultados y discusión

Los resultados de la evolución de los parámetros físico-químicos muestran que existen diferencias significativas entre las dietas en los valores de pH, con una tendencia de aumento a lo largo del tiempo. La humedad se mantuvo constante para ambas dietas sin diferencias significativas. El N-BVT es un indicador del deterioro del pescado, tomándose en seriola 30 mg N/100 g como límite (Castro et al., 2012). En el presente trabajo, los valores máximos fueron  $25,18 \pm 0,06$  y  $23,37 \pm 0,06$  mg N/100 g para las muestras FO0 y FO100, respectivamente, por lo que no puede considerarse deterioradas a lo largo del estudio, según este parámetro. La oxidación lipídica se midió con el índice de TBA, mostrando niveles bajos al inicio y un ligero aumento conforme aumentaba el tiempo de almacenamiento en ambas dietas. El tipo de aceite utilizado no afectó a este índice. Los metabolitos de degradación del ATP, Hx e Ino mostraron valores iniciales bajos en ambas dietas, aumentando significativamente el contenido de Ino durante el almacenamiento, mientras que el de Hx se mantuvo estable. IMP presentó valores altos al inicio, disminuyendo significativamente a lo largo del almacenamiento. Además, se presentaron diferencias significativas entre las dietas para este metabolito, siendo inicialmente más alta y finalmente más baja para FO0. El valor de K1 aumentó de forma significativa a lo largo del almacenamiento, mostrando diferencias entre ambas dietas, presentando la dieta de AV mayor nivel de degradación. En cuanto a la evolución de los parámetros de textura, la cohesividad y adhesividad se mantuvieron constantes, mientras que se observó una disminución significativa, sobre todo los primeros días de almacenamiento en la elasticidad, masticabilidad, resiliencia y dureza, siendo muy acusada en este último. En la evolución microbiana se observaron valores iniciales bajos en mesófilos y enterobacterias aumentando significativamente a partir del día 6 y 3 respectivamente. Para mesófilos, ambas dietas superaron el límite de 7 log ufc/g, que podría indicar deterioro, el día 14 de almacenamiento, sin diferencias significativas entre FO0 y FO100. El tipo de dieta tuvo un efecto significativo en el crecimiento de enterobacterias, encontrando niveles más altos al inicio en FO0, igualándose alrededor del día 6.

### Conclusiones

La sustitución completa de AP por AV en el pienso, no afecta a la evolución de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, salvo en algún caso puntual. Se observó pérdida de frescura y calidad durante el almacenamiento en ambas dietas. Además, se puede establecer una vida útil inferior a 14 días de almacenamiento para ambas dietas. Esto sostiene que los AV podrían ser una alternativa para la alimentación de la seriola mediterránea.

### Bibliografía

- Castro, P., Millán, R., Penedo, J. C., Sanjuán, E., Santana, A., & Caballero, M. J. (2012). Effect of storage conditions on total volatile base nitrogen determinations in fish muscle extracts. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21(5), 519-523.
- Prado-Toledo, I. Y., Ramos-Santoyo, K. N., Guzmán-Robles, M. L., & Cortés-Sánchez, A. D. J. (2022). Analysis of the Degree of Quality of Fish Fillet in Refrigeration. *Open Journal of Applied Sciences*, 12(5), 744-756.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PUESTA A PUNTO DE UN PROCEDIMIENTO SEMI-INDUSTRIAL DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE BIOMASA MICROALGAL CON INTERÉS EN LA ELABORACIÓN DE PIENSOS**

**Alejandro Morcillo Guillén, Alba Galafat, Francisco Javier Alarcón, M. Isabel Sáez<sup>1</sup>, T. Francisco Martínez Moya**

Universidad de Almería, España, amg738@inlumine.ual.es; agd056@ual.es; falarcon@ual.es; msc880@ual.es; tomas@ual.es

**Abstract**

The increase in the use of plant protein in the formulation of aquaculture feeds has generated the need to use functional additives that mitigate negative impacts on animal health. In this sense, microalgae are presented as a great alternative for this use, although the presence of a thick and recalcitrant cell wall in some species limits their potential. Therefore, the use of enzymatic pretreatments with carbohydrase enzymes could be used to degrade the cell walls of microalgae and increase the bioavailability of their intracellular compounds. In this work, an increase in the release of reducing sugars, amino acids, soluble protein and polyphenols in the reaction medium was observed due to *in vitro* hydrolysis of the microalgae, thus increasing the availability of these compounds when added into fish aquafeeds.

**Introducción**

La creciente demanda de pescado, junto con las consecuencias económicas y medioambientales derivadas del uso de harinas y aceites de pescado para alimentación acuícola, han hecho que la industria acuícola reduzca el uso de estas materias primas tradicionales y las sustituya parcialmente por harinas de origen vegetal. Sin embargo, éstas últimas presentan ciertos hándicaps que limitan su inclusión en dietas para peces, como una menor digestibilidad y la presencia de factores antinutritivos. En este contexto, las microalgas se presentan como una alternativa potencial tanto como ingredientes y, sobre todo, como aditivos funcionales capaces de suplir los déficits asociados a las harinas vegetales. Para ello, el tratamiento enzimático de estas microalgas podría permitir la ruptura de las paredes celulares, complejas y recalcitrantes, que dificultan el aprovechamiento de sus propiedades, para facilitar el acceso a sus productos intracelulares y mejorar, así, su biodisponibilidad.

**Material y métodos**

Este ensayo se realizó empleando la biomasa algal de *Arthrospira platensis*, *Microchloropsis gaditana*, *Chlorella vulgaris* y *Dunaliella salina*. La determinación de la proteína bruta (N x 6,25) se llevó a cabo mediante el análisis elemental (C: H: N). El ensayo de hidrólisis *in vitro* con enzimas carbohidrasas se llevó a cabo en vasos de doble camisa a 45 °C durante 180 min. a lo largo de los cuales se realizó la toma de muestras en diferentes tiempos. Se realizó la caracterización secuencial de la hidrólisis mediante electroforesis SDS-PAGE, evaluando el grado de hidrólisis mediante análisis densitométrico de las distintas bandas de los geles de electroforesis, midiendo la densidad óptica de cuatro intervalos de masa molecular. Se determinó también el contenido en proteína soluble total y de aminoácidos liberados al medio de reacción, así como la liberación de azúcares reductores y el contenido en polifenoles de la muestra.

## Resultados y discusión

En cuanto al perfil proteico, las microalgas mostraron un perfil complejo, siendo *A. platensis* el alga que mostró el patrón más diverso. En todos los casos, la mayor parte de la liberación se produjo en la primera etapa del ensayo, con una estabilización posterior.

Los resultados obtenidos en la determinación de la liberación proteica y la cuantificación de aminoácidos liberados durante el proceso de hidrólisis *in vitro* mostraron que *A. platensis* y *D. salina* fueron las microalgas que presentaron los valores más elevados, hecho que podría estar asociado con la ausencia de pared celular en *D. salina* y a la mayor digestibilidad asociada a las cianobacterias, como *A. platensis* (Janssen *et al.*, 2022). Del mismo modo, *D. salina* fue la microalga que mostró los valores más elevados de liberación de azúcares reductores, con valores ligeramente inferiores a 4 g de equivalentes de glucosa 100 g biomasa<sup>-1</sup>, en concordancia con la ausencia de pared celular rígida en esta especie de microalga (Bustamam *et al.*, 2023).

Por último, la determinación del contenido en polifenoles evidenció que *A. platensis* obtuvo los valores más elevados y *D. salina* los más bajos. Por tanto, la capacidad antioxidante de las microalgas del género *Dunaliella* podrían estar asociadas a su contenido en carotenoides y no tanto a su contenido en polifenoles (Zamani *et al.*, 2019).

## Conclusiones

En general, la hidrólisis *in vitro* por acción de enzimas carbohidrasas dio como resultado un aumento en la liberación de los compuestos intracelulares, relacionado con una degradación parcial de la pared celular de las microalgas. No obstante, la enorme diversidad taxonómica entre microalgas no permite emitir conclusiones generales, sino que sería necesario ajustar de manera especie-específica el protocolo de hidrólisis para cada especie concreta.

## Bibliografía

- Bustamam MSA, Pantami HA, Shaari K, Min CC, Mediani A, Ismail IS (2023). Immunomodulatory effects of *Isochrysis galbana* incorporated diet on *Oreochromis* sp. (red hybrid tilapia) via Sera-1H NMR metabolomics study. *Fish & Shellfish Immunology* 132, 108455. DOI: 10.1016/j.fsi.2022.108455
- Janssen M, Wijffels RH, Barbosa MJ (2022). Microalgae based production of single-cell protein. *Current Opinion in Biotechnology* 75, 102705. DOI: 10.1016/j.copbio.2022.102705
- Zamani H, Rastegari B, Varamini M (2019) Antioxidant and anti-cancer activity of *Dunaliella salina* extract and oral drug delivery potential via nano-based formulations of gum Arabic coated magnetite nanoparticles. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 54, 101278. DOI: 10.1016/j.jddst.2019.101278

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2021-122287OB-C21, del Ministerio de Ciencia e Innovación y por el proyecto CEIJ-JD-16.2, de la Convocatoria de Ayudas para el desarrollo de Proyectos de Investigación “Jóvenes Doctores CEI-MAR 2022.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**OBTENCIÓN DE LÍPIDOS POLARES ENRIQUECIDOS EN ÁCIDO EICOSAPENTANOICO A PARTIR DE LA MICROALGA NANNOCHLOROPSIS SP. MEDIANTE REACCIONES DE HIDRÓLISIS CATALIZADAS POR LIPASAS**

**Elvira Navarro López<sup>1,2</sup>, María José Jiménez Callejón<sup>1,2</sup>, María Dolores Macías Sánchez<sup>3</sup>, Pedro Antonio González Moreno<sup>1,2</sup>, Alfonso Robles Medina<sup>1,2</sup>,**

*Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería, España, nle877@ual.es<sup>1</sup>, Centro de Investigación CIAMBITAL, Universidad de Almería, España<sup>2</sup>, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Cádiz<sup>3</sup>*

**Abstract**

The aim of this work was to increase the eicosapentaenoic acid (EPA) content of saponifiable lipids (SLs) extracted from the microalga *Nannochloropsis* sp. These SLs are rich in polar lipids (50.2 % glycolipids [GLs] and 27.4 % phospholipids [PL] of the total SLs). The EPA enrichment was carried out by selective enzyme-catalysed hydrolysis, based on the discrimination that some lipases show towards EPA, which is hydrolysed at a lower velocity and remains in the original polar lipids in greater proportion than other fatty acids. Initially, nine enzymes and eight solvents (all permitted in the food industry) were tested as reaction media. Lipase QLM from *Alcaligenes* sp. and acetone proved the most effective reaction medium to concentrate EPA. Studies were carried out on the influence of the hydrolysis time, lipase QLM immobilization, its reutilization, the scaling-up of the hydrolysis reaction and the influence of the polar lipid content. The maximum EPA content (or EPA concentration factor, F<sub>c</sub>) was obtained using lipase QLM immobilized on Accurel MP 1000 (a lipase/SL ratio of 1:1 [w/w] or an immobilized lipase/SL ratio of 2.5:1 [w/w]), 50 mL acetone/g SLs, a water/SL ratio of 2.8:1 (w/w), at 40 °C, 300 rpm (in flasks with orbital shaking), and 24 h of hydrolysis time. Under these conditions, polar lipids with up to 70 % EPA (starting from a microalgal polar lipid concentrate containing 48.5 % EPA) and an EPA recovery of 92 % were achieved. These hydrolytic conditions were also applied to increase the EPA content of microalgal SLs that had an even richer polar lipid content (90.3 %). Using this substrate, polar lipids with 68.7 % EPA and an EPA recovery of 98 % were achieved.

**Introducción**

En los últimos años, hay un creciente interés por los ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFAs, de sus siglas en inglés), particularmente por el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el docosahexaenoico (DHA), debido al importante efecto que tienen sobre la salud humana. Los lípidos polares (fosfolípidos, FLs, y glucolípidos, GLs) son excelentes agentes emulsificantes, lo que les hace especialmente útiles tanto en productos alimenticios como en excipientes para medicamentos o cosméticos. La biodisponibilidad de los PUFAs n-3 es mayor en los lípidos polares que como ésteres etílicos y triacilgliceroles (TAGs). Las mejores materias primas para la obtención de concentrados de PUFAs n-3 son ciertos aceites de pescado, aceite de krill y algunas especies de microalgas marinas. Los lípidos de microalgas tienen mayor contenido en EPA y DHA que los aceites de pescado y mayores contenidos en lípidos antioxidantes (como los carotenoides). El objetivo de este trabajo es incrementar la concentración de EPA en el extracto de lípidos polares mediante reacciones de hidrólisis catalizadas por lipasas.

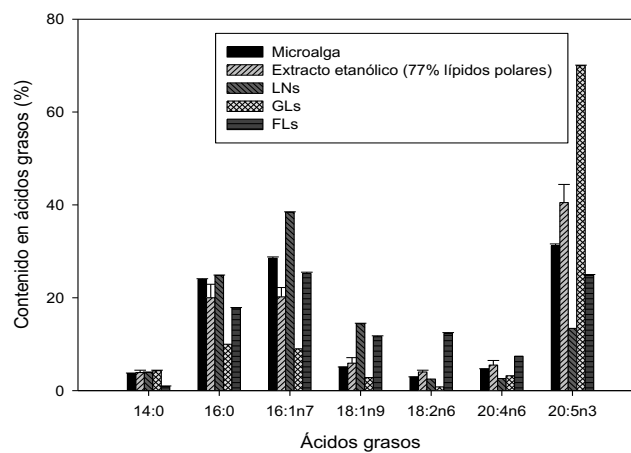
**Material y métodos**

La biomasa liofilizada de *Nannochloropsis* sp. fue adquirida de Monzón Biotech S.L. (Huesca, España). Para la extracción de los lípidos polares a partir de la biomasa seca, se procedió en primer lugar a retirar los lípidos neutros de la misma mediante una extracción con hexano (95% de pureza). A continuación,

se utilizó etanol (96% v/v) para extraer el EPA y la fracción de lípidos enriquecida en lípidos polares de la biomasa residual. Se optimizaron las siguientes condiciones: Tipo de enzima, tipo de disolvente, ratio enzima/LS, tiempo, inmovilización de la enzima y reutilización de la misma.

### Resultados y discusión

El extracto de lípidos obtenido contenía alrededor del 77% de lípidos polares con una concentración de EPA variable entre 40.5 y 52.5% con respecto al total de los ácidos grasos presentes. Los LSs de la biomasa contienen  $53.0 \pm 0.9$  % LNs,  $32.8 \pm 1.7$  % GLs y  $14.2 \pm 0.7$  % FLs. El extracto etanólico contenía  $22.4 \pm 0.3$  % LNs,  $50.2 \pm 0.6$  % GLs and  $27.4 \pm 0.4$  % FLs. En la figura 1 se puede observar el contenido en ácidos grasos en cada una de las fracciones analizadas.



**Figura 1.** Composición en ácidos grasos de la microalga *Nannochloropsis* sp., del extracto etanólico obtenido (77% en lípidos polares), y en las fracciones de LNs, GLs y FLs obtenidas a partir del análisis del mismo.

### Conclusiones

La lipasa QLM de *Alcaligenes* sp. demostró ser más eficiente en la concentración de EPA. Esta lipasa tiene especificidad 1,3, por lo que teniendo en cuenta que los PUFAs n-3 normalmente ocupan la posición central, puede contribuir a la concentración de EPA en los lípidos polares. Se realizaron ensayos con 8 disolventes y finalmente se seleccionó acetona como medio de reacción. Utilizando la enzima inmovilizada en Accurel 1000 MP en una ratio lipasa/LS de 1:1 (p/p) se obtuvo un concentrado de lípidos polares con más de un 70% de EPA (partiendo de un extracto con un 48.5 % de EPA) y un 92% de recuperación. La utilización de la enzima inmovilizada permite separarla más fácilmente del medio de reacción para poder ser reutilizada. No obstante, la efectividad de la lipasa en la concentración de EPA disminuyó en cada reutilización, perdiendo un 6% de su actividad inicial después de catalizar tres ciclos de reacción.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (España), proyecto CTQ2017-85613-R.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO COMO ALTERNATIVA AL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE *Chlorella vulgaris***

**Ana Sánchez-Zurano<sup>1,2</sup>, Silvia Villaró Cos<sup>1,2</sup>, Daniel Figueiredo<sup>3,4</sup>, Lusiné Melkonian<sup>5,6</sup>, Francisco Gabriel Acién<sup>1,2</sup>, Tomás Lafarga<sup>1,2</sup>, Luísa Gouveia<sup>3,4</sup>**

Universidad de Almería, España, [asz563@ual.es](mailto:asz563@ual.es); [svc547@ual.es](mailto:svc547@ual.es); [lpt365@ual.es](mailto:lpt365@ual.es)<sup>1</sup>, Centro de investigación en energía solar (CIESOL), España<sup>2</sup>, Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), Portugal, [danielfigueiredo@greencolab.co](mailto:danielfigueiredo@greencolab.co), [luisa.gouveia@lneg.pt](mailto:luisa.gouveia@lneg.pt)<sup>3</sup>, GreenCoLab, Portugal<sup>4</sup>. SPC “Armbiotechnology” NAS RA, Armenia, [Imelkonyan13@gmail.com](mailto:Imelkonyan13@gmail.com)<sup>5</sup>, Yerevan State University, Armenia<sup>6</sup>.

**Abstract**

Microalgae biomass and their bioproducts are increasing acceptance due to the escalated consumers’ healthy and environmental awareness. However, their production cost has yet to be reduced. One of the main costs is the supply of nitrogen and phosphorous in the form of chemical fertilisers. Thus, alternative sources of these elements are therefore necessary. In this context, N<sub>2</sub>-fixing bacteria have a potential to be unlooked. In this work, the well-known and approved microalga - *Chlorella vulgaris*- was grown in synthetic complete medium and without nitrogen, as well as, in co-culture with three different N<sub>2</sub>-fixing bacteria. The culture growth was evaluated by biomass dry weight and the populations’ dynamic (microalga and bacteria) by flow cytometry. The biomass composition were also assessed for all conditions tested. In addition, germination trials using lettuce seeds were also checked out. Results demonstrated that the use of N<sub>2</sub>-fixing bacteria enhanced significantly the microalgal growth in the absence of synthetic nitrogen in the culture media. This technology should be scaled up to demonstrate whether the use of nitrogen-fixing bacteria is a sustainable alternative for large-scale microalgae production, reducing the use of nitrogen in the form of chemical fertilizers.

**Introducción**

Las microalgas son organismos fotosintéticos capaces de utilizar la luz como fuente de energía y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como fuente de carbono. Además, requieren de macro y micronutrientes para su crecimiento (Dolganyuk et al., 2020). El nitrógeno es considerado uno de los elementos fundamentales que debe ser suministrado en forma de nitrato o amonio, lo que implica un coste económico. En la naturaleza las bacterias fijadoras de nitrógeno reducen las moléculas de nitrógeno molecular a amoniaco, que es utilizado por las plantas como fuente de nitrógeno, y las plantas suministran sustancias orgánicas que son necesarias para las bacterias. Por tanto, un sistema simbiótico en el que la materia orgánica segregada por las microalgas y el nitrógeno inorgánico segregado por las bacterias fijadoras se utilicen mutuamente puede ser una estrategia prometedora de producción sostenible (Aburai et al., 2023). En este trabajo se evaluó la producción de *Chlorella vulgaris* en co-cultivo tres bacterias fijadoras de nitrógeno aisladas de ambientes naturales. Se determinó el crecimiento en batch de *C.vulgaris* mediante concentración de biomasa y citometría de flujo. Finalmente, se determinó la composición macromolecular de la biomasa producida y su empleo como biofertilizante en semillas de lechuga.

**Material y métodos**

La microalga utilizada en este trabajo fue *Chlorella vulgaris* UAL-1, disponible en la colección de cultivos

de la Planta de Demostración de SABANA (Almería, España). Las bacterias fijadoras de nitrógeno ensayadas en este trabajo fueron *Sphingobacterium canadense* (cepa TPY5), *Microbacterium maritypicum* (cepa KUDC1778) y bacteria endofítica (cepa CR1b). Para los experimentos, se probaron cinco condiciones. La condición "A" contenía *Chlorella vulgaris* y medio Arnon modificado con  $\text{NaNO}_3$  (Control Positivo). La condición "B" se preparó con *Chlorella vulgaris* UAL-1 y medio Arnon modificado sin  $\text{NaNO}_3$  (Control Negativo). La condición "C" se preparó con *Chlorella vulgaris* UAL-1, la cepa TPY5 y medio sin  $\text{NaNO}_3$ . La condición "D" se preparó con *Chlorella vulgaris* UAL-1, la cepa KUDC1778 y medio sin  $\text{NaNO}_3$ . Finalmente, la condición "E" consistió *Chlorella vulgaris* UAL-1, la cepa CR1b y medio sin  $\text{NaNO}_3$ . El precultivo de microalgas y el inóculo bacteriano se transfirieron a un fotobiorreactor de 1 L para obtener una concentración final OD<sub>540</sub> de 0.2 de cada microorganismo. A continuación, los reactores se completaron con el medio de cultivo y se operaron en modo discontinuo durante 8 días.

### Resultados y discusión

Los resultados experimentales mostraron que no hubo diferencias significativas entre la concentración de biomasa alcanzada al final del ensayo por el control positivo y el co-cultivo de *C.vulgaris* y la cepa KUDC1778 ( $p < 0.05$ ). La concentración más baja de biomasa fue la alcanzada por el control negativo. Estos resultados fueron comparados con los obtenidos mediante citometría de flujo, mostrando la misma tendencia. En cuanto la Fv/Fm, se observó que los mayores valores fueron obtenidos por el control positivo. Una vez producida la biomasa, se midió el contenido en carbohidratos, proteínas, lípidos, cenizas y pigmentos. Los resultados mostraron un descenso en el contenido de proteínas (13.7%) junto con un aumento en el contenido de lípidos (31.6%) en el control negativo. El contenido en proteínas del control positivo y en los co-cultivos con bacterias fue del 40-45%, mientras que el de lípidos osciló entre el 13-17%. A su vez, se evaluó el índice de germinación en semilla de lechuga empleando los cultivos producidos al 0.2 y 0.5 g·L<sup>-1</sup>, y los sobrenadantes obtenidos tras centrifugar el cultivo. Estos resultados mostraron que el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno permite alcanzar altas concentraciones de biomasa sin añadir una fuente de nitrógeno, y que esta biomasa producida puede emplearse como biofertilizante.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo demostraron que la biomasa de *C.vulgaris* producida en co-cultivo con bacterias fijadoras de nitrógeno alcanza valores y una composición similar a la obtenida mediante su producción con fertilizantes. Por tanto, se trata de una estrategia prometedora para la producción de biomasa de microalgas que debe ser aún evaluada a mayor escala.

### Bibliografía

- Aburai, N., Tsukagoshi, T., Sekiguchi, S., Arakawa, H., Imamura, Y., & Abe, K. (2023). Mutual supply of carbon and nitrogen sources in the co-culture of aerial microalgae and nitrogen-fixing bacteria. *Algal Research*, 70, 103001. <https://doi.org/10.1016/J.ALGAL.2023.103001>
- Dolganyuk, V., Belova, D., Babich, O., Prosekov, A., Ivanova, S., Katserov, D., Patyukov, N., & Sukhikh, S. (2020). Microalgae: A promising source of valuable bioproducts. In *Biomolecules* (Vol. 10, Issue 8, pp. 1–24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/biom10081153>

**Agradecimientos** Este trabajo fue financiado por la Red CYTED P320RT0025 (RENUWAL), el proyecto ALGAVALOR (Lisboa-01-0247-FEDER-035234y) Y el proyecto PRODIGIO (101007006).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE *Tetraselmis* sp. A DISTINTAS SALINIDADES**

**Gonzalo Ruiz Martín<sup>1</sup>, Isabel Martín Girela<sup>1</sup>, Pedro Sánchez Castillo<sup>1</sup>**

Departamento de Botánica, Universidad de Granada, España<sup>1</sup>, gonruizmartin@gmail.com,  
mmgirela@ugr.es, psanchez@ugr.es

**Abstract**

Organisms living in extreme habitats are capable of generating compounds of interest that allow them tolerating the inhospitable conditions of the environment. The supralittoral area, in particular the supralittoral pools, are inhospitable zones where the scarce renewal of water together with occasional rainfall cause drastic variations in salinity levels. This means that the organisms that appear in them must adapt to withstand these variations. Among these organisms are the green microalgae of the genus *Tetraselmis*, which includes generally euryhaline species capable of enduring these variations. Since *Tetraselmis* is an organism of great interest for its applications, this capacity can be of great importance when facing the problem of the increase in the cultivation of marine species due to evaporation. In this work, a strain of this genus is cultivated at different salinity levels in order to evaluate if it is able to maintain its growth at high saline concentrations and if there are differences in productivity between both levels. The *Tetraselmis* species used did not present growth problems, and no significant differences were observed between the two concentrations.

**Introducción**

Dentro del grupo de las microalgas, son especialmente desconocidas y de gran interés las comunidades que se desarrollan en las pozas de marea supralitorales. El aislamiento de estos sistemas implica una baja renovación del agua y una alta evaporación, lo que provoca que rápidamente se vuelvan ambientes hipersalinos. Todos estos factores hacen de las cubetas supralitorales ambientes con condiciones extremas, y que por tanto presentan una elevada posibilidad de albergar microorganismos con adaptaciones a ellas. Los microorganismos que viven en ambientes extremófilos son capaces de producir metabolitos y otros compuestos orgánicos que presentan un gran potencial en cuanto a aplicaciones biotecnológicas (Malvasi et al. 2020).

Sin embargo, para obtener biomasa y evaluar estas aplicaciones es necesario establecer un sistema de producción. Es en este punto donde aparece uno de los principales problemas, especialmente relevante en sistemas abiertos, la evaporación (Ishika et al, 2018). Debido a que el aumento paulatino de la salinidad puede afectar a la producción del cultivo, es necesario evaluar el uso de especies más halotolerantes que puedan soportar estos cambios. Un ejemplo de esto es el género *Tetraselmis*, que comprende a un grupo de microorganismos flagelados verdes halotolerantes con gran cantidad de aplicaciones (Arora, 2016).

**Material y métodos**

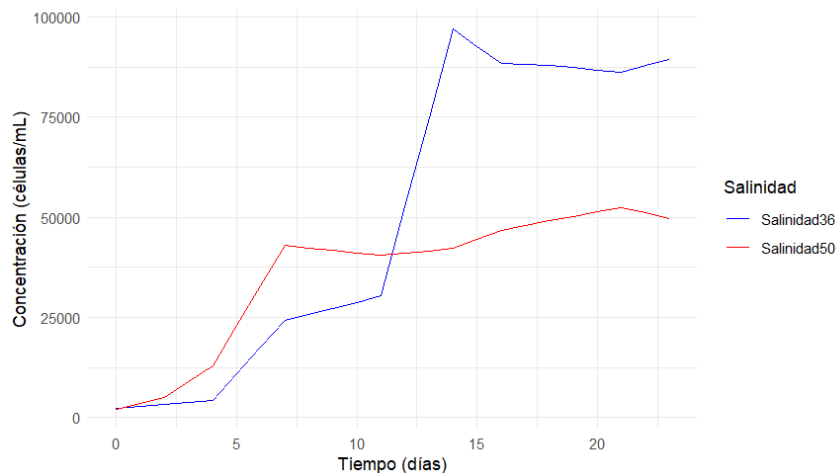
La cepa de *Tetraselmis* sp. empleada se aisló a partir de raspados obtenidos de cubetas supralitorales de la costa de Granada. Se prepararon tres réplicas para cada uno de los dos tratamientos, que consistieron en cultivos al 36‰ y al 50‰ de salinidad. El medio de cultivo empleado fue el F/2 Guillard.



Los recuentos para evaluar el crecimiento de los cultivos con cámara de Neubauer previa fijación de la muestra con formol se realizaron cada 48 h. El tratamiento de los datos obtenidos se llevó a cabo empleando el lenguaje de programación R en el entorno de desarrollo integrado Rstudio.

## Resultados y discusión

El crecimiento de *Tetraselmis* sp. en ambas salinidades a lo largo del ensayo se representa en la Figura 1. La fase de crecimiento exponencial se da entre los días 5 y 7 para la salinidad 36‰ y entre los días 11 y 14 para la salinidad 50‰, alcanzando posteriormente la fase estacionaria en ambos casos.



**Figura 1.** Curvas de crecimiento de *Tetraselmis* sp. Para dos concentraciones salinas expresadas en función de las células/mL y los días de crecimiento.

Realizando un test ANOVA con un nivel de significación del 99% ( $p < 0,01$ ) para ambos tratamientos se obtiene un p valor de 0,101. Por lo tanto, aunque numéricamente existe diferencia entre ambos cultivos, no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la productividad en ambas salinidades.

## Conclusiones

*Tetraselmis* sp. es un organismo halotolerante capaz de adaptarse a los cambios de salinidad que se producen como consecuencia del aumento de la concentración salina en las cubetas supralitorales donde se desarrolla, lo que permite su proliferación a distintas salinidades.

## Bibliografía

- Arora, M. (2016) *Tetraselmis*: An Introduction. *The Botanica* 66, 155–175.
- Ishika, T., Bahri, P. A., Laird, D. W., & Moheimani, N. R. (2018). The effect of gradual increase in salinity on the biomass productivity and biochemical composition of several marine, halotolerant, and halophilic microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 30(3), 1453-1464. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1377-y>
- Malavasi, V., Soru, S. & Cao, G. (2020) Extremophile Microalgae: the potential for biotechnological application. *Journal of Phycology* 56(3), 559–573. <https://doi.org/10.1111/jpy.12965>



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PRIMEROS ENSAYOS SOBRE EL CULTIVO DE NUDIBRANQUIOS ATENDIENDO A SU ALIMENTACIÓN**

**Gonzalo Ruiz Martín<sup>1</sup>, Elena Muñoz Maldonado<sup>1</sup>, María Donaire Bermúdez<sup>1</sup>, Isabel Martín Girela<sup>2</sup>, Héctor J. Pula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Aula del Mar CEI-Mar Universidad de Granada, Spain. gonruizmartin@gmail.com, elenamaldonado0720@gmail.com, m.donaibe1999@gmail.com, pula@ugr.es. <sup>2</sup> Departamento de Botánica, Universidad de Granada, Spain. mmgirela@ugr.es

**Abstract**

The production of species for aquariology, as in aquaculture for consumption, needs to diversify with new species and processes to remain a profitable sector. Nudibranchs are gastropod mollusks that can present very striking shapes and colorations, which makes them potentially interesting species for ornamental aquaculture. However, due to the high specialization in terms of feeding in this group, their cultivation is still incipient. In this study, *Felimare tricolor*, *Felimare bilineata* and *Peltodoris atromaculata* species are used, having observed a good response in terms of their maintenance in captivity and size increase. The growth of the sponge *Petrosia ficiformis* is also evaluated using different diets in order to feed the nudibranch *Peltodoris atromaculata*, obtaining significant growth when feeding it with the microalgae *Isochrysis galbana*.

**Introducción**

Aunque históricamente la acuariología se ha centrado principalmente en los peces, en las últimas décadas el uso de invertebrados ha ido en aumento. Este incremento, sobre todo en la demanda de especies marinas con fines ornamentales, puede suponer un problema por la sobrepesca de las poblaciones naturales afectando incluso a nivel de los ecosistemas donde habitan. Los nudibranchios son organismos con un alto potencial para la acuicultura ornamental. Su cultivo, además de ser potencialmente rentable, evitaría posibles daños por la extracción masiva en poblaciones naturales. En el litoral andaluz aparecen especies de nudibranchios con un gran potencial, como las del género *Felimare* o el doridáceo *Peltodoris atromaculata* (Ocaña & Sánchez, 2000). No obstante, el alto grado de especialización en la dieta de estas especies requiere mantener también a sus presas, en este caso las esponjas *Dysidea avara* y *Petrosia ficiformis* (Todd, 1981).

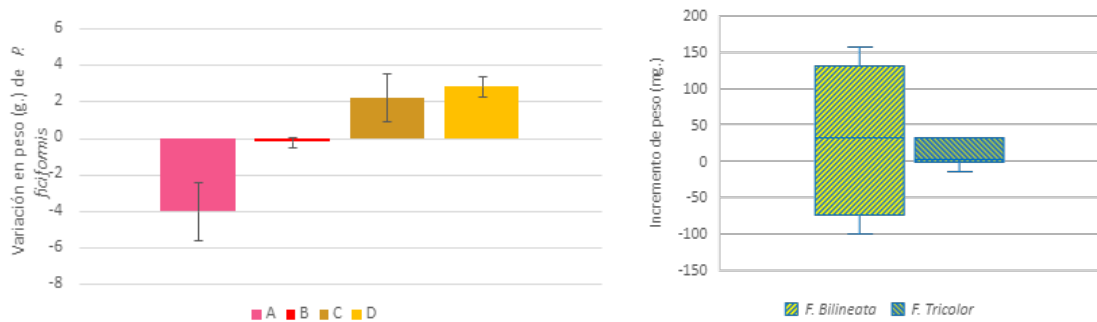
**Material y métodos**

Los organismos empleados fueron recolectados en el litoral de Granada empleando equipos de buceo autónomo. 7 ejemplares de *Felimare tricolor* y 6 de *Felimare bilineata* se mantuvieron en acuarios incluyendo la esponja *Dysidea avara* como alimento para ambas especies, mientras que los 2 ejemplares de *Peltodoris atromaculata* se colocaron junto a fragmentos de *Petrosia ficiformis*. Con el fin de evaluar también el crecimiento de esta última esponja, se dispusieron cuatro grupos de fragmentos dentro de un acuario con distintos tratamientos. Uno se alimentó con *Isochrysis galbana*, otro con *Tetraselmis* sp., un tercer grupo no fue alimentado y el último se colocó junto a la especie *Peltodoris atromaculata* evaluando así la depredación sobre esta esponja.

Todos los individuos, tanto de nudibranchios como de fragmentos de *P. ficiformis*, fueron pesados al inicio y al final del ensayo, que duró 30 días. Los datos obtenidos se analizaron con R en el entorno de desarrollo integrado Rstudio.

## Resultados y discusión

En el caso de *Felimare bilineata*, no se puede afirmar que haya existido un crecimiento significativo, si bien la media de los incrementos de peso es de  $29.65 \pm 53,37$  miligramos (Figura 1A). Lo mismo ocurre para *Felimare tricolor*, con una media de los incrementos de peso es de  $17,73 \pm 15,04$  miligramos (Figura 1A). Pese a no existir datos significativos, quizás por el bajo número de individuos analizados o por la corta duración del ensayo, se aprecia una tendencia positiva respecto al incremento de peso que requeriría ensayos de mayor duración. En el ensayo paralelo realizado con *Peltodoris atromaculata* no aparece un crecimiento significativo, aunque la media de los incrementos de peso es positiva con  $1,9 \pm 0,3$  gramos. Al igual que en el caso anterior, se requerirían nuevos ensayos de mayor duración para obtener datos más contundentes. Los datos obtenidos del cultivo de *Petrosia ficiformis* no muestran crecimiento significativo en el grupo no alimentado ni en el alimentado con *Tetraselmis*, pero si en el alimentado con *I. galbana* (Figura 1B). En el grupo mantenido en presencia de *Peltodoris atromaculata* no existe un descenso significativo en el peso, pero aparece una tendencia a la disminución de este y evidencias de consumo por parte del depredador.



**Figura 1. A (izquierda):** Variación del peso de las especies *F. bilineata* y *F. tricolor*. **B (derecha):** Variación del peso de *P. ficiformis* en los distintos tratamientos, siendo A el grupo en presencia de *P. atromaculata*, B el grupo sin alimentación, C el grupo alimentado con *Tetraselmis* sp. y D el grupo alimentado con *I. galbana*.

## Conclusiones

*F. tricolor*, *F. bilineata* y *P. atromaculata* parecen ser candidatos adecuados para ser mantenidos en acuarios, si bien serían necesarios ensayos de mayor duración para evaluar su crecimiento. La esponja *P. ficiformis* parece mostrar buenos resultados cuando es cultivada empleando la microalga *I. galbana* como fuente principal de alimento.

## Bibliografía

- Ocaña Martín, A., & Sánchez Tocino, L. (2000). Guía submarina de invertebrados no artrópodos (2.a ed.).
- Todd, C. (1981). The ecology of nudibranch molluscs. *Oceanography and Marine Biology*, 19, 141-234.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**MODULACIÓN DE LA EXPRESIÓN DE GENES IMPLICADOS EN ESTRÉS E INMUNIDAD  
TRAS LA SEDACIÓN DE DORADA CON ACEITE DE CLAVO Y MS-222**

**Teresa Pérez-Sánchez<sup>1</sup>, José María García-Beltrán<sup>2</sup>, Fernando Méndez<sup>2</sup>, Marta Arizcun<sup>2</sup>, Montse Pérez<sup>3</sup>,  
Elena Chaves-Pozo<sup>2</sup>, Carolina Johnstone<sup>1</sup>**

COMA-IEO, CSIC, Fuengirola, Málaga, Spain<sup>1</sup>, \*teresapsanchez97@gmail.com,  
carolina.johnstone@ieo.csic.es, COMU-IEO, CSIC, Mazarrón, Murcia, Spain<sup>2</sup>, josemaria.garcia4@um.es,  
fernando.mendez@ieo.csic.es, marta.arizcun@ieo.csic.es, elena.chaves@ieo.csic.es, COV-IEO, CSIC,  
Vigo, Spain<sup>3</sup>, montse.perez@ieo.csic.es

**Abstract**

Aquaculture has currently equalled fisheries production worldwide, and the gilthead seabream (*Sparus aurata*) is one of the most produced marine species in Spain. The aquaculture industry employs anaesthetics to contribute to fish welfare by reducing the physiological response to handling and other operations performed for food production. Clove oil (AC) and tricaine methanesulfonate (MS-222) are used as anaesthetics for fish welfare, although they alter physiological functions. The present study investigates the effect of AC and MS-222 in the gilthead seabream on stress and immunity through liver and head-kidney gene expression analysis at several times after recovery (0, 1 and 24 h). Our results suggest AC is more adequate for fish welfare as a slight immunosuppression effect was observed with MS-222.

**Introducción**

En la actualidad la acuicultura proporciona mayor cantidad de proteína animal acuática que la pesca, siendo un sector productivo con un importante y rápido crecimiento en España. El bienestar animal en acuicultura implica tanto un buen estado de salud y ausencia de enfermedades como una buena productividad (Segner et al., 2019). Los procedimientos empleados en acuicultura causan estrés e interfieren en el bienestar, por lo cual se recurre a anestésicos tanto naturales como sintéticos para evitar dichos efectos. Entre las especies marinas más cultivadas en nuestro país se encuentra la dorada (*Sparus aurata*), en la que el anestésico natural aceite de clavo (AC) y el anestésico sintético tricaina metanosulfonato (MS-222) tienen un leve efecto inmunomodulador, provocando alteraciones a nivel celular o humoral de la respuesta innata (Ortuño et al., 2002; Bahi et al., 2018). Además, ambos anestésicos alteran la regulación del estrés, el metabolismo intermediario y el estado oxidativo en dorada (Jerez-Cepa et al., 2019; Teles et al., 2019). El presente estudio tiene como objetivo analizar la expresión de genes relacionados con la respuesta al estrés y el sistema inmune para investigar el efecto fisiológico de los anestésicos AC y MS-222 en la dorada.

**Material y métodos**

Juveniles de dorada fueron anestesiados con AC (N 20 peso medio de 370 ± 60 g) o con MS-222 (N 20 peso medio de 389 ± 57 g), entendiéndose la sedación total como la pérdida de actividad refleja según lo descrito por Keene et al. (1998) en menos de tres minutos (Purbosari et al., 2019). Las dosis empleadas fueron de 60 µL/L de AC y de 0,1 g/L de MS-222 hasta la sedación total y recuperados posteriormente durante 0, 1 y 24 horas. Tras la recuperación, los peces fueron sacrificados por sobredosis de anestésico (60 µL/L de aceite de clavo) y se tomaron muestras de hígado y riñón cefálico. Como control se utilizó un grupo de doradas no sedadas y sacrificadas como se ha descrito. El manejo se realizó siguiendo las directrices Europeas y nacionales sobre bioética y manejo animal y tras autorización de la autoridad competente (A13211203). La respuesta fisiológica a la sedación se estudió

mediante análisis de expresión génica siguiendo un protocolo modificado anteriormente descrito (Chaves-Pozo et al., 2008). En resumen, el ARN se aisló con Quick-RNA MiniPrep Plus (Zymo) y se sintetizó el ADN complementario (ADNc) usando 1 µg de ARN total con SensiFAST™ (Bioline). La expresión de los genes de interés se analizó utilizando cebadores específicos de cada gen y PowerUp SybrGreen (Applied Biosystems™) mediante PCR en tiempo real (rtPCR). El software AriaMx (Agilent) se utilizó para obtener los valores del ciclo Cq y calcular la expresión génica relativa al gen actina b. El análisis de la normalidad, homocedasticidad y varianza (ANOVA) de los datos se estudió con STATISTICA ( $P \leq 0.05$ ).

### Resultados y discusión

La respuesta al estrés tras la sedación se estudió en hígado, no observándose diferencias con respecto al control en la expresión de genes implicados en la regulación del estrés y el estado oxidativo tras la sedación con AC o con MS-222. La expresión de genes relacionados con la respuesta inmune innata y adaptativa solo se alteró en riñón cefálico con el anestésico sintético MS-222, que tuvo un efecto inmunosupresor. Estos resultados sugieren que el uso de anestésicos naturales como el AC sería preferible para garantizar el bienestar en acuicultura.

### Conclusiones

A tiempos cortos de recuperación tras sedación total, AC y MS-222 alteran de forma similar la respuesta al estrés en hígado de juveniles de dorada pero solo MS-222 induce inmunosupresión en riñón cefálico.

### Bibliografía

- Bahi, A., Guardiola, F. A., & Esteban, M. A. (2018). A time course study of glucose levels and innate immune response in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) after exposure to clove oil-eugenol derived anaesthetic. *Fish & shellfish immunology*, 77, 280-285.
- Chaves-Pozo, E., Liarte, S., Fernández-Alacid, L., Abellán, E., Meseguer, J., Mulero, V., & García-Ayala, A. (2008). Pattern of expression of immune-relevant genes in the gonad of a teleost, the gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Mol. Immunol.*, 45(10), 2998–3011.
- Jerez-Cepa, I., Fernández-Castro, M., Del Santo O'Neill, T. J., Martos-Sitcha, J. A., Martínez-Rodríguez, G., Mancera, J. M., & Ruiz-Jarabo, I. (2019). Transport and recovery of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) sedated with clove oil and MS-222: Effects on stress axis regulation and intermediary metabolism. *Frontiers in Physiology*, 10, 612.
- Keene, J. L., Noakes, D. L. G., Moccia, R. D., & Soto, C. G. (1998). The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 29(2), 89-101.
- Ortuño, J., Esteban, M. A., & Meseguer, J. (2002). Effects of four anaesthetics on the innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish & shellfish immunology*, 12(1), 49-59.
- Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., & Santoso, J. (2019). Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 4(4), 129-133.
- Segner, H., Reiser, S., Ruane, N., Rösch, R., Steinhagen, D. and Vehanen, T. 2019. Welfare of fishes in aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1189*. Budapest, FAO.
- Teles, M., Oliveira, M., Jerez-Cepa, I., Franco-Martínez, L., Tvarijonaviciute, A., Tort, L., & Mancera, J. M. (2019). Transport and recovery of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) sedated with clove oil and MS222: Effects on oxidative stress status. *Frontiers in physiology*, 10, 523.

**Agradecimientos** El estudio ha sido co-financiado por la Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (EMFF) y el IEO-CSIC (proyecto OWI-TWO), y una ayuda para la contratación de T. Pérez-Sánchez a través del Programa Operativo de Empleo Juvenil y de la Iniciativa de Empleo Juvenil de la Junta de Andalucía.



## I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

### IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

#### INDICIOS DE UNA EXPANSIÓN DEL ÁREA DE PUESTA DEL ATÚN ROJO ATLÁNTICO EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL EN 2011

**Teresa Pérez-Sánchez<sup>1</sup>, Montse Pérez<sup>2</sup>, José M. Quintanilla<sup>1</sup>, David Macías<sup>1</sup>, Aurelio Ortega<sup>3</sup>, Fernando de la Gándara<sup>3</sup>, Francisco Alemany<sup>4</sup>, Manuel Vargas-Yáñez<sup>1</sup>, Alberto García<sup>1</sup>, Raúl Laiz-Carrión<sup>1</sup>, Carolina Johnstone<sup>1</sup>**

Centro Oceanográfico de Málaga (COMA-IEO), CSIC, España<sup>1</sup>, \*teresapsanchez97@gmail.com. Centro Oceanográfico de Vigo (COV-IEO), CSIC, España<sup>2</sup>. Centro Oceanográfico de Murcia (COMU-IEO), CSIC, España<sup>3</sup>. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT), España<sup>4</sup>

#### Abstract

Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) (ABFT) is a species of great interest to the fisheries and aquaculture industry. It is a highly migratory species with spawning areas in the Mediterranean Sea (MED), including one in the western Mediterranean (wMED) waters surrounding the Balearic Islands. In 2011 large concentrations of larvae were recorded nearby the spawning area during an oceanographic survey in wMED Levantine shelf/slope of Spain. The aim of this study was to determine through population genetics if these larvae support the expansion of the wMED spawning grounds. Genetic diversity of the ABFT larvae collected in 2011 outside the spawning area was characterized at eight microsatellite loci (SSRs) and compared to the diversity of juvenile ABFT from a nearby nursery area and to ABFT eggs from nearby aquaculture cages. Clustering of genetic diversity supports an expansion of the ABFT spawning area in wMED in 2011.

#### Introducción

El atún rojo atlántico (ABFT) es un recurso marino de importancia para los sectores de la pesca y la acuicultura, el cual se reproduce principalmente en el Golfo de México y en el mar Mediterráneo (Muhling *et al.*, 2017). Una de las principales zonas de puesta se encuentra en el mar Mediterráneo occidental (wMED) en torno al archipiélago Balear. En el año 2011 durante la campaña oceanográfica MEDIAS se registraron elevadas concentraciones de larvas de ABFT en aguas de la plataforma levantina al sur del Cabo de Palos, desde el cabo de la Nao hasta el golfo de Vera (García *et al.*, 2013). Para determinar si el origen de estas larvas es natural se analizaron ocho loci microsatélite (SSRs). La diversidad genética se comparó con la diversidad de juveniles salvajes de una población natural cercana y de huevos procedentes de puestas en cautividad de reproductores de jaulas flotantes ubicadas en El Gorguel (Cartagena).

#### Material y métodos

Se aisló ADN de larvas, juveniles y huevos de atún rojo atlántico empleando el kit NucleoSpin® Tissue XS (Macherey-Nagel). La diversidad genética en los tres grupos se caracterizó en ocho SSRs mediante dos PCR múltiple de acuerdo a metodología descrita (Johnstone *et al.*, 2021). Se empleó GeneMarker v2.7.0 (SoftGenetics) en la asignación de genotipos; GenAlEx (Peakall & Smouse, 2006), GenePop (Rousset, 2008) y adegenet (Jombart, 2008) en el análisis de datos genéticos. Los datos ambientales se obtuvieron de CMEMS (Copernicus – Marine Environment Monitoring Service).

#### Resultados y discusión

Se determinó el genotipo en ocho SSRs para un total de 121 muestras de ABFT del área de estudio.

La diversidad genética estimada a partir de la heterocigosidad en los tres grupos de muestras se comparó entre sí calculando el estadístico  $F_{ST}$  que oscila entre 0 y 1, obteniendo valores más cercanos al cero (igual diversidad) al comparar larvas y juveniles, indicando que las larvas están más próximas genéticamente a los juveniles de la población natural ( $F_{ST}$  0.013,  $p=0.031$ ) que a los huevos procedentes del cultivo en mar abierto ( $F_{ST}$  0.017,  $p=0.001$ ). El análisis clúster mediante un análisis discriminante de componentes principales (DAPC) apoya el origen natural de las larvas recolectadas en 2011. Las condiciones medioambientales registradas en la zona en CMEMS y de los hábitats larvarios (Díaz-Barroso et al., 2022) también respaldan una expansión de la zona de puesta de ABFT en el wMED.

### Conclusiones

La diversidad genética de las larvas de ABFT que fueron recolectadas fuera del área de puesta del wMED y las condiciones medioambientales registradas en la zona sugieren la expansión de la zona de puesta del wMED en el año 2011.

### Bibliografía

- Díaz-Barroso, L., Hernández-Carrasco, I., Orfila, A., Reglero, P., Balbín, R., Hidalgo, M., ... & Álvarez-Berastegui, D. (2022). Singularities of surface mixing activity in the Western Mediterranean influence bluefin tuna larval habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 685:69-84.
- García, A., Laiz, R., Quintanilla, J., Corregidor, F., & Alemany, F. (2013). Report on abundant bluefin tuna larval concentrations (*Thunnus thynnus*) found off the shelf/slope area in the Spanish levantine coasts. Signs of recovery? *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 69(1), 292-296.
- Johnstone, C., Pérez, M., Malca, E., Quintanilla, J. M., Gerard, T., Lozano-Peral, D., ... & Laiz-Carrión, R. (2021). Genetic connectivity between Atlantic bluefin tuna larvae spawned in the Gulf of Mexico and in the Mediterranean Sea. *PeerJ*, 9, e11568.
- Jombart, T. (2008). adegenet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers. *Bioinformatics*, 24(11), 1403-1405.
- Muhling, B. A., Lamkin, J. T., Alemany, F., García, A., Farley, J., Ingram, G. W., ... & Carrion, R. L. (2017). Reproduction and larval biology in tunas, and the importance of restricted area spawning grounds. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27, 697-732.
- Peakall, R. O. D., & Smouse, P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6(1), 288-295.
- Rousset, F. (2008). GENEPOP'007: a complete re-implementation of the GENEPOP software for Windows and Linux. *Molecular Ecology Resources*, 8(1), 103-106.

### Agradecimientos

Agradecemos a Julia Béjar de la Universidad de Málaga la co-tutorización del Trabajo de fin de Grado en Bioquímica de Teresa Pérez Sánchez. Estudio cofinanciado por los proyectos ECOLATUN CTM2015-68473-R (MINECO/FEDER), TUNAGEN (IEO), por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca, y por el proyecto SELFDOTT cofinanciado por el 7º Programa Marco de la Unión Europea. Agradecemos la colaboración de J. Torralba en los muestreos de pesca deportiva.





I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTUDIO DE LAS VARIEDADES DE ANÉMONA DE MAR (*Anemonia viridis*) COMO  
ESPECIE DE INTERÉS EN ACUICULTURA**

**María Donaire Bermúdez<sup>1</sup>, María del Rosario Sepúlveda Justo<sup>2</sup>, Gonzalo Ruiz Martín<sup>1</sup>, Elena Muñoz Maldonado<sup>1</sup>, Isabel Martín Girela<sup>3</sup>, Héctor J. Pula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Aula del Mar CEI-Mar Universidad de Granada, Spain, [m.donaibe1999@gmail.com](mailto:m.donaibe1999@gmail.com), [gonruizmartin@gmail.com](mailto:gonruizmartin@gmail.com), [elenamaldonado0720@gmail.com](mailto:elenamaldonado0720@gmail.com), [pula@ugr.es](mailto:pula@ugr.es), <sup>2</sup>Departamento de Biología Celular UGR, Spain. [mrsepulveda@ugr.es](mailto:mrsepulveda@ugr.es), <sup>3</sup> Departamento, de Botánica, Universidad de Granada, Spain. [mmgirela@ugr.es](mailto:mmgirela@ugr.es)

**Abstract**

*Anemonia viridis* is a cnidarian species of interest for aquaculture. It presents several morphotypes differentiated by its coloration, due to the presence of GFPs and certain symbionts, but other characteristics are relevant for the selection of more productive strains for the optimization of its grow. In addition, it establishes symbiotic relationships with photosynthetic zooxanthellae. It is commonly found in the Mediterranean and Atlantic areas, but in the last decades its populations have been greatly reduced due to anthropic and environmental actions. In this work, several experiments are being carried out and will be carried out in order to know which are the best growing conditions for a more economical and sustainable grow, among them the viability of the strains subjected to a bleaching process, from which results have already been obtained. Furthermore, to provide more scientific knowledge about this species and the symbiosis in which it is involved.

**Introducción**

*Anemonia viridis* u ortiguilla de mar es un cnidario de la clase *Anthozoa* considerado un producto gourmet, rico en proteínas y otros nutrientes de interés. Su consumo ha aumentado en los últimos años provocando una disminución en las poblaciones naturales debido mayormente a capturas ilegales (Estévez, 2020). Esta situación plantea el cultivo de anémonas como solución y, por tanto, es necesario el estudio y mejora de las condiciones para mantenimiento en cautividad, tanto para la obtención de beneficios económicos, como para la preservación de sus poblaciones naturales. Por ello, se estudiaron variables como la viabilidad al proceso de blanqueamiento o el recuento de simbioses en individuos en diferentes condiciones de cultivo.

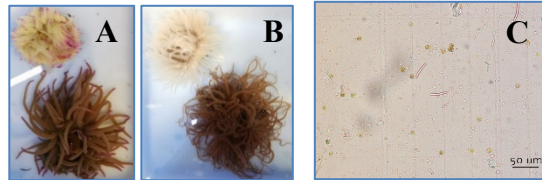
**Material y métodos**

Se realizó el blanqueamiento de las anémonas para eliminar y hacer el recuento de los simbioses y determinar la viabilidad de las variedades. Para ello, se recolectaron 18 individuos de *Anemonia viridis*, 9 de la variedad *rústica* y 9 de la variedad *vulgaris* y se mantuvieron en un acuario de aclimatación a 20,2°C y alimento fresco en el Aula del Mar CEI-Mar de la UGR durante dos semanas. Posteriormente, se introdujeron en peceras pequeñas con oxigenación continua en grupos de tres individuos y todas ellas se mantenían bajo un sistema de recirculación común a una temperatura inicial de 20,8°C. El protocolo seguido para el blanqueamiento fue el propuesto por Okubo *et al.* (2018) con modificaciones; elevar la temperatura 10°C por encima de la temperatura inicial progresivamente durante una semana para bajarla a la temperatura inicial tras 15 días. El proceso se realizó en completa oscuridad. El recuento de simbioses se realizó mediante microscopía óptica con ayuda de una cámara de Neubauer y todos los resultados obtenidos se analizaron en Excel y en Statgraphics.



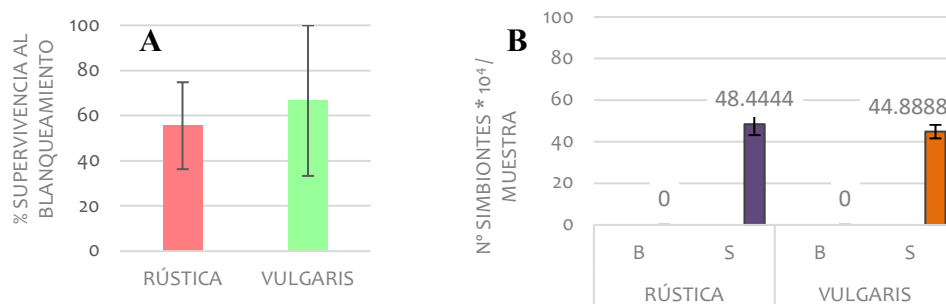
## Resultados y discusión

El proceso de blanqueamiento concluyó con una eliminación del 100% de los simbiontes tanto en *rústica* como en *vulgaris*, siendo de un color oscuro aquellas con simbiontes y totalmente blancas aquellas sin simbiontes.



**Figura 1.** En la imagen A se muestra la diferencia entre un individuo silvestre y uno blanqueado de la *var. vulgaris*. En la imagen B se muestra la diferencia entre un individuo silvestre y uno blanqueado de la *var. rústica*. En la imagen C se observa una muestra de *var. vulgaris* de los simbiontes en la cámara de Neubauer.

Una vez obtenidos los datos, se realizó una prueba T-Student para comparar la media de las dos muestras. Aunque la viabilidad en *var. vulgaris* fue mayor, los resultados no mostraron diferencias significativas en la supervivencia de las variedades. En el recuento de simbiontes, *var. rústica* presenta un mayor número de simbiontes que *var. vulgaris*, pero tampoco hay diferencias significativas.



**Figura 2.** En la gráfica A se observa el porcentaje de viabilidad en el proceso de blanqueamiento. La gráfica B muestra el nº simbiontes\*10<sup>4</sup> por muestra; B=Blanqueadas; S = Silvestres.

## Conclusiones

- Ambas variedades se comportan de forma similar frente al proceso de blanqueamiento.
- A pesar de mostrar algunos caracteres muy distintos, el número de simbiontes en las variedades estudiadas no ha mostrado diferencias significativas entre ellas.
- Es necesario continuar investigando para encontrar posibles características distintivas y, por tanto, examinar qué variedad mostraría mejores cualidades para su cultivo en acuicultura.

## Bibliografía

- Estévez, R. (2020). *La delicatessen marciana que triunfa en el sur*. La Voz de Galicia. [https://www.lavozdegalicia.es/noticia/arousa/a-illa-de-arousa/2020/01/30/delicatessen-marciana-triunfa-sur/0003\\_202001A30C12993.htm](https://www.lavozdegalicia.es/noticia/arousa/a-illa-de-arousa/2020/01/30/delicatessen-marciana-triunfa-sur/0003_202001A30C12993.htm)
- Okubo, N., Takahashi, S., & Nakano, Y. (2018). Microplastics disturb the anthozoan-algae symbiotic relationship. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 83–89.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**PRIMEROS AVANCES EN LA REPRODUCCIÓN DE NUDIBRANQUIOS CON FINES  
ORNAMENTALES**

**Elena Muñoz Maldonado<sup>1</sup>, Gonzalo Ruiz Martín<sup>1</sup>, María Donaire Bermúdez<sup>1</sup>, Isabel Martín Girela<sup>2</sup>,  
Héctor J. Pula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Aula del mar CEI-Mar UGR, Universidad de Granada, Spain, [elenamaldonado0720@gmail.com](mailto:elenamaldonado0720@gmail.com),  
[gonruizmartin@gmail.com](mailto:gonruizmartin@gmail.com), [m.donaibe1999@gmail.com](mailto:m.donaibe1999@gmail.com), [pula@ugr.es](mailto:pula@ugr.es), <sup>2</sup> Departamento de botánica,  
Universidad de Granada, Spain. [mmgirela@ugr.es](mailto:mmgirela@ugr.es)

**Abstract**

This study focuses on the reproductive strategies of two species of nudibranchs, *Felimare tricolor* and *Felimare bilineata*, which have not been reproduced in captivity due to the lack of knowledge of larval diets, so the objective of this study is the observation of the clutches and eggs of both species, and the subsequent comparison between them. For this purpose, three pairs of nudibranchs of each species were selected and kept in individual tanks with their corresponding feeding. The clutches and eggs of each pair were collected and observed. The results obtained showed that *F. tricolor* eggs are apparently more numerous per milligram of clutch.

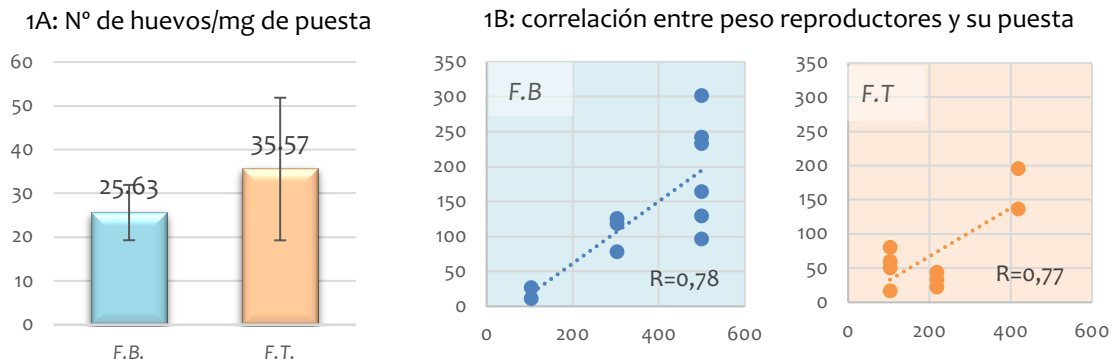
**Introducción**

Los nudibranchios han sido objeto de estudio durante décadas, pero aún queda mucho por descubrir sobre sus estrategias reproductivas por la falta de conocimiento sobre las dietas larvarias adecuadas y señales de asentamiento que puedan inducir la metamorfosis en larvas competentes (Dionísio et al., 2013). Es por ello que en este ensayo nos centraremos en la reproducción de dos especies concretas, *Felimare bilineata* y *Felimare tricolor*. *F. bilineata* tiene unas medidas de entre 5-40 mm, de coloración azul y con dos líneas longitudinales de color amarillo. *F. tricolor* mide entre 5-35 mm, igualmente de color azul y con una serie de líneas que pueden variar entre amarillas, naranjas o blancas (Rato et al., 1996). Ambas especies se alimentan con *Dysidea avara* y sus puestas son depositadas en forma de espiral.

**Material y métodos**

El ensayo realizado tuvo como objetivo determinar el número de puestas y el número de huevos por puesta de ambas especies de nudibranchios en un tiempo de 30 días, realizando una posterior comparación entre ambas especies. Para ello, se utilizaron tres parejas de nudibranchios de cada una de las especies alimentadas con la esponja *Dysidea avara*. Se seleccionaron los individuos en función de su peso, teniendo un primer acuario con los individuos más grandes, un segundo acuario con individuos con un tamaño intermedio y un tercer acuario con los individuos de menor tamaño. Se recogieron las puestas de cada pareja y se estimó el peso y el número de huevos de cada una.

## Resultados y discusión



**Figura 1:** A: número de huevos/mg.  $n=9$ ; B: correlación entre el peso medio de los ejemplares y el peso de la puesta para *F.bilineata* (F.B.) y *F.tricolor* (F.T)

Aparentemente, los huevos de *Felimare tricolor* son más pequeños ya que hay mayor número de huevos por miligramo de puesta, aunque los resultados no son significativos y deberían hacerse más estudios. Para comparar el número de huevos/mg que ponen las dos especies, se ha utilizado un análisis de varianzas (ANOVA) de un factor con  $n=9$  y los resultados son no significativos.

A pesar de que solo contábamos con dos reproductores por lote experimental, se realizó un test de correlación entre peso de reproductores y peso de puestas, existiendo una correlación positiva en ambos casos, con significación estadística en bilineata,  $p=0,002$  y no en tricolor  $p>0,05$ .

**Tabla 3:** Tabla resumen.

Especie	Peso total de puestas	Número de puestas	Número total de huevos
<i>Felimare bilineata</i>	1527,70	11	416347,20
<i>Felimare tricolor</i>	641,68	9	182204,54

## Conclusiones

A pesar de que se necesitarían más estudios en esta línea, podemos concluir que ambas especies son adecuadas para su cría en cautividad desde el punto de vista de su capacidad reproductiva. Aparentemente, *F.bilineata*, ha tenido un mayor número de puestas y un mayor número de huevos finales, con lo cual, sería mejor candidato para su cultivo en cautividad.

## Bibliografía

- Dionísio, G., Rosa, R., Leal, M. C., Cruz, S., Brandão, C., Calado, G., ... & Calado, R. (2013). Beauties and beasts: a portrait of sea slugs aquaculture. *Aquaculture*, 408, 1-14.
- Rato, J. Á. O., Valdes, A., & García, J. C. (1996). Revisión de las especies atlánticas de la familia Chromodorididae (Mollusca: Nudibranchia) del grupo cromático azul. *Avicennia. Revista de Ecología, Oceanografía y Biodiversidad Tropical*, 1, 2-177.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ANÁLISIS DE METABOLITOS DE LOS PRODUCTOS EXTRACELULARES DE  
*Shewanella putrefaciens* Pdp11 (SpPdp11) EXTRAÍDOS EN DIFERENTES  
CONDICIONES DE CULTIVO**

**O. Pérez-Gómez<sup>1</sup>, M. Domínguez-Maqueda<sup>1</sup>, J. García-Márquez<sup>1</sup>, S.T. Tapia Paniagua<sup>1</sup>, F. Vallejo Mellado<sup>2</sup>, M.C. Balebona<sup>1</sup>, M.A. Moriño<sup>1</sup>**

Departamento de Microbiología, Facultad de ciencias, Universidad de Málaga, España  
olipergom@uma.es<sup>1</sup>Plataforma de Metabolómica, CEBAS-CSIC, Murcia, España<sup>2</sup>

**Abstract**

*Shewanella putrefaciens* Pdp11 is a probiotic that confers beneficial effects on *Solea senegalensis* and *Sparus aurata* specimens, including an increase in the resistance against fish pathogens such as *Vibrio harveyi*, *Vibrio parahaemolyticus* and *P. damsela* subsp. *piscicida*. The metabolites produced by SpPdp11 were analyzed in different growth conditions such as (i) culture media, (ii) temperature and (iii) time of incubation. The results suggest the diversity of metabolites mainly depending on the culture media (TSAs, aquafeed and aquafeed and a blend of microalgae) highlighting the presence of antioxidant compounds and the UV protection by urocanic acid in some of the metabolites analysed.

**Introducción**

*Shewanella putrefaciens* Pdp11 es una cepa aislada de la piel de dorada sana (*S. aurata*) y descrita como probiótica (Chabrilón *et al.*, 2005). La regulación de la microbiota por parte del probiótico, favorece al mejor aprovechamiento de nutrientes, lo que permite el aumento de peso y tamaño de los peces cultivados (Lobo *et al.*, 2014). Como alternativa a la administración del probiótico como parte de la dieta, se plantea el uso de sus productos extracelulares (ECPs), como postbióticos. Con la finalidad de profundizar en las propiedades moleculares de dichos ECPs, el presente trabajo estudia los perfiles de sus metabolitos. Para ello, los ECPs de SpPdp11 se han extraído en diferentes condiciones de crecimiento (composición del medio, temperatura y tiempos de incubación) para optimizar su posible obtención y aplicación como postbióticos en la industria acuícola.

**Material y métodos**

Para la extracción de ECP, SpPdp11 se cultivó en diferentes medios: TSAs (medio T), pienso comercial suministrado por Lifebioencapsulations S.L (medio F), pienso suplementado con un 25% de una mezcla de microalgas (*Spirulina*, *Chlorella*, *Nannochloropsis* e *Isochrysis*) (medio FM) durante diferentes tiempos (24, 48 h) y temperaturas (15, 23 °C) de incubación (Domínguez-Maqueda *et al.*, 2022). Controles para cada condición fueron recogidos, únicamente con PBS, siguiendo la misma metodología. La metabolómica no dirigida se desarrolló como describe Barber *et al.* (2021). El análisis de los metabolitos se realizó en el equipo UPLC-QTOF del laboratorio CEBAS-CSIC (Murcia), incluyendo el análisis de componentes principales.

**Resultados y discusión**

Se seleccionaron los ECPs (F1524, T2348, FM2324, FM1548) en base a sus actividades enzimáticas y antibacterianas, y se analizaron sus perfiles metabólicos. La comparativas entre los ECPs y sus respectivos controles internos mostraron metabolitos característicos para cada uno de los medios de

cultivo, que están ausentes en los ECPs de SpPdp11, y viceversa. De igual forma se analizaron los metabolitos comunes entre control y tratamiento, así como los que aumentan/disminuyen su abundancia entre ambos. El ECP de las condiciones ensayadas, muestra similitud entre las réplicas biológicas, presentando mayor equidistancia entre las réplicas de F1524. En cuanto a la variedad de metabolitos entre los ECPs de SpPdp11 de las diferentes condiciones, se ha evidenciado que hay 12 metabolitos comunes entre todas las condiciones, además de 56, 41, 6 y 13 metabolitos diferentes únicos del probiótico presentes en las condiciones T2348, FM2324, FM1548 y F1524, respectivamente. En el caso de T2348, contiene ácidos málico, oftálmico, succínico y urocánico, este último asociado a la protección frente a la radiación UV (Barbatti, 2011). Para la condición de FM1548, se evidencia, de forma característica, la presencia de ácido cítrico y ácido cólico, este último es una sal biliar y ambos estarían implicados en la regulación del pH y el proceso de digestión. De igual forma, presenta antioxidantes como taurina y ácido fólico (vitamina B9), relevante para el correcto funcionamiento de proteínas como la hemoglobina (Merrell & McMurry, 2021).

### Conclusiones

El probiótico *Shewanella putrefaciens* Pdp11 presenta una gran diversidad de metabolitos según los distintos medios de cultivo, tiempos y temperaturas ensayadas (T2348, FM2324, FM1548 y F1524). Los perfiles metabólicos de los ECPs de SpPdp11 del medio FM (FM1548, FM2324) presenta metabolitos relacionados con actividad antioxidante. En cambio, los del medio T (T2348) están relacionados con la protección frente al estrés oxidativo y la radiación ultravioleta (UV).

### Bibliografía

- Barbatti, M. (2011). The role of tautomers in the UV absorption of urocanic acid. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 13(10). <https://doi.org/10.1039/c0cp02142c>
- Barber, C., Mego, M., Sabater, C., Vallejo, F., Bendezu, R. A., Masihiy, M., Guarner, F., Espín, J. C., Margolles, A., & Azpiroz, F. (2021). Differential effects of western and mediterranean-type diets on gut microbiota: A metagenomics and metabolomics approach. *Nutrients*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/nu13082638>
- Chabrillón, M., Rico, R. M., Balebona, M. C., & Moriñigo, M. A. (2005). Adhesion to sole, *Solea senegalensis* Kaup, mucus of microorganisms isolated from farmed fish, and their interaction with *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. *Journal of Fish Diseases*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2005.00623.x>
- Domínguez Maqueda, M., García Márquez, J., Esteban, M. Á., Cuesta Peñafiel, A., Balebona-Accino, M. D. C., & Moriñigo Gutiérrez, M. Á. (2022). Evaluación de la influencia de diferentes condiciones de cultivo en el potencial postbiótico de productos extracelulares de *Shewanella putrefaciens* Pdp11. XVIII Congreso Nacional de Acuicultura (CNA) 2022. Cádiz, España.
- Lobo, C., Tapia-Paniagua, S., Moreno-Ventas, X., Alarcón, F. J., Rodríguez, C., Balebona, M. C., Moriñigo, M. A., & de La Banda, I. G. (2014). Benefits of probiotic administration on growth and performance along metamorphosis and weaning of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.06.011>.

Merrell, B. J., & McMurry, J. P. (2021). Folid Acid. In STATPEARLS.

**Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto del ministerio de ciencias e innovación: PID2020-113637RB-C22.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**IDENTIFICACIÓN DEL PROBIÓTICO *Shewanella putrefaciens* Pdp11 MEDIANTE PCR A TRAVÉS DEL TRANSPOSÓN ÚNICO QUE INTERRUMPE AL GEN QUE CODIFICA PARA LA PROTEÍNA FENAZINA**

**O. Pérez-Gómez<sup>1</sup>, S. Roca-Fernández<sup>1</sup>, M.C. Balebona<sup>1</sup>, P. Seaone<sup>2</sup>, S.T. Tapia Paniagua<sup>1</sup>, M.A. Moriño<sup>1</sup>**

Departamento de Microbiología, Facultad de ciencias, Universidad de Málaga, España  
olipergom@uma.es<sup>1</sup>, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de ciencias,  
Universidad de Málaga, España<sup>2</sup>

**Abstract**

*Shewanella putrefaciens* Pdp11 (SpPdp11) is a strain described as probiotic and isolated from sea bream skin and which genome has been sequenced and compared to others pathogenic strains isolated from *Anguilla anguilla*. In previous research, some transposons have been identified in probiotic and absent in pathogenic strains. This study aims to establish a protocol to detect Pdp11 cells for future colonization studies using the PCR technique. The protocol utilizes primers to amplify the genomic region where Pdp11 has a transposon that interrupts the PhzE gene, which is involved in the biosynthesis of phenazine. The results obtained showed that the use of primers to amplify this region is highly specific, as no amplification was observed in 13 other tested strains.

**Introducción**

*Shewanella putrefaciens* Pdp11 es una cepa descrita como probiótico en peces de importancia acuícola. La secuenciación de su genoma ha permitido establecer comparaciones a nivel genómico con otras cepas patógenas pertenecientes al mismo género. Como parte del estudio del genoma de Pdp11 se han identificado la presencia de 6 transposones y su ausencia en 7 cepas de *Shewanella* sp. (Pérez-Gómez et al., 2021). En este trabajo se plantea el uso del transposón que interrumpe la proteína PhzE, implicada en la biosíntesis de la fenazina, para la identificación específica de SpPdp11. Así como, la puesta a punto de la PCR para determinar la sensibilidad de los cebadores en la identificación del probiótico. En los cultivos acuícola, *S. putrefaciens* Pdp11 se administra a los peces mediante su dieta en concentraciones de 10<sup>9</sup> ufc/gr de pienso, este trabajo permitiría la futura identificación y cuantificación del probiótico en muestras intestinales, así como el estudio del potencial de colonización del mismo.

**Material y métodos**

La especificidad del transposón que interrumpe el gen de la fenazina en el probiótico y su ausencia en otras cepas se comprobó *in silico* mediante un alineamiento de nucleótidos (blastn). Para los ensayos de confirmación mediante PCR se emplearon 13 cepas diferentes de *S. putrefaciens*, *S. baltica*, *S. hafniensis* y *S. algae* que se cultivaron en medio triptona, soja con agar suplementado con 1,5% de NaCl (TSAs), se incubaron a 23 °C durante 24 horas. Se realizó la extracción de ADN de todas las cepas según el protocolo de la casa comercial GeneJET Extraction Kit (ThermoFisher, Alemania). Posteriormente, se han diseñado cebadores específicos para las zonas de intercepción del gen interrumpido y la transposasa: región A (fragmento A de la proteína y transposasa) y región B (transposasa y fragmento

B de la proteína). Para la realización de las PCR, se realizó una desnaturalización inicial a 95 °C, durante 3 min, seguida de 30 ciclos de desnaturalización a 95 °C, durante 30 segundos, el anillamiento se optimizó en el rango de temperaturas de 52-66 °C, siendo óptima a 66 °C, la extensión a 72 °C durante 1 minuto y 30 segundos, seguida del ciclo final a 72 °C durante 1 minuto y 30 segundos. Tras su puesta a punto, estas condiciones de PCR fueron empleadas en el ensayo de sensibilidad de los cebadores, determinándose para diferentes concentraciones de *S. putrefaciens* Pdp11: la concentración de DNA extraído, el número de moléculas del amplicón producto de la PCR y el número de bacterias/ml.

### Resultados y discusión

El transposón compuesto por el gen interrumpido de la PhzE y transposasa, evidencia unos bajos valores de cobertura con las secuencias disponibles en el NCBI, confirmándose *in silico* la presencia única en Pdp11. Se diseñaron dos pares de cebadores, siendo más específicos los correspondientes a la región B (forward: TGGTATCATCGACTGGGACA, reverse: TACCGCATATGGTTGTCGAA) empleado en los ensayos de sensibilidad. Las PCR realizadas en las 13 cepas de *Shewanella* sp. ensayada y su análisis en gel de agarosa, confirman la presencia de este transposón en el probiótico y su ausencia en otras cepas de *Shewanella*. El ensayo de sensibilidad de los cebadores permite identificar la presencia del probiótico en cultivos con  $3 \times 10^3$  celular/ml para una concentración de 10 ng/μl de DNA. Siendo una sensibilidad similar a la determinada en investigaciones previas para otros microorganismos como *Tenacibaculum piscium*, *Aeromonas salmonicida* o *Lacticaseibacillus rhamnosus* X253 próximas a  $10^3$ - $10^4$  ufc/ml (Zhao et al., 2022).

### Conclusiones

El transposón que interrumpe la proteína implicada en la biosíntesis de fenazina, es un elemento que parece no detectarse en otras cepas relacionadas, como se propuso con los análisis *in silico*, siendo un potencial candidato como elemento molecular para la identificación del probiótico en muestras biológicas.

### Bibliografía

- Domínguez-Maqueda, M., Pérez-Gómez, O., Grande-Pérez, A., Esteve, C., Seoane, P., Tapia-Paniagua, S. T., Balebona, M. C., & Moríñigo, M. A. (2022). Pathogenic strains of *Shewanella putrefaciens* contain plasmids that are absent in the probiotic strain Pdp11. *PeerJ*, 10. <https://doi.org/10.7717/peerj.14248>
- Pérez Gómez Olivia, Aguilera Cobos, L., Claros Diaz, M. G., Balebona, M. C., Moríñigo Gutierrez, M. A., Seoane Zonjic, P., & Tapia Paniagua, S. T. (2021). *Identificación in silico de transposones en el genoma del probiótico Shewanella.sp Pdp11* (XXVIII de la Sociedad Española de Microbiología, Ed.).
- Zhao, L., Zhang, D., Liu, Y., Zhang, Y. N., Meng, D. Q., Xu, Q., Zhong, J., Jiang, Q. Y., Zhao, Y., & Wang, S. J. (2022). Quantitative PCR Assays for the Strain-Specific Identification and Enumeration of Probiotic Strain *Lacticaseibacillus rhamnosus* X253. *Foods*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/foods11152282>

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto del Ministerio de ciencias e innovación: PID2020-113637RB-C22.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ANÁLISIS PRELIMINAR DEL POTENCIAL POSTBIÓTICO DE PROBIÓTICOS  
PISCÍCOLAS**

**S. Rohra Benítez<sup>1</sup>, S.T. Tapia Paniagua<sup>1</sup>, M. Domínguez-Maqueda<sup>1</sup>, J. García-Márquez<sup>1</sup>, O. Pérez-Gómez<sup>1</sup>,  
S. Arijó Andrade<sup>2</sup>, M.A. Moriño<sup>1</sup>**

*Departamento de Microbiología, Facultad de ciencias, Universidad de Málaga, España, soniarb@uma.es*

**Abstract**

Postbiotics are products resulting from the metabolic activity of a probiotic capable of conferring beneficial effects to the host include a wide range of compounds. The research group of Prophylaxis and Biocontrol and Aquaculture Diseases of the UMA isolated and characterized the probiotic strains *Shewanella putrefaciens* SpPdp11 and *Vibrio proteolyticus* DCF12.2., which have been shown to exert different beneficial effects after administration in fish farms. However, so far, its potential as postbiotics has not been studied. In the present work, the postbiotic potential of SpPdp11 and DCF12.2 has been evaluated, analyzing the presence of certain enzymatic activities, as well as the antagonistic capacity against pathogenic strains of fish, when postbiotic are extracted in different culture conditions. To verify this possible effect, cell extracts of both strains grown in different culture media were obtained and lysed by sonication. Enzymatic, antagonistic and inhibition against fish pathogens tests were performed. The results of feasibility and inhibition tests show that some extracts inhibit the growth of some pathogenic species as well as the reduction in the production of transcripts of the AIP56 toxin. The enzymatic results of the extracts of SpPdp11 showed lipase and gelatinase activity while the DCF12.2 strain presented caseinase, gelatinase, amylase and phytase activity. This fact is relevant since a diet supplemented with these postbiotics could favor digestion and better use of food by the animal.

**Introducción**

Las cepas SpPdp11 y DCF12.2 han demostrado efectos beneficiosos tras la aplicación en la dieta en especies importantes en acuicultura (Tapia-Paniagua *et al.*, 2012), pero la política sobre el uso de microorganismos vivos dificulta su aplicación por lo que se buscan alternativas como los postbióticos. Los postbióticos son moléculas secretadas por microorganismos vivos que confieren beneficios en el hospedador (Cuevas-González *et al.*, 2020). En este trabajo se evalúa el potencial postbiótico de los extractos de SpPdp11 y de DCF12.2 valorando actividades enzimáticas presentes y la capacidad antagonista frente a patógenos, tanto en inhibición de su crecimiento como en inhibición de expresión de genes de virulencia, ya que podrían tener un efecto postbiótico similar al que presentan como probióticos.

**Material y métodos**

Las cepas se cultivaron en diferentes medios: TSA (triptona, soja y agar) (T), medio pienso (MP), medio pienso suplementado con mix de algas al 25% (MPA) y medio mix de algas al 25% (MA) y a dos temperaturas 15 y 23°C. Se obtuvieron los extractos celulares mediante sonicación. Los extractos se pusieron en contacto con medios para la evaluación de las actividades enzimáticas: gelatinasa, lipasa, caseínasa, celulasa, tanasa, fitasa y amilasa. Para la actividad antimicrobiana se puso en contacto los extractos con los patógenos de interés y se midió la inhibición del crecimiento mediante un ensayo con MTT (Denizot & Lang, 1986). Finalmente se analizó la inhibición de la expresión de genes de



virulencia valorando la diferencia de expresión de la toxina AIP56 (Núñez-Díaz et al., 2018) del patógeno *Photobacterium damsela* sp.piscicida tras el contacto con los diferentes extractos por qPCR. Se hizo cuantificación absoluta y se usaron los cebadores diseñados por el propio grupo de investigación con la siguiente secuencia: AIP56\_R 5'-CCGTTGAAATCATCATCGTG-3' y AIP56\_F 5'-GGTCGAAGCGATAACAAGAGC-3 para obtener un fragmento de 160 pb, del gen *aip56*.

### Resultados y discusión

Los extractos de SpPdp11 presentaron actividad gelatinasa y lipasa en todas las condiciones, excepto MP23 °C, mientras que mostraron actividad amilasa en MP23 °C, MPA15 °C y MPA23 °C. La cepa DCF12.2 presentó actividad caseínasa y gelatinasa en todas las condiciones, amilasa en todas las condiciones, excepto T15 °C y T23 °C, y actividad fitasa solo en MP15 °C. Los resultados preliminares obtenidos son muy prometedores ya que la presencia de estas enzimas favorecería la digestión y un mejor aprovechamiento del alimento por parte del animal. En el efecto de inhibición de crecimiento de patógenos, el extracto de SpPdp11 MPA 23 °C inhibe la cepas patógena *A. hydrophila* y la cepa DCF12.2 inhibe a *S. putrefaciens* SH9 en T15 °C, a *T. maritimum* en T15 °C, T23 °C, MA15 °C, MPA15 °C y MPA 15 y 23 °C y *V. anguillarum* con T23 °C. En el ensayo de inhibición de la expresión de la toxina AIP56 se ha visto que se reducen los transcritos de esta toxina en el caso del extracto MP15 °C de SpPdp11.

### Conclusiones

Se ha demostrado el importante efecto que las condiciones de crecimiento ejercen sobre la capacidad hidrolítica de los extractos celulares obtenidos a partir de microorganismos probióticos, así como la capacidad de inhibición de la viabilidad de algunas cepas patógenas y de interferir negativamente sobre la transcripción del gen *aip56* de la toxina AIP56. Esto abre la posibilidad de modular la capacidad postbiótica de las cepas SpPdp11 y DCF12.2.

### Bibliografía

- Cuevas-González, P. F., Liceaga, A. M., & Aguilar-Toalá, J. E. (2020). Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109502
- Denizot, F., Lang, R. (1986). Rapid colorimetric assay for cell growth and survival: Modifications to the tetrazolium dye procedure giving improved sensitivity and reliability. *J. Immunol. Methods*. doi: 10.1016/0022-1759(86)90368-6
- Núñez-Díaz, J. A., Fumanal, M., do Vale, A., Fernández-Díaz, C., Moriñigo, M. Á., & Balebona, M. C. (2018). Transcription of IVIAT and Virulence Genes in *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* Infecting *Solea senegalensis*. *Microorganisms*. DOI: 10.3390/microorganisms6030067
- Tapia-Paniagua, S. T., Díaz-Rosales, P., León-Rubio, J. M., de la Banda, I. G., Lobo, C., Alarcón, F. J., Chabrilón, M., Rosas-Ledesma, P., Varela, J. L., Ruiz-Jarabo, I., Arijó, S., Esteban, M. A., Martínez Manzanares, E., Mancera, J. M., Balebona, M. C., & Moriñigo, M. A. (2012). Use of the probiotic *Shewanella putrefaciens* Pdp11 on the culture of Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) and gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture International*. DOI: 10.1007/s10499-012-9509-5.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

***Chlorella vulgaris* CULTIVADA EN AGUAS RESIDUALES: POTENCIAL  
BIOESTIMULANTE EN AGRICULTURA**

**Diana Iglesias-Arroyo<sup>1</sup>, Ainoa Morillas-España<sup>1</sup>, Silvia Villaró Cos<sup>1</sup>, Tomás Lafarga<sup>1</sup>**

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería, 04120 Almería, España, [diana28@ual.es](mailto:diana28@ual.es),  
[ame778@ual.es](mailto:ame778@ual.es), [svc547@ual.es](mailto:svc547@ual.es), [tomas.lafarga@ual.es](mailto:tomas.lafarga@ual.es)<sup>1</sup>

**Abstract**

The production sector is interested in identifying new strains of microalgae with biostimulant properties. Moreover, there is a huge interest in increasing the sustainability of current industrial practices. The use of wastewater as a medium for microalgae production is an interesting alternative to make the process more sustainable; the wastewater contains nitrogen and phosphorus, essential nutrients for microalgae growth. The aim of this study was to study the production of *Chlorella vulgaris* using urban wastewater and the biostimulant potential of the biomass produced. The selected strain was able to adapt to wastewater, making it a potential strain to be scaled up to open photobioreactors with wastewater. A positive correlation was observed between the biomass production and nutrient consumption, suggesting that nutrients were assimilated as biomass. The biomass produced showed biostimulant properties: increased germination index, root induction and/or expansion test.

**Introducción**

La alta demanda de recursos naturales durante las últimas décadas ha fomentado la producción de productos basados en materias primas renovables como, por ejemplo, la biomasa algal. El agua residual urbana es abundante en fosfatos y nitratos, nutrientes esenciales en el crecimiento de las microalgas. Por ello, la utilización de esta agua como medio de cultivo de microalgas es una alternativa muy interesante. Los bioestimulantes vegetales pueden promover la germinación de semillas, el crecimiento de plantas, la floración y la productividad de los cultivos, así como aumentar la absorción de nutrientes y la resistencia ante el estrés abiótico (Morillas-España et al., 2022). Existe un gran interés por parte del sector productivo en identificar nuevas cepas de microalgas con propiedades bioestimulantes y cuya producción sea sostenible. En consecuencia, el objetivo de este trabajo fue estudiar la producción de la microalga *Chlorella vulgaris* utilizando agua residual urbana y el potencial bioestimulante de la biomasa producida.

**Material y métodos**

Se estudiaron distintos medios de cultivo: agua dulce enriquecida con fertilizantes (W); agua residual bruta (WWB); agua residual esterilizada (WWB+); y, agua residual de secundario enriquecida con lixiviados (WWC). La producción de biomasa se realizó usando columnas de burbujeo de 0.30 L con control de pH, temperatura y luz. Los reactores se operaron en modo semi-continuo (10-12 días) utilizando una tasa de dilución de 0.3 día<sup>-1</sup>. El potencial bioestimulante de la biomasa de *C. vulgaris* se determinó mediante distintos bioensayos (Amaya-Santos et al., 2022).

**Resultados y discusión**

A pesar de observar un efecto negativo sobre la productividad, la cepa seleccionada fue capaz de adaptarse al agua residual, mostrando una capacidad de crecimiento comparable a la de otras cepas

ya utilizadas a nivel industrial ( $0,3-0,6 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ ). Se observó una correlación positiva entre la producción de biomasa y la recuperación de nutrientes, lo que sugiere que los nutrientes eliminados del agua residual fueron asimilados como biomasa. Los valores de Fv/Fm indicaron que el cultivo se mantuvo en un buen estado fisiológico. La capacidad bioestimulante de la biomasa producida se resume en la Tabla 1.

	Índice de Germinación (%)		Formación raíces (%)		Expansión cotiledón (%)	
	C: $0.1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	C: $0.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	C: $0.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	C: $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	C: $0.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	C: $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
WWB	+	+	~	~	~	~
WWB+	-	++	-	-	-	-
WWC	-	--	+	++	+	++

**Tabla 1.** Evaluación cualitativa del efecto bioestimulante de *C.vulgaris*. ~: similar; +: aumenta; ++: aumenta mucho; -: disminuye; --: disminuye mucho, respecto al control; d: dosis.

Los resultados demuestran que la biomasa de *C. vulgaris*, incluso cuando es producida utilizando agua residual, presenta propiedades bioestimulantes. Se observó un efecto positivo de la concentración sobre la capacidad bioestimulante.

### Conclusiones

*C. vulgaris* mostró potencial para ser escalada utilizando fotobiorreactores abiertos y agua residual urbana. La biomasa producida de *C. vulgaris* presentó propiedades bioestimulantes, especialmente cuando fue producida utilizando los medios WWB y WWC.

### Bibliografía

- Morillas-España A, Ruiz-Nieto Á, Lafarga T, Ación G, Arbib Z, González-López CV (2022). Biostimulant Capacity of *Chlorella* and *Chlamydomodium* Species Produced Using Wastewater and Centrate. *Biology*, 11(7):1086. doi: 10.3390/biology11071086.
- Amaya-Santos G, Ruiz-Nieto Á, Sánchez-Zurano A, Cardini M, Ación G, Lafarga T (2022). Production of *Chlorella vulgaris* using urban wastewater: Assessment of the nutrient recovery capacity of the biomass and its plant biostimulant effects. *J Appl Phycol* 34, 2971–2979. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02843-7>.

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto CLEAN-AIR (TED2021-131511A-I00) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Tomás Lafarga agradece al Programa Ramón y Cajal (RYC2021-031061-I) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union NextGenerationEU/PRTR. Los autores agradecen al Plan Propio de Investigación y Transferencia de la Universidad de Almería, financiado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación con fondos del Programa Operativo Fondos Europeos de Desarrollo Regional de Andalucía (FEDER) 2021-2027. Programa: Investigación Científica e Innovación 54.A



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

## Depuración de aguas de drenaje de invernadero mediante el uso de microalgas

Ainoa Morillas-España<sup>1</sup>, Pascual Álvarez Carmona<sup>1</sup>, Laura Rodríguez<sup>1</sup>, Francisco Gabriel Acién<sup>1</sup>, José Luís Guzmán Sánchez<sup>1</sup>

Centro mixto CIESOL, Universidad de Almería, España, ame77@ual.es<sup>1</sup>, pascual182000@gmail.com<sup>1</sup>, laura.rodriguezchikri@gmail.com<sup>1</sup>, facien@ual.es<sup>1</sup>, joguzman@ual.es<sup>1</sup>

### Abstract

Regulations are becoming increasingly stringent for agricultural wastewater due to eutrophication and associated environmental issues. This study proposes the use of highly contaminated tomato crop drainages as a cultivation medium for microalgae. The objective was to remove nitrogen and phosphorus from the drainage water and obtain high-value microalgae biomass. Four strains of microalgae (*Scenedesmus almeriensis*, *Tetrademus bajacalifornicus*, *Spirulina platensis*, and *Chlorella vulgaris*) were cultivated in a laboratory-scale bubble column system, under controlled light-dark and pH conditions. After 22 days of discontinuous testing, concentrations of up to 5.57 g/L were achieved. The Fv/Fm ratio remained above 0.5 in all cases, indicating a healthy cultivation state. Nitrogen removal efficiencies ranged from 90-100%, while phosphorus removal was around 85%.

### Introducción

Las regulaciones en cuanto al tratamiento de aguas residuales provenientes de la agricultura se están volviendo cada vez más estrictas debido a los problemas de eutrofización derivados de ellas (Preisner et al., 2021). Estos drenajes provenientes de los cultivos en invernadero son altamente contaminantes, pero a su vez muy ricos en nutrientes, por lo que se ha planteado usarse como medio de cultivo para la producción de microalgas para abordar adecuadamente la eliminación del nitrógeno y fósforo en las aguas de drenaje, obteniendo un subproducto de alto valor añadido, como es la biomasa de microalgas con aplicaciones en la agricultura, y garantizar la protección del medio ambiente y la salud pública.

### Material y métodos

En este trabajo se han usado aguas de drenaje provenientes de un invernadero de tomate situado en las instalaciones del IFAPA de La Cañada de Almería, España. Las cepas utilizadas han sido *Scenedesmus almeriensis*, *Tetrademus bajacalifornicus*, *Spirulina platensis* y *Chlorella vulgaris*. El cultivo se ha llevado a cabo en un sistema a escala de laboratorio de columnas de burbujeo de 250 mL, donde se ha simulado el ciclo circadiano de luz-oscuridad y se ha controlado el pH en 8.

### Resultados y discusión

El objetivo de este trabajo ha sido ver la adaptabilidad de las distintas cepas estudiadas y ver la capacidad para depurar las aguas de drenaje de invernadero. Por esta razón, se ha realizado un ensayo inicial en discontinuo de 22 días, donde se establecieron dos réplicas por cepa estudiada. Respecto a las concentraciones de biomasa (Figura 1A) obtenidas fueron de 5,57 g/L para *Spirulina platensis*, 4,43

para *Scenedesmus almeriensis* y 3,27 y 3,07 para *Chlorella vulgaris* y *Tetrademus bajacalifornicus* respectivamente. Respecto al estrés fotosintético (Figura 2B), las microalgas verdes presentaron valores de 0.6, y *Spirulina platensis* de 0.5, los cuales están en los rangos óptimos de actividad fotosintética.

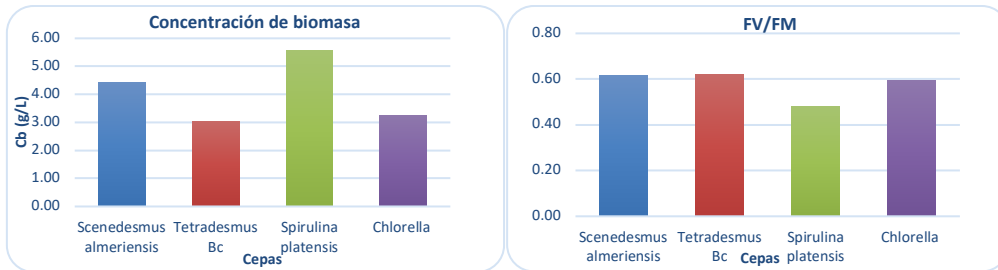


Figura 1. Concentración de biomasa (A) y Fv/Fm en cada una de las cepas estudiadas.

En el caso de la eliminación de nutrientes, centrándonos en primer lugar en el nitrógeno (Figura 2A), se observa cómo, en el caso de *Spirulina pl.* y *Chlorella vg.*, se ha eliminado la totalidad del nitrógeno inorgánico, mientras que, tanto en la *Scenedesmus al.* y *Tetrademus Bc.* se han alcanzado eliminaciones del 90%, quedando un sobrenadante con concentraciones de 100 mg/L de Nitrógeno inorgánico. En este último caso, aunque el porcentaje de eliminación es alto, las concentraciones están por encima de los límites de vertido legal. Para el fósforo (Figura 2B) se ha llegado, en todos los casos, a eliminaciones del 85%.

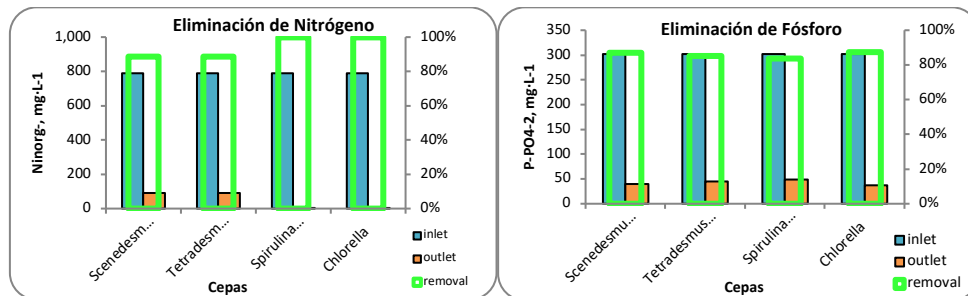


Figura 2. Eliminación de nitrógeno (A) y fósforo (B) en cada una de las cepas estudiadas.

**Conclusiones**

Como conclusiones se ha demostrado la capacidad de estas microalgas para la recuperación de nitrógeno y fósforo de las aguas de drenaje de invernadero con altas concentraciones de biomasa.

**Bibliografía**

Preisner, M., Neverova-Dziopak, E., & Kowalewski, Z. (2021). Mitigation of eutrophication caused by wastewater discharge: A simulation-based approach. *Ambio*, 50(2), 413-424.

**Agradecimientos** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto the Horizon Europe – The Framework Programme for Research and Innovation (2021-2027) [grant numbers 101060991 REALM].



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**CARACTERIZACIÓN DE LA BIOMASA DE DISTINTAS ESPECIES DE ALGAS,  
ENFOCADAS AL CONSUMO INCLUYÉNDOLAS EN ALIMENTOS FUNCIONALES**

**Cristina Victoria González Fernández<sup>1</sup>, Julia Vega<sup>1</sup>, Ruperto Bermejo Román<sup>2</sup>, Francisco Gabriel Acién<sup>3</sup>,  
Cintia Gómez Serrano<sup>3</sup>, Ignacio Hernández Carrero<sup>4</sup>, Ricardo Bermejo Lacida<sup>1</sup>, Nathalie Korbee<sup>1</sup>, Félix  
L. Figueroa<sup>1</sup>**

Universidad de Málaga, España, [cristina.gf@uma.es](mailto:cristina.gf@uma.es)<sup>1</sup>; Universidad de Jaén, España,  
[rbermejo@ujaen.es](mailto:rbermejo@ujaen.es)<sup>2</sup>; Universidad de Almería, España, [facien@ual.es](mailto:facien@ual.es)<sup>3</sup>; Universidad de Cádiz, España,  
[ignacio.hernandez@uca.es](mailto:ignacio.hernandez@uca.es)<sup>4</sup>

**Abstract**

The aim of this work is to study the nutritional level and bioactivity for health of different macro and microalgae. Their large-scale cultivation conditions were also be optimized. Finally, it is intended to include the algae, and/or its extract, in a functional food to offer to the population. This study is within the context of ALGAHUB project (TED2021-131555B-C22) and some of the data presented below belong to a previous screening in an European project (MedArtSal Project) that was especially useful to select the macroalgal species to be evaluated as for nutraceutical applications.

**Introducción**

En un contexto actual en que el cambio climático, la degradación del medio ambiente, y el continuo crecimiento poblacional dificultan el abastecimiento de una manera sostenible, encontramos la necesidad de apostar por el desarrollo de nuevos sistemas de producción de alimentos.

En este aspecto, las algas son reconocidas como una fuente segura y ambientalmente sostenible de alimentos y compuestos bioactivos con un alto valor nutricional (Wells et al., 2017). En cambio, estas no están aún muy introducidas en la dieta de la población occidental, ya sea por las restricciones para la recolección y producción de su biomasa, por un menor conocimiento de sus propiedades (en comparación con otras fuentes de alimento de origen terrestre), o por el poco éxito en la presentación de productos en formatos atractivos para el consumidor.

Por ello, este estudio propone una caracterización en cuanto a composición interna de diversas especies de micro y macroalgas, en busca de las más interesantes a nivel nutricional y funcional. Para lograr este objetivo, se realizarán análisis que determinen el contenido en proteínas solubles, carbohidratos, lípidos, compuestos fenólicos, ácidos grasos y carotenoides. La capacidad antioxidante será también evaluada por diferentes métodos, como bioactividad de especial interés sobre la salud. Además, en colaboración con otras universidades (UAL, UJA y UCA), se pretende optimizar las tecnologías de producción a gran escala y, por último, formular un alimento funcional que incluyan estos ingredientes naturales, en un formato que llegue al consumidor y sea bien aceptado por este.

**Material y métodos**

Las macroalgas estudiadas hasta ahora (*Gracilariopsis longissima*, *Chondracanthus teedei* y *Ulva lacunculata*) fueron recolectadas de la salina “La Esperanza” y otras áreas cercanas, en la Bahía de Cádiz. En cuanto a cianobacterias y microalgas (*Arthrospira platensis*, *Porphyridium cruentum* y *Anabaena marina*), la biomasa fue producida y facilitada por investigadores de la Universidad de Jaén. En ambos casos, dicha biomasa fue congelada y liofilizada previo a la realización de los análisis.

Para realizar las medidas de proteínas (según *Bradford*, 1976), compuestos fenólicos (método de *Folin & Ciocalteu*, según *Singleton & Rossi*, 1965) y capacidad antioxidante (método ABTS); se realizó un único extracto a partir del alga seca, empleando un mortero de porcelana, arena de mar como agente abrasivo y tampón fosfato como solvente de extracción (0.1M, pH=6.5), a razón de 20mg de biomasa por mililitro de solvente. El contenido en carbohidratos se determinó siguiendo el método de fenol-ácido sulfúrico, descrito por *Dubois et al.* (1956). Los lípidos, por su parte, fueron cuantificados por el método de la sulfo-fosfo-vainillina según *Mishra et al.* (2014) en el caso de las cianobacterias y microalgas, y según el método descrito por *Folch et al.*, (1957) en el caso de las macroalgas.

### Resultados y discusión

En los primeros resultados del proyecto, recogidos en la Tabla 1, observamos que el contenido en proteínas solubles fue especialmente bajo en las macroalgas, lo que nos hace plantearnos que se haya producido una degradación, por lo que sería necesario repetir esta medida. Resalta el alto contenido en carbohidratos de las macroalgas analizadas, lo cual las hace muy interesantes ya que estas especies son ricas en polisacáridos como el agar o los carragenanos, empleados en la industria alimentaria por sus propiedades gelificantes y estabilizantes. Los lípidos no destacan sustancialmente para ninguna de las especies, siendo los niveles muy similares para las micro y las macroalgas. Los compuestos fenólicos, altamente relacionado de manera directa con la capacidad antioxidante, alcanza valores considerablemente altos en las cianobacterias y microalgas con respecto a las macroalgas, destacando *A. platensis* ( $82.85 \pm 4.34 \mu\text{mol}_{\text{Eq.Trolox}} \cdot \text{g}_{\text{PS}}^{-1}$ ). Estos ingredientes bioactivos son muy interesantes a la hora de introducirlos en un alimento.

	Proteínas solubles	Carbohidratos totales	Lípidos totales	Compuestos fenólicos	Capacidad antioxidante
<i>Gracilariopsis longissima</i>	5.45 ± 1.16	411.19 ± 17.81	19.49 ± 3.6	3.61 ± 0.3	6.7 ± 0.22
<i>Chondracanthus teedei</i>	2.86 ± 0.69	232.57 ± 19.70	15.15 ± 1.09	1.58 ± 0.03	4.14 ± 0.53
<i>Ulva lacunculata</i>	3.35 ± 0.33	320.48 ± 10.22	21.43 ± 2.37	3.18 ± 0.23	10.37 ± 0.94
<i>Arthrospira platensis</i>	111.12 ± 12.37	122.98 ± 18.79	23.42 ± 0.83	20.08 ± 0.65	82.85 ± 4.34
<i>Porphyridium cruentum</i>	53.82 ± 3.73	184.45 ± 10.12	14.02 ± 3.15	17.44 ± 0.35	66.87 ± 1.92
<i>Anabaena marina</i>	35.07 ± 0.38	402.23 ± 52.83	20.64 ± 0.85	7.82 ± 0.1	28.42 ± 1.03

**Tabla 1.** Contenido en proteínas ( $\text{mg}_{\text{Eq. albúmina bovina}} \cdot \text{g}_{\text{PS}}^{-1}$ ), carbohidratos ( $\text{mg}_{\text{Eq. glucosa}} \cdot \text{g}_{\text{PS}}^{-1}$ ), lípidos ( $\text{mg}_{\text{Eq. aceite oliva}} \cdot \text{g}_{\text{PS}}^{-1}$ ), compuestos fenólicos ( $\text{mg}_{\text{Eq. Fluoroglucinol}} \cdot \text{g}_{\text{PS}}^{-1}$ ) y capacidad antioxidante ( $\mu\text{mol}_{\text{Eq.Trolox}} \cdot \text{g}_{\text{PS}}^{-1}$ ) de las algas estudiadas.

Aunque se trata de un proyecto que apenas comienza, se está avanzando a buen ritmo y estos primeros datos nos aportan información sobre las líneas por las que seguir trabajando. No obstante, quedan varias medidas aún por realizar que ofrecerán datos muy relevantes, como el contenido pigmentario.

### Bibliografía

- Vega, J., Catalá, T.S., García-Márquez, J., Speidel, L., Kunz, C., Geisler, C., Figueroa, F.L. (2022). *Molecular Diversity and Biochemical Content in Two Invasive Alien Species: Looking for Chemical Similarities and Bioactivities*. *Marine Drugs*. (21) 1, 5.
- Wells, M.L., Potin, P., Craigie, J.S., Raven, J.A., Merchant, S.S., Helliwell, K.E., Smith, A.G., Camire, M.E., Brawley, S.H. (2017). *Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding*. *Journal of Applied Phycology*. (29), 949–982.



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**APROVECHAMIENTO DE LA SALMUERA DE UNA PLANTA DESALINIZADORA PARA EL CULTIVO DE MICROALGAS MARINAS: UN EJEMPLO DE BIOECONOMÍA CIRCULAR**

**Alejandro Molina-Miras<sup>1,2</sup>, Javier Martínez-Burgos<sup>1</sup>, Asterio Sánchez-Mirón<sup>1,2</sup>, Francisco García-Camacho<sup>1,2</sup>**

Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería, España, amm657@ual.es, javimartinezburgos@gmail.com, asmiron@ual.es, fgarcia@ual.es<sup>1</sup>, Centro de Investigación en Biotecnología Agroalimentaria (CIAIMBITAL), Universidad de Almería, España<sup>2</sup>

**Abstract**

Due to the global growth of the worlds' population, it is necessary to obtain drinking water from desalination plants. The use of its main waste stream, brine, has become a problem to be addressed from an environmental point of view and the circular bioeconomy. In this research, the marine microalga *Prymnesium parvum*, producer of chemical compounds with anticancer capacity, has been cultivated in hyposaline and hypersaline media (0-70 g·L<sup>-1</sup>). *P. parvum* was shown to have a high tolerance to salinity, but the acclimatization to low salinity was not possible. Finally, the proof of concept was carried out using three bubble column photobioreactors (V=10L) for 80 days, with culture media presenting salinities of 38 g·L<sup>-1</sup> (100% seawater), 60 g·L<sup>-1</sup> (artificial brine), and 100% based on brine from a desalination plant (60 g·L<sup>-1</sup>). The culture produced using the 100% brine-based medium, showed no differences in the biomass productivity with the control seawater, the maximum productivity was approximately 100 mg·L<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. In addition, there were no differences in anticancer activity between the 100% brine and the control.

**Introducción**

La desalinización es una opción de suministro de agua potable cada vez más viable, siendo su principal potencial el proporcionar un suministro ilimitado de agua de alta calidad. Sin embargo, las plantas desalinizadoras de agua de mar generan grandes cantidades de salmuera de rechazo con alto contenido en sal, que nuevamente se vierten al mar, lo que representa un riesgo ambiental considerable debido tanto a su alta salinidad, como a la presencia de otras sustancias como nitratos y otros compuestos (Nicolás y col., 2022). La microalga marina *P. parvum* es fuente de compuestos muy interesantes con capacidad anticancerígena (Rasmussen y col., 2016). El desarrollo de tratamientos de salmuera de desalinización a base de microalgas (TSDM) puede ser una vía interesante para que la salmuera producida, se recicle y se reutilice para generar productos especialmente valiosos, contribuyendo así a una bioeconomía circular y sostenible.

**Material y métodos**

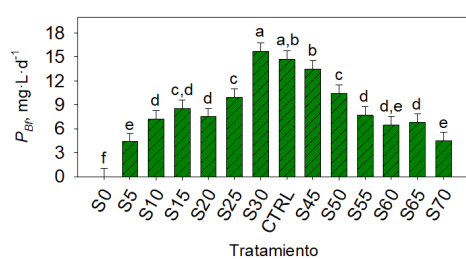
La tolerancia a la salinidad de la microalga *P. parvum* (BMCC283) fue investigada en matraces de Erlenmeyer con un volumen de trabajo de V= 0,05 L. El rango de salinidad ensayado osciló entre 0-70 gramos de sales/L (cód. So-S70). El efluente de salmuera empleado fue proporcionado por la planta desaladora de Almería, España (Población: 200.753 habitantes, año 2021). La salmuera se caracterizó mediante espectrometría de masa con plasma acoplado (ICP-MS). La prueba de concepto para el crecimiento de *P. parvum* en medios hipersalinos se llevó a cabo en fotobiorreactores tipo columna de burbujeo (CB-FBR), según se describe en López-Rosales y col.,2022. Los tres medios de cultivo que se ensayaron fueron: (i) SAL, medio de cultivo preparado con 100% salmuera de rechazo de la planta desaladora (60 g·L<sup>-1</sup>); ii) S60-FBR, salmuera artificial a una concentración de sal de 60 g·L<sup>-1</sup>, y (iii) CTRL-FBR, medio de cultivo preparado con 100% agua de mar. Las biomásas cosechadas en los cultivos



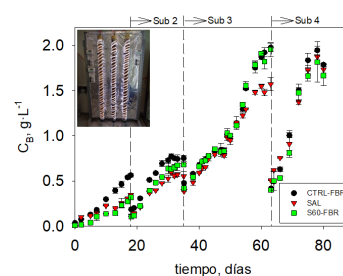
aclimatados fueron evaluadas frente a su actividad antiproliferativa frente a células tumorales (Abreu y col., 2019) y su actividad intracelular de L-asparaginasa (Ebrahiminezhad y col., 2014).

## Resultados y discusión

La influencia de la salinidad en el cultivo de *P. Parvum* fue investigada en matraces de Erlenmeyer. En la Figura 1 se representa la productividad de biomasa ( $P_{Bf}$ ) frente a los tratamientos con diferentes salinidades. La microalga no fue capaz de aclimatarse a medios basados en agua dulce (S0). Sin embargo, presentó una alta tolerancia a la salinidad, consiguiendo aclimatarse al resto de tratamientos. Los mejores resultados de  $P_{Bf}$  fueron en el CTRL y en S30 con un valor promedio de  $16,2 \pm 2,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , disminuyendo esta productividad aprox. un 60% en los tratamientos hiposalinos e hipersalinos. La Figura 2 muestra las cinéticas de crecimiento de la prueba de concepto para los tres medios hipersalinos. Los mejores valores de  $P_{Bf}$  se obtuvieron en el subcultivo 4 (Sub. 4) para CTRL-FBR y SAL, fueron aprox.  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ . Por último, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la actividad antitumoral y en la actividad intracelular de L-asparaginasa en las biomásas cosechadas con medio SAL y CTRL-FBR.



**Figura 1.** Impacto de la salinidad en la productividad de biomasa ( $P_{Bf}$ ). El rango de salinidad ensayado osciló entre 0-70 gramos de sales/L (cód. S0-S70), CTRL es 100% agua de mar.



**Figura 2.** Cinética de crecimiento en las columnas de burbujeo (CB-FBRs) para los experimentos formulados con agua de mar (CTRL-FBR), basado en salmuera (SAL) y con una salmuera artificial de  $60 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  (S60-FBR).

## Conclusiones

La microalga *P. parvum* tiene una alta tolerancia a la salinidad, tanto en tratamientos hiposalinos como en hipersalinos. Ha sido cultivada de forma satisfactoria en un CB-FBR ( $V=10\text{L}$ ) con un medio basado 100% en salmuera procedente de una planta desalinizadora. No se vió afectada su productividad de biomasa, ni sus actividades anticancerígenas con respecto a un medio 100% de agua de mar. Por tanto, se ha demostrado la viabilidad de un bioproceso de aprovechamiento de salmuera de desalinización en base a microalgas marinas, contribuyendo así a una bioeconomía circular y sostenible.

## Bibliografía

- Abreu, A. C., Molina-Miras, A., Aguilera-Sáez, et al. (2019). Production of amphidinols and other bioproducts of interest by the marine microalga *Amphidinium carterae* unraveled by nuclear magnetic resonance metabolomics approach coupled to multivariate data analysis. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(34), 9667-9682.
- Ebrahiminezhad, A., Rasoul-Amini, S., Ghoshoon, M. B., et al. (2014). *Chlorella vulgaris*, a novel microalgal source for L-asparaginase production. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(2), 214-217.
- López-Rosales, L., López-García, P., Benyachou, M. A., et al. (2022). Treatment of secondary urban wastewater with a low ammonium-tolerant marine microalga using zeolite-based adsorption. *Bioresource Technology*, 359, 127490.
- Rasmussen, S. A., Meier, S., Andersen, et al. (2016). Chemodiversity of ladder-frame prymnesin polyethers in *Prymnesium parvum*. *Journal of Natural Products*, 79(9), 2250-2256.

**Agradecimientos** Esta investigación fue financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad de España (RTC-2017-6405-1 (Marbiom) y PID2019-109476RB-C22).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO OPERACIONAL EN EL ESTUARIO DEL  
GUADALQUIVIR (SO, ESPAÑA)**

**Pablo Muñoz López<sup>1</sup>, Simone Sammartino<sup>2</sup>, Irene Nadal Arizo<sup>3</sup>, Jesús García Lafuente<sup>4</sup>, Antonio Bejarano Moreno<sup>5</sup>**

Grupo de Oceanografía Física Univ. de Málaga (GOFIMA) e Instituto de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), España, [pablomlo@uma.es](mailto:pablomlo@uma.es)<sup>1</sup>; GOFIMA e IBYDA, España, [inadal@ctima.uma.es](mailto:inadal@ctima.uma.es)<sup>2</sup>; GOFIMA, IBYDA e Instituto Ingeniería Oceánica, Univ. de Málaga, España, [ssammartino@ctima.uma.es](mailto:ssammartino@ctima.uma.es)<sup>3</sup>; GOFIMA, IBYDA, España, [glafuente@ctima.uma.es](mailto:glafuente@ctima.uma.es)<sup>4</sup>; Autoridad Portuaria de Sevilla, España, [abejarano@apsevilla.com](mailto:abejarano@apsevilla.com)<sup>5</sup>

**Abstract**

The Guadalquivir estuary (SW, Spain) is a critical point of conflicts of interest due to its complexity and interactions between natural factors and human activities. The estuary hosts the only inland port in Spain, the Port of Seville, which handles an average annual traffic of 4-5 million tons and serves both commercial and tourist ships. The main economic enterprises along its margins are based on rice and vegetables cultivation. All these activities imply major alterations of the river environment, such as the dredging of the navigation channel, or the conversion of the original salt marshes into farming fields. Moreover, the UNESCO Biosphere Reserve DOÑANA covers a significant portion of the estuary mouth, with all the ecological entailments that it implies. In order to maintain and optimize its maritime activities, the Seville Port Authority has to cope with all the stakeholders involved in a challenging management of the estuary way. To this aim, an operational numerical model of the estuary dynamics stands out as a key tool for monitoring and predicting physical changes, providing crucial information for decision-making, planning actions, and maritime traffic optimization. The model is forced by forecasts provided by NIVMAR storm surge regional model, the HARMONIE meteorological model and a series of real-time observations and statistically inferred predictions coming from the Guadalquivir Watershed Management Centre (SAIH). The model runs every 12h, providing a 72-h forecast of water level, 3D velocity and thermohaline properties of the column water. The model results are validated against observations, demonstrating its satisfactory performance.

**Introducción**

El Guadalquivir (SO, España) es un complejo sistema estuarino y una fuente de conflictos de intereses debido a las interacciones entre los factores naturales y las actividades humanas (Ruiz, J. et al., 2015). Para contribuir a la gestión de estos problemas, se propone la implementación de un modelo numérico operacional que prediga, en tiempo real, cambios físicos en el estuario (nivel, corrientes, cuña salina, etc.), brindando información crucial para la toma de decisiones (e.g. optimizar el tráfico marítimo).

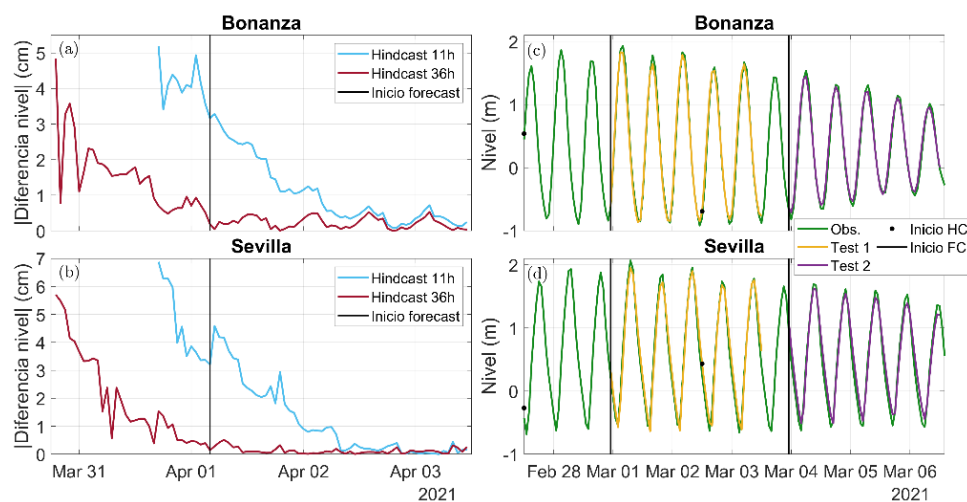
**Metodología**

Para la integración del sistema operacional en el estuario, se ha ajustado el horizonte temporal, desarrollado diversos algoritmos de ejecución y escritura, creado climatologías y validado el propio modelo. La elección del horizonte temporal se basa en un estudio de la viabilidad del esquema temporal del modelo NIVMAR (Álvarez Fanjul et al., 2001), que retrocede 11 horas atrás desde el presente (*hindcast*) y simula 72 horas hacia adelante (*forecast*), centrándose en el *spin-up* (periodo de estabilización de las soluciones numéricas del modelo). Los algoritmos están implementados en el lenguaje de código abierto Python y acceden a la base de datos OPeNDAP de Puertos del Estado de

los modelos NIVMAR (residuo meteorológico) y HARMONIE (radiación, temperatura, humedad del aire y viento); y a observaciones de descargas de agua del SAIH. Si fallara el acceso a estos, los ficheros del modelo se generarían usando registros históricos (climatologías) o valores constantes.

## Resultados

El *hindcast* ha sido extendido de 11 a 36h para que el *forecast* comience con soluciones del modelo estables (Fig. 1a,b). Se ha mantenido un *forecast* de 72h dado que es el horizonte predictivo de los modelos regionales que alimentan al modelo operacional. Los resultados han sido validados mediante comparaciones con observaciones, demostrando su capacidad para generar predicciones satisfactorias (Fig. 1c,d).



**Figura 1.** Diferencia de nivel en Bonanza y Sevilla entre una simulación ejecutada durante un mes sin pausas y otras lanzadas siguiendo el esquema operacional con hindcast (HC) de 11 y 36h (a y b). Nivel en Bonanza y Sevilla observadas, y resultados de los forecast (FC) de dos simulaciones ejecutadas con tres días de separación (c y d).

## Conclusiones

El modelo operacional produce resultados satisfactorios para las variables hidrodinámicas. Su implementación en Puertos del Estado hará que sea una herramienta clave, capaz de abordar una amplia gama de propósitos encaminados a una gestión sostenible del estuario: optimización del tráfico marítimo, predicción de eventos extremos o evaluación del impacto ambiental.

## Bibliografía

Ruiz, J., Polo, M. J., Díez-Minguito, M., Navarro, G., Morris, E. P., Huertas, E., Caballero, I., Contreras, E., & Losada, M. (2015). The Guadalquivir Estuary: A Hot Spot for Environmental and Human Conflicts. *Environmental Management and Governance Coastal Research Library Volume 8*, 2015, pp. 199-232.

Álvarez Fanjul, E., Pérez Gómez, B., & Arévalo, I. (2001). Nivmar: A storm surge forecasting system for Spanish Waters. *Scientia Marina*, 65.

**Agradecimientos** Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y Centro de Supercomputación y Bioinnovación de la Universidad de Málaga (PICASSO).



I CONGRESO IBEROAMERICANO JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR  
IV CONGRESO INTERNACIONAL JÓVENES INVESTIGADORES DEL MAR

**ESTABLECIMIENTO DE LA PREFERENCIA DE DORADA (*S. aurata*) SOBRE LAS  
DISTINTAS HARINAS DE *H. illucens***

**M.B. Sánchez-García, L. Maldonado-Marcos, M.J. Sánchez-Muros, F.G. Barroso, M.C. Vargas-García, D. Fabrikov, Á.T. Varga**

Universidad de Almería, Dpto. Biología y Geología, España, msg434@inlumine.ual.es

**Abstract**

The aim of this study was to determine if there is a preference for different diets based on insect meal, in this case *H. illucens* larvae, by gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Using a demand feeder system installed in pairs in tanks with 15 sea bream, three dual diet combinations were provided. Fish run counts were the indicator chosen to establish preference for one or the other diet. The three diets were made with similar compositions in terms of formulation, the main difference being the process of killing the larvae during feed processing (liquid nitrogen, melacide, and cooking). Throughout the 32-day trial, it was observed that in two of the three tanks the choice was based on the feeder. In the third, they chose by diet, irrespective of the feeder supplying it. As a reference for the biometric and nutritional indices, other tanks were manually fed the same diets. These indices showed a more favourable result, from an overall nutritional point of view, for fish fed larvae sacrificed with melacide.

**Introducción**

Diversos experimentos previos demuestran la capacidad de los peces para elegir según su preferencia por una u otra dieta cuando se les da a elegir entre dietas carentes de algún nutriente o dietas bien balanceadas (Rubio *et al.*, 2004). Esto se relaciona con la recompensa nutricional que obtiene con una dieta adecuada y bien equilibrada (Sánchez-Vázquez *et al.*, 1998). Las harinas de insectos se han revelado como una alternativa sostenible, desde el punto de vista económico y medioambiental, a los piensos a base de harina de pescado, cada vez menos rentables por la creciente escasez de la materia prima (Sánchez-Muros *et al.*, 2014). Sin embargo, estas harinas, por novedosas, no se conoce su composición exhaustivamente, por lo que la selección de dietas por parte del pez puede ser una herramienta eficaz para estimar la idoneidad de cada harina.

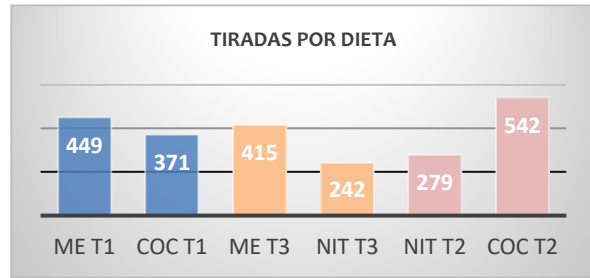
**Material y métodos**

El estudio se realizó en el acuario de la UAL. Los peces se mantuvieron en condiciones óptimas para la especie. Se utilizaron 15 juveniles por tanque de *Sparus aurata*. Los datos se recogieron por medio del programa SCADA, que registra la hora y número de tiradas de cada comedero durante las 24 horas del periodo de estudio. El aporte de pienso por cada tirada fue de 0,258 gr. A los 16 días de estudio, se intercambió la dieta entre cada par de comederos, con el fin de determinar si existe un cambio en la elección del dispensador cuando la dieta es diferente.

**Resultados y discusión**

Tras 32 días de experimento se observó que, en dos de los tanques (tanques 1 y 2), se realizaban más tiradas en un comedero que en el opuesto, mientras que en el tercer tanque parecía existir una equidad en la elección, aunque se pudo observar cierta preferencia por el comedero con la dieta de melacide. En los tres casos, tras el intercambio de las dietas entre los comederos de un mismo tanque, se mantuvo la tendencia inicial.

	Tanque 1		Tanque 2		Tanque 3	
	C 1	C 4	C 7	C 8	C 2	C 3
días 1- 16	96	326	31	271	185	77
días 16- 32	29	390	15	516	170	236



**Tabla 1.** Número de tiradas totales por comedero (C).

**Figura 1.** Número de tiradas totales por dieta.

Analizando las tiradas por dieta ingerida, con independencia del comedero que la dispensaba en un mismo tanque, se observa que la dieta más seleccionada fue la de melacide, seguida de cocido y nitrógeno.

### Conclusiones

El sistema de autoalimentación por comederos activados a demanda se revela como un método eficaz para determinar la preferencia del pez por una u otra dieta. Aun así, es importante tener en cuenta que no siempre la dieta será el factor determinante en la elección, pues factores físicos pueden hacer que el pez se decante por un comedero u otro, por lo que será necesario hacer un análisis de los datos desde distintos puntos de vista.

### Bibliografía

- Rubio-Fernández, VC, Vivas-Salvador, M., Sánchez-Mut, A., Sánchez-Vázquez, FJ, Covès, D., Dutto, G., & Madrid, JA (2004). Autoalimentación de lubina europea (*Dicentrarchus labrax*, L.) en condiciones de laboratorio y de cría utilizando un sensor de hilo.
- Sánchez-Muros, MJ, Barroso, FG, & Manzano-Agugliaro, F. (2014). Harina de insectos como fuente renovable de alimentos para la alimentación animal: una revisión. *Revista de Producción más Limpia*, 65, 16-27.
- Sánchez-Vázquez, FJ, Yamamoto, T., Akiyama, T., Madrid, JA, & Tabata, M. (1998). Selección de macronutrientes por carpas doradas que operan autoalimentadores. *Fisiología y comportamiento*, 65 (2), 211-218.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por el proyecto UAL2020-AGR-B1882 Fondo Europeo de Desarrollo Regional y la Junta de Andalucía.

## ÍNDICE DE AUTORES

A. Chica .....	103
A. Filgueira-Vizoso .....	152
A. Rodríguez-Romero .....	60
A. Sánchez-Mirón.....	210
Á.T. Varga .....	304
Adrián Buzón Rojo.....	76
Adriana Rodríguez Hernández .....	38
África Núñez.....	99, 218, 234
Ágnes T. Varga .....	177
Agustín Álvarez-Álvarez.....	254
Ainoa Morillas-España .....	248, 294, 296
Alba Galafat .....	256, 258, 270
Alba Ortigosa .....	135
Alberto Arias-Peres.....	185
Alberto García .....	282
Alejandro Alegría Rodríguez .....	101
Alejandro Blázquez-Durán .....	256
Alejandro Irazabal .....	86
Alejandro López Ruiz .....	111
Alejandro Molina-Miras .....	264, 300
Alejandro Morcillo Guillén .....	270
Alejandro Ríos Santana .....	111
Alfonso Robles Medina .....	272
Alfredo Alcayde.....	144, 152
Alfredo Olivera Gálvez .....	264
Alma Hernández de Rojas .....	157
Ana Bartual .....	70
Ana Belén Castaño-Fernández .....	105
Ana Fuentes López.....	169, 268
Ana M. Cabello .....	48
Ana Redondo.....	181
Ana Sánchez-Zurano .....	154, 159, 274
Ana Tomás Vidal.....	167, 169, 173, 268
Ana Tronholm .....	62
Anastasia Sydorenko .....	234
André Bárany .....	40
Andrea García Muñoz .....	84
Andrea Prieto Bolivar .....	58
Andrés Bujalance Silva.....	196
Andrés Vicente Monino López.....	167
Ángela Rodríguez Ruiz.....	76

Ángela Vallejos .....	54
Angélica Enrique Navarro .....	26, 70
Anthony M. Bonacolta .....	72
Antonio Avilés .....	218
Antonio Bejarano Moreno .....	107, 302
Antonio Jesús Mendoza Fernández .....	46, 66
Antonio María Grau .....	70
Antonio Rivas Rangel .....	46
Anyell Caderno .....	40, 157, 266
Arellano, J. M. ....	179
Arled Martínez-Villaba .....	148
Asterio Sánchez-Mirón.....	254, 264, 300
Aurelio Ortega.....	282
Azucena Laguía Allué.....	226
B. Pizarro.....	103
Belén González Aguilar .....	109
Bernardo Llamas .....	250
Blanca Coello Poole .....	111
Brian Cunningham Aparicio .....	68
Bruna R. Moreira .....	137
Carlos González Estévez.....	212
Carlos J. Luque .....	181
Carlos Navarro-Barranco .....	86
Carlos R. Cánovas .....	206
Carlos Robles-Algarín .....	148
Carlos Ruiz Cánovas.....	198
Carlos Salazar Mendías.....	46
Carlos Sangil.....	62, 208
Carlota R. Gazulla .....	48
Carmen Castro.....	157
Carmen Juan .....	204
Carolina de los Reyes .....	133
Carolina Johnstone.....	280, 282
Carolina Peñaloza.....	191
Cataixa López .....	74
Cecilia Ortega-Zamora .....	88
Christian Rodríguez Martínez .....	97
Christine Bressy .....	254
Christopher Kim Pham.....	80
Ciarán Alvar Shaughnessy.....	40
Cintia Gómez Serrano .....	154, 250, 298
Cintia Hernández-Sánchez .....	80, 88, 224
Claudia Hurtado-Pampín .....	28
Claudio Barría.....	42

Consolación Melguizo .....	129, 131, 133, 135, 246
Constanza-Belén Sánchez García .....	113
Cristina Cerdá Moreno .....	154, 161, 163
Cristina Luque Uceda .....	131
Cristina Marín Lora .....	169, 268
Cristina Mesas .....	129, 131, 246
Cristina Pinedo-Rivilla .....	133
Cristina Porras Alcalá .....	135
Cristina Rodríguez .....	157
Cristina Victoria González Fernández .....	298
Cristina Villanova Solano .....	80, 88, 224
Cristopher Domínguez-Hernández .....	88
D. Fabrikov .....	304
Daniel Álvarez Canali .....	62, 208
Daniel Figueiredo .....	274
Daniel Ramírez .....	191
Darío Bernal Casasola .....	238
Darío Hernández Hofmann .....	150
Darío Ramos-López .....	30
David Amaya-Vías .....	82
David Castro .....	266
David Macías .....	101, 228, 282
David Ruiz-García .....	42
David Sánchez Peñaranda .....	167
David Van Rooij .....	204
Débora T. Pereira .....	137
Diana Iglesias-Arroyo .....	294
Diego Robledo .....	191
Dmitri Fabrikov .....	177
Dorka Cobián-Rojas .....	200
E. Bautista-Chamizo .....	60
Elena Bañares .....	218
Elena Chaves-Pozo .....	280
Elena Muñoz Maldonado .....	278, 284, 286
Elisa Vereda Alonso .....	84
Elizabeth Blázquez .....	204
Eloy M. Castellanos .....	181
Eloy Rodríguez .....	74
Elvira Moreno Martín .....	240
Elvira Navarro López .....	272
Ema Rosa Morilla Veselinović .....	248
Emma Huertas .....	26
Encarna Merlo Calvente .....	46, 66
Enrique Gil Orduña .....	124



Enrique González Ortigón .....	76
Enrique Majuelos.....	228
Enrique Moreno-Ostos .....	36, 90
Esteban Salmerón Sánchez.....	46, 66
Estela Carbonell-Garzon.....	187
Esther Giménez Luque .....	226
Eugenia Zuasti .....	183
Eulalia Peraza González .....	44
Eva Contreras Arribas .....	111
F. García-Camacho .....	210
F. Vallejo Mellado .....	288
F.G. Barroso.....	304
Fabián Martínez Hernández.....	66
Federico Moya Utrera .....	135
Félix L. Figueroa .....	137, 218, 298
Fernández-Morell, P.....	179
Fernando de la Gándara .....	282
Fernando De La Rosa .....	189
Fernando G. Barroso.....	177
Fernando Gil .....	152
Fernando Martínez .....	146
Fernando Méndez.....	280
Fernando Sola .....	54
Francesco Falcieri .....	230
Francisca Purificación Martínez Antequera .....	165
Francisca Romero .....	187
Francisco Alemany.....	282
Francisco Gabriel Acién.....	150, 154, 163, 248, 250, 274, 296, 298
Francisco García Rey .....	118
Francisco García-Camacho .....	254, 264, 300
Francisco Javier Alarcón .....	157, 175, 256, 258, 266, 270
Francisco Javier Díaz-Peña.....	88
Francisco Javier Moyano López.....	165
Francisco Javier Pérez García .....	66
Francisco Javier Sánchez Camacho .....	226
Francisco Macías .....	206
Francisco Manzano-Agugliaro.....	146
Francisco Portillo.....	140, 142
Francisco Quiñonero.....	135
Francisco Sarabia .....	135
Gabriel Navarro .....	32
Gerardo Amaya Yaeggy .....	198
Gloria Navalón Alajarín.....	224
Gloria Perazzoli .....	129, 131, 133, 246

Gojko Kremenic .....	194
Gonzalo Ruiz Martín .....	276, 278, 284, 286
Guillermo Ledesma-Hernández .....	36
Gustavo Freire de Carvalho Souza.....	76
Héctor J. Pula .....	214, 262, 278, 284, 286
Hortensia Holgado Durán .....	38
Ignacio Hernández Carrero .....	298
Ignacio Jauralde García .....	167, 173
Ignacio Moreu .....	218
Imane Megder .....	173
Inmaculada López .....	105
Irene Morales Benítez.....	84
Irene Nadal Arizo.....	107, 230, 302
Isabel Caballero.....	32
Isabel Fernández Segovia .....	169, 268
Isabel Ferrera .....	48, 214
Isabel Martín Girela .....	262, 276, 278, 284, 286
Isabel Reche .....	214
Isabel Robalo.....	140, 142
Ismael Cross Pacheco.....	185
Ismael Hachero Cruzado .....	183
Iván Franco Rodil.....	78
Iván Mulero Méndez .....	68
J. García-Márquez .....	288, 292
J. J. Vergara.....	60
J.J. Gallardo-Rodríguez.....	210
J.M. Barragán .....	103
Jairo Altamar .....	148
Javier del Campo .....	72
Javier González-Sálamo .....	88
Javier Hernández Borges .....	80, 88, 224
Javier Jesús Tripiana Martínez.....	161
Javier Martínez-Burgos.....	300
Javier Mugueta Sanz .....	56
Javier Oviedo Callealta .....	238
Javier Reyes.....	208
Jelena Vladić .....	159
Jesús García Lafuente .....	107, 230, 302
Jesús Jacinto González.....	120
Jesús M. Mercado .....	48, 90
Jesús M. Porres.....	129, 133, 246
Jesús Rosas-Guerrero.....	99, 220, 234
Joana Krause.....	72
João Miguel Pereira.....	80

<i>Joaquín Canoura Baldonado</i> .....	183
<i>Joaquín Tintoré</i> .....	70
<i>Jonatan Romero-Matos</i> .....	198, 206
<i>Jorge García-Márquez</i> .....	175
<i>Jorge J. Montes-Pérez</i> .....	36
<i>Jorge J. Santos-Bruña</i> .....	48
<i>Jorge Rapp</i> .....	181
<i>Jorge Ventura</i> .....	146
<i>José A. Pérez Pérez</i> .....	44
<i>José Bonomi Barufi</i> .....	137
<i>José Carlos Báez</i> .....	101, 228
<i>José Carlos Hernández</i> .....	28
<i>José Carlos Prados</i> .....	131, 135
<i>José Francisco Verdejo Guirao</i> .....	68
<i>José L. Oviedo</i> .....	93
<i>José Luis Ferres-García</i> .....	218
<i>José Luís Guzmán Sánchez</i> .....	296
<i>José Luis López Castro</i> .....	120, 242
<i>José Luis Molina Pardo</i> .....	226
<i>José Luis Varela Fuentes</i> .....	216
<i>José M. Quintanilla</i> .....	282
<i>José M. Vargas Girón</i> .....	238
<i>José Manuel Guerra-García</i> .....	86
<i>José María Fernández Sevilla</i> .....	250
<i>José María García-Beltran</i> .....	280
<i>José María Ortiz de Urbina</i> .....	101
<i>José Miguel de la Serna</i> .....	228
<i>José Miguel Nieto</i> .....	206
<i>José Moreno</i> .....	101
<i>José Prados</i> .....	129, 133, 246
<i>Josefina Aleu</i> .....	133
<i>Joseph Julca Mendoza</i> .....	42
<i>Juan A. Raga</i> .....	42
<i>Juan Antonio Martos-Sitcha</i> .....	40, 157, 165, 171, 175, 256, 258, 266
<i>Juan Carlos García Mesa</i> .....	84
<i>Juan Diego Díaz Martínez</i> .....	34
<i>Juan Ignacio González-Gordillo</i> .....	76
<i>Juan Manuel López Romero</i> .....	135
<i>Juan Miguel Mancera</i> .....	40, 165
<i>Juan Moreira</i> .....	86
<i>Juan Mota Poveda</i> .....	46, 66
<i>Juana María Arellano</i> .....	82
<i>Julía Loring</i> .....	99, 234
<i>Julía Vega</i> .....	137, 298

<i>Julio De la Rosa</i> .....	58, 99, 222, 234, 262
<i>Julio Peñas de Giles</i> .....	66
<i>Kevin Doello</i> .....	129
<i>Kilian Toledo-Guedes</i> .....	187
<i>L. G. Egea</i> .....	60
<i>L. López-Rosales</i> .....	210
<i>L. Maldonado-Marcos</i> .....	304
<i>Laenne Barbara Silva de Moraes</i> .....	264
<i>Laura Cabeza</i> .....	129, 246
<i>Laura Castro-Santos</i> .....	144
<i>Laura del Río Ramos</i> .....	200
<i>Laura Martín-García</i> .....	208
<i>Laura Moya Cobos</i> .....	242, 244
<i>Laura Prieto</i> .....	26, 70
<i>Laura Rodríguez</i> .....	296
<i>Laura Sánchez</i> .....	198, 206
<i>Laura Vázquez Palomo</i> .....	84
<i>Laureana Rebordinos</i> .....	185, 191
<i>Leandro Rodríguez-Viera</i> .....	200, 260
<i>Lillie J.E. Freemantle</i> .....	232
<i>Llorenç Belda Gil</i> .....	187
<i>Lucía Contreras Anguita</i> .....	58
<i>Lucía Jiménez-Álvarez</i> .....	252
<i>Lucía Miranda</i> .....	46, 66
<i>Luis Manjarrés-Martínez</i> .....	148
<i>Luis Molina-Roque</i> .....	175
<i>Luísa Gouveia</i> .....	159, 274
<i>Lusiné Melkonian</i> .....	274
<i>M. C. Cerón-García</i> .....	210, 254, 256, 258, 264
<i>M. Carmen Fernández-Puga</i> .....	204
<i>M. Dolores Coello</i> .....	82
<i>M. Domínguez-Maqueda</i> .....	288, 292
<i>M. Gemma Albendín</i> .....	82
<i>M. I. Vilaplana</i> .....	60
<i>M. Isabel Sáez</i> .....	152, 270
<i>M.A. Moriñigo</i> .....	288, 290, 292
<i>M.B. Sánchez-García</i> .....	304
<i>M.C. Balebona</i> .....	288, 290
<i>M.C. Vargas-García</i> .....	304
<i>M.J. Sánchez-Muros</i> .....	304
<i>M.M. López Guerrero</i> .....	84
<i>Mª José Reyes-Martínez</i> .....	86
<i>Maira Castellanos Vásquez</i> .....	198
<i>Manuel Alejandro Merlo Torres</i> .....	185

<b>Manuel Diez Minguito</b> .....	<b>111</b>
<b>Manuel Gámez</b> .....	<b>105</b>
<b>Manuel Jesús León Cobo</b> .....	<b>70</b>
<b>Manuel Olías</b> .....	<b>206</b>
<b>Manuel Sánchez Robles</b> .....	<b>226</b>
<b>Manuel Vargas-Yáñez</b> .....	<b>282</b>
<b>Marco Mendizábal-Castillero</b> .....	<b>185</b>
<b>Margarita López Rivas</b> .....	<b>216</b>
<b>Mari Carmen Balebona</b> .....	<b>175</b>
<b>María Altamirano</b> .....	<b>99, 220, 234</b>
<b>María Azpiroz</b> .....	<b>181</b>
<b>María Bahamonde-Rodríguez</b> .....	<b>95</b>
<b>María C. Vargas García</b> .....	<b>177</b>
<b>María Christou</b> .....	<b>72</b>
<b>María Consolación Milián-Sorribes</b> .....	<b>167</b>
<b>María del Carmen Vargas-García</b> .....	<b>54</b>
<b>María del Mar Agraso</b> .....	<b>187</b>
<b>María del Mar Cerdera</b> .....	<b>204</b>
<b>María del Rosario Sepúlveda Justo</b> .....	<b>284</b>
<b>María Dolores Basallote</b> .....	<b>198, 206</b>
<b>María Dolores Macías Sánchez</b> .....	<b>272</b>
<b>María Donaire Bermúdez</b> .....	<b>278, 284, 286</b>
<b>María Elisa Lambre</b> .....	<b>74, 212</b>
<b>María Esther Rodríguez</b> .....	<b>191</b>
<b>María Eugenia Manjón-Cabeza Clouté</b> .....	<b>196</b>
<b>María Guadalupe Pinna-Hernández</b> .....	<b>150</b>
<b>María J. Padrón Álvarez</b> .....	<b>44</b>
<b>María J. Sánchez-Muros</b> .....	<b>177</b>
<b>María Jesús Fernández Cobo</b> .....	<b>46, 66</b>
<b>María José Jiménez Callejón</b> .....	<b>272</b>
<b>María Rodríguez Jiménez</b> .....	<b>185</b>
<b>María Salinas García</b> .....	<b>154</b>
<b>María Victoria García Caro</b> .....	<b>34</b>
<b>María Vila Duplá</b> .....	<b>64</b>
<b>Marianela Zanolla</b> .....	<b>99, 234</b>
<b>Mariano Lastra</b> .....	<b>78</b>
<b>Marina del Álamo Montes</b> .....	<b>226</b>
<b>Marina G. Pintado-Herrera</b> .....	<b>232</b>
<b>Mario Alberto García</b> .....	<b>228</b>
<b>Marisela Des</b> .....	<b>111</b>
<b>Marta Andreu</b> .....	<b>142, 144</b>
<b>Marta Arizcun</b> .....	<b>280</b>
<b>Marta Castilla Gavilán</b> .....	<b>183</b>
<b>Marta Fernández-García</b> .....	<b>254</b>

<b>Marta Román</b> .....	<b>165, 256</b>
<b>Marta Sansón</b> .....	<b>62, 202, 208</b>
<b>Marta Sevillano-González</b> .....	<b>88</b>
<b>Martina Ciardi</b> .....	<b>154, 248, 250</b>
<b>Martos-Sitcha, J. A.</b> .....	<b>179</b>
<b>Mercedes Carrillo García</b> .....	<b>157</b>
<b>Mercedes Peña</b> .....	<b>129, 246</b>
<b>Michol Ghezzeo</b> .....	<b>230</b>
<b>Miguel Ángel Moriñigo</b> .....	<b>175</b>
<b>Miguel González-Cardoso</b> .....	<b>258</b>
<b>Miguel Jover Cerda</b> .....	<b>167</b>
<b>Miguel Torres</b> .....	<b>34, 171, 266</b>
<b>Milagros Galisteo</b> .....	<b>131, 246</b>
<b>Milagrosa Oliva</b> .....	<b>266</b>
<b>Miriam Muñoz Martínez</b> .....	<b>183</b>
<b>Miriam Ruiz-Nieto</b> .....	<b>36</b>
<b>Mónica Sánchez-Pastor Bravo</b> .....	<b>171</b>
<b>Montse Pérez</b> .....	<b>280, 282</b>
<b>Natalia Villamizar-Villamizar</b> .....	<b>189</b>
<b>Nathalie Korbee</b> .....	<b>218, 298</b>
<b>Nereida M. Rancel-Rodríguez</b> .....	<b>202, 208</b>
<b>Nicolás Alberto Rodríguez Ruiz</b> .....	<b>122</b>
<b>O. Pérez-Gómez</b> .....	<b>288, 290, 292</b>
<b>P. Seane</b> .....	<b>290</b>
<b>Pablo A. Lara-Martín</b> .....	<b>232</b>
<b>Pablo Montoro Leal</b> .....	<b>84</b>
<b>Pablo Muñoz López</b> .....	<b>107, 302</b>
<b>Pablo Saenz-Arias</b> .....	<b>86</b>
<b>Pablo Sanchez-Jerez</b> .....	<b>187</b>
<b>Pascual Álvarez Carmona</b> .....	<b>296</b>
<b>Patricia del Rocío Gómez Villegas</b> .....	<b>131</b>
<b>Paula Celis-Plá</b> .....	<b>218</b>
<b>Paula Simó-Mirabet</b> .....	<b>40, 165, 175</b>
<b>Paula Warren-Jiménez</b> .....	<b>36, 194</b>
<b>Pedro A. Alvares</b> .....	<b>129, 246</b>
<b>Pedro Antonio González Moreno</b> .....	<b>272</b>
<b>Pedro Javier Magaña Redondo</b> .....	<b>111</b>
<b>Pedro Luis Belmonte Carrillo</b> .....	<b>116, 236</b>
<b>Pedro Sánchez Castillo</b> .....	<b>262, 276</b>
<b>Penélope Taira Dantas Suárez</b> .....	<b>216</b>
<b>R. Jiménez</b> .....	<b>60</b>
<b>R. Tollardo</b> .....	<b>60</b>
<b>Rafael Pérez-López</b> .....	<b>198, 206</b>
<b>Rafael Pimentel Leiva</b> .....	<b>111</b>

Ramón Damián Morejón-Arrojo .....	260
Ranilson de Souza Bezerra.....	264
Raquel Carmona.....	99, 220, 234
Raquel De La Cruz-Modino .....	28
Raúl Baños .....	146
Raúl Huertas.....	206
Raúl Laiz-Carrión .....	282
Raúl Ortiz .....	133, 135
Ricardo Bermejo.....	218
Ricardo Bermejo Lacida .....	298
Richard P. Stumpf .....	32
Robert Mukiibi .....	191
Rocío Blanca-Sújar.....	214
Rocío Rodríguez-Barroso .....	82
Rosa Durán.....	133
Rosa María León Bañares .....	131
Rosario Martínez .....	129, 246
Rosario Martínez Martínez .....	131, 262
Rossally Pérez-Aguila.....	200
Rubén López Pastor.....	150
Rubén Olivares-Perona .....	167
Rubén Ríos-Quintero .....	232
Ruperto Bermejo Román .....	298
S. Arijó Andrade .....	292
S. Kichouh-Aiadi .....	210
S. Roca-Fernández .....	290
S. Rohra Benítez .....	292
S.T. Tapia Paniagua .....	288, 290, 292
Sabrina Clemente Martín.....	44, 74, 212
Saeko Gaitán .....	189
Salvador García Barcelona.....	101
Sánchez-Ruiz, D. ....	179
Sandra de Castro .....	181
Sandra Paola Viaña-Borja .....	32
Sandra Valero Cardoso .....	163
Sara Barrancos .....	202
Sara Flores .....	256, 258
Sara Raposo .....	131
Sara-Cruz-Botto .....	189
Sergio Díaz Elbal.....	30
Sergio López Martínez .....	226
Seyed Mohammad Sadeghi-Nassaj .....	214
Silke Martínez-Moreno .....	214
Silvia Bolado .....	250

<i>Silvia Fernández-Reguero</i> .....	93
<i>Silvia Martínez-Llorens</i> .....	167, 169, 173, 268
<i>Silvia Villaró Cos</i> .....	159, 161, 163, 274, 294
<i>Simone Sammartino</i> .....	107, 230, 302
<i>Sofía Rodríguez-Gómez</i> .....	36
<i>Soledad Hidalgo Mota</i> .....	222
<i>Soledad Solana Rubio</i> .....	126
<i>Sonia Fernández Martí</i> .....	74
<i>Sophia Ouaiassa</i> .....	90
<i>Stephen D. McCormick</i> .....	40
<i>Susana Carpintero Lozano</i> .....	242, 244
<i>T. Francisco Martínez Moya</i> .....	270
<i>Tatiana Cascales Martos</i> .....	169, 268
<i>Teresa Conejo-Orosa</i> .....	36
<i>Teresa Gil</i> .....	36
<i>Teresa Pérez-Sánchez</i> .....	280, 282
<i>Teresa Porta-Fitó</i> .....	72
<i>Tomás Lafarga</i> .....	159, 161, 163, 250, 274, 294
<i>Triana Revanales</i> .....	78
<i>Vanessa Aranda-Quirós</i> .....	82
<i>Verónica de las Heras</i> .....	175, 256, 258
<i>Verónica de las Heras Rodríguez</i> .....	165
<i>Victoria Fernandez-Gonzalez</i> .....	187
<i>Viktor Isanbaev</i> .....	146
<i>Yolanda Soriano-Jerez</i> .....	254
<i>Yosu Candela Maldonado</i> .....	173
<i>Zenaida M. Navarro-Martínez</i> .....	200
<i>Zoltán Varga</i> .....	105



## Organizan



UNIVERSIDAD  
DE ALMERÍA



## Patrocinan



**PTaqua**  
Feeding Global Aquaculture



**CÁTEDRA CAJAMAR  
DE BIOECONOMÍA**  
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



**ctaqua**  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DE LA ACUICULTURA



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Universidad  
de Huelva



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



**UCA**

Universidad  
de Cádiz

