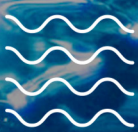




I Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar

LIBRO DE RESÚMENES



Donde convergen océanos de ideas

Cádiz, del 3 al 5 de octubre de 2018

I Congreso Jóvenes Investigadores del Mar. Libro de Resúmenes- Universidad de Cádiz, 2018
514 pp.
IBIC: PSPM

I Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar. Libro de resúmenes- Universidad de Cádiz, 2018

Editado por: Moreno-Andrés, Javier; Bolado-Penagos, Marina; Sánchez-García, Fini; Jerez-Cepa, Ismael; Simón-Díaz, Marisol; Pérez-Miguel, Marta; Garrido, Carmen; González-Gordillo, J. Ignacio

Diseñado por: Lucía Trinidad Figueredo Fernández

ISBN: 978-84-09-05170-0

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.



I Congreso de Jóvenes
Investigadores del Mar

I Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar

Del 3 al 5 de octubre de 2018 - Cádiz

Presentación

El primer Congreso de Jóvenes Investigadores (JIs) del Mar surge con el fin de crear un espacio de encuentro donde dar a conocer los trabajos de investigación que se están desarrollando en los distintos organismos y centros I+D+i marinos.

Entre los objetivos planteados se propuso:

- Fomentar y dinamizar la presentación de trabajos científicos realizados por las nuevas generaciones de investigadores en el ámbito del mar.
- Promover la interdisciplinariedad entre los JIs que llevan a cabo su trabajo en diferentes centros de investigación tanto públicos como del sector privado.
- Establecer cooperaciones entre los JIs: conocer y potenciar sinergias en investigación marina.

El I Congreso JIs del Mar cuenta con la participación de un total de 160 Jóvenes Investigadores, en su mayoría pertenecientes a universidades y centros de investigación con sede en Andalucía, así como de universidades y centros de investigación nacionales e internacionales.

El Congreso se ha dividido en las 5 grandes áreas temáticas que coinciden con las establecidas por el Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), y en las cuales se ha estructurado el presente libro de resúmenes: El conocimiento del mar, La gestión integrada del mar, El mar como fuente de recursos, Las ingenierías y el mar, El valor cultural el mar. También se ha potenciado la nueva gran área que es La salud y el mar.

Se presentan en este libro de resúmenes todas las *Flash-Talk* y comunicaciones en formato póster presentadas en el Congreso. También las charlas inaugurales y de cierre ofrecidas por el Dr. Andrés Cozar y el Dr. Ricardo Sánchez Leal; a los cuales queremos agradecer su disposición para este fin. De la misma manera, se han incorporado las “charlas JIs”, que serán presentadas por jóvenes doctores en el ámbito marino. Gracias por vuestra participación.

Por otra parte, cabe destacar la realización de dos mesas transversales en las que se abordarán aspectos relacionados con el trabajo en el medio marino desde otros puntos de vista y más allá del carácter científico. La transferencia de conocimiento a través de la participación de empresas (Ctaqua, Naturix, LifeBioencapsulation, 1d3milhistorias) y cátedras universitarias (cátedra Verinsur y Veterinaria), o el papel de la mujer en la Ciencia, con la participación de científicas en distintas etapas de la carrera investigadora, serán final de este I Congreso de JIs del mar. Gracias a todos.

Sin alargar más esta pequeña contextualización inicial, os queremos trasladar desde el comité organizador nuestra más sincera bienvenida al I Congreso JIs del mar y deseamos que disfrutéis desde el punto de vista científico y social. Agradecer a las instituciones que han respaldado la organización de este Congreso: El Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), CEI·MAR y la Universidad de Cádiz de la mano de D. Ignacio González-Gordillo, Dña. Carmen Garrido y D. Juan José Vergara. También a todos los patrocinadores que han ayudado al desarrollo del Congreso.

Por último, destacar que este Congreso ha nacido de la iniciativa de jóvenes investigadores pertenecientes a distintas ramas de conocimiento en el ámbito, con el fin de unificar todas ellas y converger en futuros proyectos. Por ello, esperamos que sea una actividad interesante y a la vez productiva para todo aquel que quiera saber más de nuestro océano, el gran desconocido.

Recibid un cordial saludo,
Comité Organizador JIs del Mar.

Instituciones Organizadoras

Campus de Excelencia Internacional del Mar. (CEI·MAR)

Instituto Universitario de Investigación Marina. (INMAR)

Universidad de Cádiz

Comité organizador

Presidencia: Javier Moreno Andrés. Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Cádiz

Secretaría: Marina Bolado Penagos. Dpto. Física Aplicada. Universidad de Cádiz

Ismael Jerez Cepa. Dpto. de Biología. Universidad de Cádiz

Josefina Sánchez García. Dpto. Ing. Química y Tecn. de Alimentos. Universidad de Cádiz

Marisol Simón Díaz. Dpto. Biología Marina y Acuicultura. ICMAN-CSIC

Marta Pérez Miguel. Dpto. Ecología y Gestión Costera. ICMAN-CSIC

Carmen Garrido Pérez. Secretaría del INMAR. Universidad de Cádiz

Comité de honor

Presidencia: Dr. Eduardo González Mazo. Presidente de la Fundación CEI·MAR y Rector Mag. de la Universidad de Cádiz

Vicepresidencia: Dr. Juan José Vergara. Coordinador General del CEI·MAR

Dr. Ignacio González Gordillo. Director del INMAR. Universidad de Cádiz

Dr. Francisco Moyano. Coordinador del CEI·MAR en la Universidad de Almería

Dr. Jesús Banqueri. Coordinador del CEI·MAR en la Universidad de Granada

Dr. Julián Blasco. Director del Inst. de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC)

Dra. Catalina Fernández Díaz. Coordinadora del CEI·MAR en el IFAPA (CEI·MAR)

Dra. M^a Paz Jiménez Gómez. Directora del Centro Oceanográfico de Cádiz (IEO)

Dr. Jesús Díaz. Coordinador Universidad de Huelva CEI·MAR

Dr. Enrique Moreno Ostos. Coordinador del CEI·MAR en la Universidad de Málaga

Dr. Fidel Echevarría. Director EIDEMAR, Escuela Internacional de Doctorado en Estudios del Mar

Comité científico

Presidencia: Dr. Enrique García Luque. Universidad de Cádiz

Dra. Ana Bartual. Universidad de Cádiz

Dr. Alfredo Izquierdo. Universidad de Cádiz

Dra. Laura Martín. Universidad de Cádiz

Dra. Miriam Hampel. Universidad de Cádiz.

Dr. Manuel Manzano. Universidad de Cádiz

Dra. Eva García Isarch. IEO

Dra. Cristina Naranjo Rosa. Universidad de Málaga

Dr. Luis Miguel Fernández Salas. IEO

Dr. J. Manuel Tierno de Figueroa. Universidad de Granada

Dr. Ismael Cross. Universidad de Cádiz

Dra. Ana Roldán. Universidad de Cádiz

Dr. Enrique González Ortega. ICMAN - CSIC

Dra. María Isabel Sáez Casado. Universidad de Almería

Dr. Theocharis Plomaritis. Universidade do Algarve

Dra. María Altamirano. Universidad de Málaga

Dr. Gabriel Navarro. ICMAN - CSIC

Dr. César Vilas. IFAPA "El Toruño" - Cádiz

Dr. Miguel Suffo. Universidad de Cádiz

Dr. Felipe Cerezo. Universidad de Cádiz

Dr. Ignacio Ruiz-Jarabo. Universidad de Cádiz

Dra. María Dolores Basallote. Universidad de Huelva

Dr. Marcelino Herrera. IFAPA "Agua del Pino" - Huelva

Dra. María Clavero Gilabert. Universidad de Granada

Dra. Carmen Ana Pardo Barrionuevo. Universidad de Almería

Dr. Antonio Jesús Vizcaíno. Universidad de Almería

Dr. Pablo A. Lara. Universidad de Cádiz

Dra. Remedios Cabrera. Universidad de Cádiz

Dra. María de Andrés García. Universidad de Cádiz

Dr. José Luis Varela Fuentes. Universidad de Cádiz

Entidades organizadoras



Patrocinadores / Colaboradores

CÁTEDRA DE
VETERINARIA



UCA

Universidad
de Cádiz



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL
VETERINARIOS DE CÁDIZ

ctaqua

CENTRO TECNOLÓGICO
DE LA ACUICULTURA

ICMAN

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

IFAPA

Instituto de Investigación y
Formación Agraria y Pesquera

Cátedra

de investigación
y tecnología
ambiental

Verinsur

Gestión integral de residuos

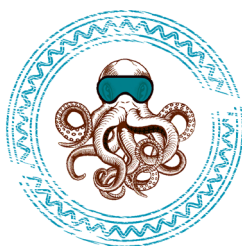


UCA

Universidad
de Cádiz



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
ACUICULTURA



NATURE EXPLORER

biofoto - Zaira de la Cruz



NATURIX

El Majuelo
Desde 1864



FLOR DE
GARUM



INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA 1914



103
MIL
HISTORIAS

Tabla de contenido

1. Plenarias

1.1. Plenaria inaugural

| | |
|---|----|
| DIEZ MENSAJES PARA ENTENDER EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR PLÁSTICOS..... | 29 |
|---|----|

1.2. Plenarias

| | |
|---|----|
| WHY IS THE RISK OF CONTAMINANTS GENERALLY RELATED TO TOXICITY? IF ORGANISMS ESCAPE FROM CONTAMINATION, SHOULD THE ENVIRONMENTAL RISK BE REDUCED?..... | 30 |
| LINGOTES DE COBRE DEL PECIO ARAPAL (SANCTI-PETRI, CÁDIZ). ANÁLISIS ARQUEOMETALÚRGICO Y ARQUEOMÉTRICO DE LOS METALES DEL SW IBÉRICO | 31 |
| EL LITORAL ESPAÑOL COMO UN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO. ÁREAS URBANAS Y ECOSISTEMAS COSTEROS MARINOS | 33 |
| EFFECTOS DE LA ENTRADA DE AGUA DULCE EN LA COMUNIDAD NECTÓNICA DEL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR | 35 |
| TRATAMIENTO DE AGUAS MARINAS: EFECTOS PARALELOS DERIVADOS DE UNA CORRECTA DESINFECCIÓN | 37 |
| MONITORIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES TERMOHALINAS DEL FLUJO DE AGUA MEDITERRÁNEA A TRAVÉS DE GIBRALTAR EN LOS ÚLTIMOS TRECE AÑOS | 39 |
| EL PROGRAMA COPÉRNICO EN ESTUDIOS DE OCEANOGRAFÍA | 42 |
| LA REVOLUCIÓN AZUL, UN DOBLE DESAFÍO NUTRICIONAL | 43 |
| EL CARIBE EN EL SISTEMA ATLÁNTICO MODERNO: SU DEFENSA Y REPRESENTACIÓN COMO FRONTERA IMPERIAL | 44 |
| COASTAL HAZARD AND RISKS IN THE EUROPEAN COASTS: HISTORICAL, ACTUAL AND CLIMATE CHANGE IMPLICATIONS | 45 |
| SALUD Y MAR. BENEFICIOS Y RIESGOS | 46 |
| NUEVOS RETOS PARA LA PESCA EN EUROPA. HACIA UN FUTURO CON CERO DESCARTES | 47 |
| PIENSOS INNOVADORES PARA LA ACUICULTURA DEL FUTURO | 48 |

1.3. Plenaria de clausura

| | |
|--|----|
| LA GEOGRAFÍA OCULTA DEL GOLFO DE CÁDIZ | 49 |
|--|----|

2. Flash-talks

2.1. El conocimiento del mar

| | |
|--|----|
| VALIDATION OF SENTINEL-3A SRAL SEA LEVEL DATA IN THE SPANISH COAST | 55 |
| ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA: UNA TÉCNICA, MUCHAS APLICACIONES | 57 |
| INDICATORS OF GOOD ENVIRONMENTAL STATUS IN FISH COMMUNITIES AT INFRA-LITORAL ROCKY BOTTOMS | 59 |
| ESTUDIO DE PATRONES DE CIRCULACIÓN EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR A PARTIR DE BOYAS LAGRANGIANAS | 60 |
| MEZCLA DIAPICNA EN EL AFLORAMIENTO DE CABO GHIR: DOBLE DIFUSIÓN Y CIZALLA VERTICAL | 63 |
| SAHARAN DUST INPUTS AND HIGH UVR LEVELS JOINTLY ALTER THE METABOLIC BALANCE OF MARINE OLIGOTROPHIC ECOSYSTEMS | 65 |
| TRANSCRIPTOMIC PROFILE OF <i>RUDITAPES PHILIPPINARUM</i> AFTER EXPOSURE TO CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN..... | 66 |
| TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES GNSS PARA DETERMINAR MODELOS DE DEFORMACIÓN TECTÓNICA EN COLOMBIA..... | 68 |
| CHARACTERIZATION OF ZOOXANTHELLAE LIVING IN SYMBIOSIS WITH THE JELLYFISH <i>COTYLORHIZA TUBERCULATA</i> | 71 |
| MACROFAUNA ASOCIADA AL ALGA INVASORA <i>ASPARAGOPSIS TAXIFORMIS</i> (DELILE) TREVISAN, Y COMPARACIÓN CON LA NATIVA <i>HALOPTERIS SCOPARIA</i> (L.) SAUVAGEAU | 72 |
| INFLUENCIA DEL PH SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICIÓN DE LA BIOMASA EN LA CIANOBACTERIA <i>SPIRULINA (ARTHROSPIRA) PLATENSIS</i> | 75 |
| CARACTERIZACIÓN Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE MICROORGANISMOS HALÓFILOS DE LAS SALINAS DEL ODIEL, HUELVA..... | 78 |
| MICROPHYTOBENTHIC PRIMARY PRODUCTION, BIOMASS AND NUTRIENT AVAILABILITY IN THE INTERTIDAL SEDIMENTS OF CÁDIZ BAY | 80 |
| PROTECCIÓN DE LA COSTA EN EL CALLAO EN EL SIGLO XVII Y XVIII: ¿LOS PRIMEROS ESPIGONES EN AMÉRICA DEL SUR? | 81 |
| STUDY OF THE PHYSICAL-CHEMICAL ANOMALIES OVER THE MAIN CRATER OF TAGORO SUBMARINE VOLCANO, EL HIERRO ISLAND..... | 84 |
| SHORT-TERM TEMPERATURE INCREASES HAVE NEGATIVE CONSEQUENCES IN THE MEDITERRANEAN SEAGRASS <i>POSIDONIA OCEANICA</i> : DIRECT EFFECTS AND INTERACTION WITH AMMONIUM PULSES..... | 87 |
| ¿CUÁLES SON LAS TEMPERATURAS Y SALINIDADES ÓPTIMAS PARA EL DESARROLLO LARVAL DEL CANGREJO PARÁSITO <i>AFROPINNOTHERES MONODI</i> ? | 89 |

| | |
|---|-----|
| THE IMPACT OF HIGH CO ₂ AND LOW PH ON THE ORGANIC CARBON CHARACTERIZATION | 92 |
| DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE LAS COMUNIDADES SÉSILES DE LA CUEVA SUBMARINA DEL CERRO-GORDO | 94 |
| ANÁLISIS DE LA DINÁMICA Y SINGULARIDAD DEL CABO TRAFALGAR MEDIANTE IMÁGENES SATÉLITE Y MODELOS NUMÉRICOS | 98 |
| MACROALGAS “CUASI” TERRESTRES: ECOFISIOLOGÍA DE RODOFÍCEAS ESTUÁRICAS INTERMAREALES | 100 |
| INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL A PEQUEÑA ESCALA EN LA OPTIMIZACIÓN DEL NÚMERO DE RÉPLICAS EN MUESTREOS BENTÓNICOS | 103 |
| BEHAVIOUR AND TOXICITY OF POLYSTYRENE NANOPLASTICS TO MARINE MICROALGA..... | 106 |
| IRON SPECIATION ANALYSIS IN CYANOBACTERIA CULTURE | 109 |

2.2. La gestión integrada del mar

| | |
|---|-----|
| TRANSPORT AND MOBILITY OF TOXIC ELEMENTS ALONG AN AMD AFFECTED ESTUARY (RIA OF HUELVA, SW SPAIN) | 113 |
| ORDENACIÓN DEL ESPACIO MARÍTIMO EN ESPAÑA EXPERIENCIAS PILOTO Y COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA | 115 |
| POLIQUETOS COMO GRUPO CLAVE PARA MONITORIZAR CONTAMINANTES EN PUERTOS DEPORTIVOS. SALVATORIA CLAVATA COMO MODELO DE ESTUDIO | 118 |
| LA VUELTA AL MUNDO EN 69 ESPECIES. ESTUDIO ECOLÓGICO, APROXIMACIÓN FILOGENÉTICA Y RECONSTRUCCIÓN FILOGEOGRÁFICA DE LA FAMILIA DENDRODORIDIDAE (MOLLUSCA: GASTROPODA: HETEROBRANCHIA: NUDIBRANCHIA)..... | 121 |
| MICRO-EXTRACCIÓN DE CONTAMINANTES METÁLICOS PRIORITARIOS Y EMERGENTES (Cd, Ag, Pd) EN AGUAS MARINAS MEDIANTE BARRAS DE DISOLVENTE BASADAS EN LÍQUIDOS IÓNICOS | 124 |
| EVALUACIÓN DE 67 PLAYAS EN ECUADOR CONTINENTAL Y GALAPAGOS DESDE UN ENFOQUE PAISAJÍSTICO..... | 126 |
| LA GESTIÓN INTEGRADA DEL CONTROL DE LAS FRONTERAS EXTERIORES DE LA UNIÓN EUROPEA. LA GUARDIA EUROPEA DE FRONTERAS Y COSTAS ANTE LAS CRISIS HUMANITARIAS | 128 |
| ANÁLISIS PROPOSITIVO DE LA GESTIÓN DE UN SOCIOECOSISTEMA COMPLEJO TRANSFRONTERIZO: EL ESTUARIO DEL RÍO GUADIANA | 131 |
| ¿EXISTEN PLANARIAS MARINAS (PLATYHELMINTHES: POLYCLADIDA) EN CÁDIZ? ¡GIRA LAS ROCAS DE NUESTRAS COSTAS Y LAS ENCONTRARÁS! | 134 |
| EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL ESPACIO MARÍTIMO EN EL IMPULSO A LA ENERGÍA AZUL EN EL MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA | 137 |

| | |
|---|-----|
| LA INTERRELACIÓN DE REGÍMENES JURÍDICOS Y LA COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS Y TERRITORIALES | 140 |
| INTEGRATED COASTAL AND OCEAN MANAGEMENT OF AREAS HOSTING CETACEANS: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE STRAIT OF GIBRALTAR AND THE SALISH SEA | 143 |
| COOPERACIÓN HISPANO-MARROQUÍ EN MATERIA DE SEGURIDAD MARÍTIMA, ESPECIAL REFERENCIA A LA COORDINACIÓN CONJUNTA SAR | 145 |
| PRÁCTICAS, DISCURSOS Y APROPIACIONES EN SOCIEDADES LITORALES ESTUARIO DEL RÍO MAULLÍN – REGIÓN DE LOS LAGOS – CHILE Y ESTUARIO DEL RÍO GUADALQUIVIR – PROVINCIA DE SEVILLA – ESPAÑA | 146 |
| CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS Y EMISIONES DE ESCAPE DEL TRÁFICO MUNDIAL DE BUQUES CRUCEROS A PARTIR DE DATOS AIS | 148 |
| PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS MARINOS EN EL OCÉANO GLOBAL | 149 |

2.3. El mar como fuente de recursos

| | |
|--|-----|
| SURRÓN: SUPERVIVENCIA DEL TIBURÓN..... | 155 |
| EVALUATION OF MICROALGAE BIOMASS OF <i>NANNOCHLOROPSIS GADITANA</i> , <i>PYROCYSTIS LUNULA</i> AND <i>ARTHROSPIRA PLATENSIS</i> AS A POTENTIAL SOURCE OF SUGARS AND POLYALCOHOLS, IN THE CONTEXT OF THE “CIRCULAR ECONOMY” | 158 |
| ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE <i>RHODOTORULA MUCILAGINOSA</i> EN PIENSOS PARA JUVENILES DE DORADA (<i>SPARUS AURATA</i>) | 160 |
| ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y DE LA FUNCIÓN INTESTINAL EN JUVENILES DE LENGUADO SENEGALÉS ALIMENTADOS CON PIENSOS SUPLEMENTADOS CON LA MACROALGA <i>ULVA OHNOI</i> | 162 |
| SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF ZOOPLANKTON COMMUNITY STRUCTURE IN THE GULF OF CADIZ (SW SPAIN) | 165 |
| ESTRÉS Y DIVERSIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA: CONTRIBUCIÓN AL CULTIVO DEL BESUGO <i>PAGELLUS BOGARAVEO</i> | 167 |
| APLICACIONES EN ACUICULTURA DE UNA MICROALGA EXTREMÓFILA..... | 170 |
| INCLUSIÓN DE ESPIRULINA EN PIENSOS DE PRIMERA EDAD PARA DORADA: EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO, LAS ENZIMAS DIGESTIVAS Y LA MUCOSA INTESTINAL | 173 |
| SELECCIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES COMO INHIBIDORES DE BACTERIAS PATÓGENAS DE PECES Y UTILIZACIÓN EN ACUICULTURA..... | 175 |
| LA SEDACIÓN COMO ALTERNATIVA A LA REDUCCIÓN DEL ESTRÉS EN EL TRANSPORTE DE PECES DE CULTIVO..... | 177 |

| | |
|---|-----|
| INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA COLORACIÓN DE <i>GRACILARIOPSIS LONGISSIMA</i> (RHODOPHYTA) Y SUS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES | 180 |
| EL ADITIVO “RELAX-FISH” MODULA EL EFECTO DE LA DENSIDAD DE CULTIVO SOBRE EL METABOLISMO DE LA DORADA (<i>SPARUS AURATA</i>) | 183 |
| MODELANDO LOS EFECTOS AMBIENTALES EN LOS PRIMEROS ESTADIOS DE DOS ESPECIES CONGÉNERES <i>DICENTRARCHUS PUNCTATUS</i> Y <i>DICENTRARCHUS</i> <i>LABRAX</i> EN EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR | 186 |
| LOCALIZACIÓN BIOINFORMÁTICA DE MIRNAS POTENCIALES EN EL GENOMA DEL LENGUADO SENEGALÉS (<i>SOLEA SENEGALENSIS</i> , KAUP 1858) | 189 |
| INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA FRESCURA DE LA LECHUGA DE MAR (<i>ULVA LAMINAR SP.</i>) RECOLECTADA EN LOS ESTEROS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ | 192 |
| ¿CLIMA O PESCA? UNA APROXIMACIÓN SIMULADA PARA ESTUDIAR LA DISMINUCIÓN DE LA ABUNDANCIA DEL VORAZ (<i>PAGELLUS BOGARAVEO</i>) EN EL ESTRECHO GIBRALTAR | 196 |
| FACTORES DE CRECIMIENTO IMPLICADOS EN LA REGULACIÓN DE LAS ETAPAS TEMPRANAS DE LA GAMETOGENESIS EN PECES | 199 |
| DIETA DEL ATÚN ROJO (<i>THUNNUS THYNNUS</i>) EN LAS ISLAS CANARIAS | 201 |
| OBTENCIÓN DE LINEAS CELULARES MONOCLONALES EMBRIONARIAS DE DORADA (<i>SPARUS AURATA</i>) COMO NUEVO MODELO EXPERIMENTAL PARA ESTUDIOS <i>INVITRO</i> | 204 |

2.4. El valor cultural del mar

| | |
|---|-----|
| SAN MARTIN: REFLEJO DE UNA REALIDAD HISTORICA | 209 |
| ESTUDIO PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO MARÍTIMO-PESQUERO: EL CASO DEL REAL DE LA ALMADRABA DE NUEVA UMBRÍA | 211 |
| ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES DEL PLOMO DE UN CEPO DE ANCLA ROMANA DEPOSITADA EN EL MUSEO DE CÁDIZ | 214 |
| LOS PUERTOS NATURALES FENICIOS DE <i>GADIR</i> , <i>MOTYAY SULCIS</i> . UN ESTUDIO COMPARADO: VALORACIÓN Y PUESTA AL DÍA | 218 |
| INFRAESTRUCTURAS PORTUARIAS Y ZONAS DE ATRAQUE NATURAL EN EL CONTEXTO DE TOSCANOS Y EL PALEOESTUARIO DEL BAJO VÉLEZ | 220 |
| INTERCAMBIOS ICONOGRÁFICOS POR EL ATLÁNTICO A TRAVÉS DE LA OBRA DEL PINTOR BARROCO NOVOHISPANO PEDRO LÓPEZ CALDERÓN | 223 |
| LAS COLECCIONES HISTÓRICAS DE INSTRUMENTOS CIENTIFICO-MARÍTIMOS. RECUPERACIÓN Y MUSEOLOGÍA | 225 |

| | |
|--|-----|
| RESTAURACIÓN DE LAS PIEZAS DE JOYERÍA DEL PECIO ANCLA MACUCA (PARQUE NATURAL ARRECIFE ALACRANES, YUCATÁN, MÉXICO) | 227 |
| EL ARTE DE PESCAR PALABRAS. TERMINOLOGÍA MARINERA GADITANA | 229 |
| EL INSTRUMENTAL PESQUERO DE ÉPOCA ANTIGUA EN SU CONTEXTO. CATEGORIZACIÓN DE SUS AMBIENTES ARQUEOLÓGICOS..... | 232 |

2.5. Las ingenierías y el mar

| | |
|---|-----|
| COMPARISON OF DIFFERENT MEMBRANE DISTILLATION CONFIGURATIONS FOR SALINE WATER DESALINATION | 237 |
| FICOTRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PEQUEÑOS MUNICIPIOS CON MICROALGAS..... | 240 |
| EFFECTO DE LA SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR EN LA ESTABILIDAD Y REBASE DE LOS DIQUES DE ABRIGO | 243 |
| EVALUACIÓN TECNO-ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE MICROALGAS Y SU BIOREFINERÍA..... | 246 |

2.6. Mar y salud

| | |
|--|-----|
| ESTUDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COSTA DE ALICANTE (SURESTE DE ESPAÑA)..... | 251 |
| CAPACIDAD INMUNOMODULADORA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE POLISACÁRIDOS ÁCIDOS DE <i>LAMINARIA OCHROLEUCA</i> , <i>PORPHYRA UMBILICALIS</i> Y <i>GELIDIUM CORNEUM</i> | 254 |
| CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LAS OSTRAS DEL LITORAL ATLÁNTICO ANDALUZ Y SUS PATOLOGÍAS..... | 257 |
| ESTUDIO DEL VECTOR DE EXPRESIÓN MICROALGAL POLICISTRÓNICO PHYCO 69 | 259 |
| OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES C50 EN <i>HALOFERAX MEDITERRANEI</i> | 261 |

3. Pósters

3.1. El conocimiento del mar

| | |
|--|-----|
| REVISIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES ESPAÑOLAS DE CANGREJOS ERMITAÑOS Y SUS RELACIONES FILOGENÉTICAS | 269 |
| OSMOREGULATORY ROLE OF THE GUT IN THE SEA LAMPREY (<i>PETROMYZON MARINUS</i>) | 272 |
| DISTRIBUCIÓN DE GASES INVERNADERO EN DOS SISTEMAS COSTEROS DEL PARQUE NATURAL BAHÍA DE CÁDIZ | 275 |
| CAPACIDAD OSMORREGULADORA DE DOS DECÁPODOS DE MANGLAR Y SU DISTRIBUCIÓN EN UN ESTUARIO TROPICAL | 278 |
| INFLUENCIA DE LA RESOLUCIÓN ATMOSFÉRICA EN LA VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA CIRCULACIÓN DEL MAR TIRRENO A PARTIR DE UN CONJUNTO DE SIMULACIONES HINDCAST (1997 – 2008) | 280 |
| EFFECTOS DE LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA Y LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICA EN EL METABOLISMO DE CARBONO Y FLUJOS DE CARBONO ORGÁNICO DISUELTO (COD) EN FANERÓGAMAS MARINAS | 282 |
| EVIDENCIA DE UNA FUSIÓN ROBERTSONIANA EN <i>SOLEA SENEGALENSIS</i> (KAUP, 1858) MEDIANTE ZOO-FISHY ANÁLISIS DE GENÓMICA COMPARATIVA | 285 |
| ESTUDIO DE LA POBLACIÓN MICROBIANA DE LAS SALINAS DEL ODIEL MEDIANTE MÉTODOS INDEPENDIENTES DE CULTIVO | 287 |
| ILLUSTRATED KEY FOR THE IDENTIFICATION OF PORCELAIN MEGALOPAE FROM CHILEAN WATERS | 289 |
| ¿QUÉ COMPORTAMIENTO PRESENTA EL GOLFO DE CÁDIZ FRENTE AL CO ₂ ? | 291 |
| INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FOLIARES, LA HIDRODINÁMICA Y EL CAMBIO GLOBAL EN LAS INTERACCIONES ENTRE ANGIOSPERMAS MARINAS Y SUS CONSUMIDORES | 294 |
| NUEVAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DEL MEDIO MARINO: HACIA UNA METODOLOGÍA ESTANDARIZADA PARA MONITORIZAR Y EVALUAR LA DIVERSIDAD DE MACROFAUNA ASOCIADA | 297 |
| METODOLOGÍA PARA LA CORRECCIÓN DE SALTOS EN LOS REGISTROS DE NIVEL DEL MAR: UNA APLICACIÓN A LAS ISLAS DECEPCIÓN Y LIVINGSTON (ANTÁRTIDA) | 299 |
| TROPHIC RELATIONSHIP BETWEEN THE HUILLÍN (<i>LONTRA PROVOCAX</i>) AND THE MINK (<i>NEOVISON VISON</i>) | 302 |
| CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE TAMAÑOS DEL FITOPLANCTON A LO LARGO DE UN GRADIENTE PLATAFORMA-TALUD EN EL GOLFO DE CÁDIZ (CABO SANTA MARÍA, Portugal) | 303 |

| | |
|---|-----|
| CRUSTÁCEOS DECAÓPODOS DE FONDOS BLANDOS CIRCALITORALES DE LA BAHÍA DE MÁLAGA | 305 |
| LOS CANGREJOS DE LAS AGUAS PROFUNDAS DE MOZAMBIQUE (DECAPODA, PLEOCYEMATA, BRACHYURA) | 308 |
| PHYSICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES TO THE SOUTHERN ANNULAR MODE EVENTS IN THE PACIFIC CENTRAL BASIN OF SOUTHERN OCEAN | 310 |
| FIRST DEMOGRAPHIC DATA OF THE RED CORAL (<i>CORALLIUM RUBRUM</i>) IN SOUTHERN MEDITERRANEAN | 313 |
| NEW RECORD OF <i>PSEUDODIAPTOMUS MARINUS</i> (SATO, 1913) FROM GUADALQUIVIR ESTUARY (GULF OF CADIZ, SW SPAIN) | 316 |
| SAILING FOR SCIENCE..... | 317 |
| APPLICATION OF A CATCHMENT MODEL TO DETERMINE THE IMPACT OF FUTURE CHANGES IN LAND USE DUE TO GLOBAL WARMING. CASE STUDY: GUADALQUIVIR RIVER BASIN..... | 318 |
| MODELOS DE DEFORMACIÓN 3D EN ENTORNOS VOLCÁNICOS MARINOS | 319 |
| DESCRIPCIÓN ESPACIAL DE LAS ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DE LA COMUNIDAD INTERMAREAL DEL PUERTO DE CEUTA | 321 |
| CLIMATE CHANGE IN THE NORTH ATLANTIC AND ITS IMPACT IN THE CANARY CURRENT UPWELLING SYSTEM | 324 |
| EFFECTOS INDIVIDUALES E INTERACCIÓN ENTRE pCO_2 Y pH EN LA CALCIFICACIÓN DEL COCOLITOFÓRIDO <i>EMILIANA HUXLEYI</i> EN DISTINTOS ESCENARIOS DE CAMBIO GLOBAL: RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y VARIABILIDAD MORFOMÉTRICA DE COCOLITOS Y COCOESFERAS..... | 325 |

3.2. La gestión integrada del mar

| | |
|---|-----|
| ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA PESQUERÍA DEL CERCO EN EL GOLFO DE CÁDIZ | 331 |
| UNA SÍNTESES DE LA EVOLUCIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE MANEJO COSTERO INTEGRADO EN AMÉRICA CENTRAL | 333 |
| ESTIMACIÓN DE CARGAS DE NUTRIENTES POR AVES ACUÁTICAS EN LAS LAGUNAS COSTERAS DEL PARAJE NATURAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO GUADALHORCE (MÁLAGA)..... | 335 |
| OCURRENCIA Y EFECTO DE ANTIMICROBIANOS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS | 338 |
| EL GÉNERO <i>DENDRODORIS</i> (MOLLUSCA: GASTROPODA: HETEROBRANCHIA: NUDIBRANCHIA) AL DESNUDO. ¿ES EL PATRÓN CROMÁTICO DE LAS ESPECIES DEL MAR MEDITERRÁNEO UN CARÁCTER VÁLIDO PARA SU IDENTIFICACIÓN? | 340 |

| | |
|--|-----|
| OPTIMIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE ALGUCIDAS MEDIANTE GC-MS/MS EN BIVALVOS | 343 |
| DETERMINACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL DE ALMIZCLES SINTÉTICOS NITROGENADOS EN EL MEDIO MARINO | 345 |
| WATER QUALITY IN CLOSED-CONTAINMENT AQUACULTURE SYSTEMS (CCS) FOR ATLANTIC SALMON POST- SMOLT | 347 |
| TOLERANCIA DE LA MICROALGA CHLORELLA SOROKINIANA A METALES PESADOS Y POTENCIALIDAD EN PROCESOS DE FITORREMEDIACIÓN..... | 348 |
| CONTAMINACIÓN DE PLAYAS EN ECUADOR CONTINENTAL Y GALÁPAGOS: DIAGNÓSTICO DE BASURA POR PROVINCIAS COSTERAS E INSULARES..... | 350 |
| CHEMICAL COMPOSITION AND ORIGIN OF ARSENIC SPECIATION IN PM10 DERIVED FROM CHANNELIZED AND FUGITIVE SOURCES IN THE HARBOUR OF HUELVA..... | 352 |
| INFRALITTORAL-SUBLITTORAL (SUBMERGED ZONE) MACROINFAUNA COMMUNITY STRUCTURE OF HIGH-IMPACT, MEDIUM-IMPACT AND NON-IMPACT BEACHES ON THE GULF OF CÁDIZ COAST (SW SPAIN). EVALUATION OF ANTHROPOGENIC ALTERATIONS: NOURISHMENTS, HUMAN IMPACT AND URBANIZATION | 355 |
| ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LAS INSPECCIONES PSC EN PUERTOS ESPAÑOLES: PRIMEROS RESULTADOS..... | 358 |
| ESTRÉS ABIÓTICO EN EL CRECIMIENTO CELULAR Y LA CAPACIDAD ACUMULADORA DE METALES Y METALOIDES EN LA MICROALGA EXTREMÓFILA <i>COCCOMYXA ONUBENSIS</i> | 362 |
| INCLUSIÓN DEL SECTOR RECREATIVO EN LA GESTIÓN PARTICIPATIVA PARA LA CREACIÓN DE UN ÁREA MARINA PROTEGIDA EN CABO ROCHE, CÁDIZ (ESPAÑA) | 364 |

3.3. El mar como fuente de recursos

| | |
|--|-----|
| CRECIMIENTO DE JUVENILES DE <i>SERIOLA DUMERILI</i> (RISSO, 1810) EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN A DISTINTAS SALINIDADES..... | 367 |
| DESARROLLO <i>PRE</i> Y <i>POST</i> METAMÓRFICO DE ESPECIES ANÁDROMAS: LAMPREA MARINA (<i>PETROMYZON MARINUS</i>) | 369 |
| DESARROLLO DE PRODUCTO COMBINADO PARA EL CONTROL DE PATÓGENOS VIRALES EN LA ACUICULTURA DE CRUSTÁCEOS | 372 |
| PROYECTO ECODUNALIELLA: BIOTECNOLOGÍA COMPATIBLE CON EL USO TRADICIONAL DE LAS SALINAS ANDALUZAS..... | 373 |
| EVALUACIÓN DE UN HIDROLIZADO DE ESPIRULINA COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DE JUVENILES DE DORADA (<i>SPARUS AURATA</i>) | 374 |
| ASTEROIDEOS DEL MAR CANTÁBRICO. RESULTADOS FAUNÍSTICOS DE LOS PROYECTOS INDEMARES + LIFE DEL NORTE DE ESPAÑA | 376 |

| | |
|---|-----|
| INFLUENCIA DEL PH AMBIENTAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE JUVENILES DEL PEZ LIMÓN (<i>SERIOLA DUMERILI</i> RISSO, 1810) EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN..... | 378 |
| DESARROLLO DE MEDIDAS DE INNOVACIÓN MEDIOAMBIENTAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PROTOCOLOS PARA LA CAPACIDAD DE CARGA QUE ASEGUREN UN DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ACUICULTURA (MIMECCA)..... | 380 |
| ASTEROIDEOS (ASTEROIDEA: ECHINODERMATA) DE LA PLATAFORMA PATAGÓNICA ARGENTINA | 382 |
| ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE LA GAMBA ROJA <i>ARISTEUS ANTENNATUS</i> (RISSO, 1816), QUE SE DESARROLLA EN EL LITORAL ALMERIENSE | 385 |
| PERFIL AMINOÁCIDICO DE MICROALGAS LOCALIZADAS EN LA COSTA SURATLÁNTICA..... | 387 |
| EFFECTOS DEL ACEITE ESENCIAL DE CLAVO ENCAPSULADO E INCORPORADO AL HIELO EN EL PROCESO DE ATURDIDO PREVIO AL SACRIFICIO EN DORADA (<i>SPARUS AURATA</i> , L) Y LUBINA EUROPEA (<i>DICENTRARCHUS LABRAX</i>) CULTIVADAS | 388 |
| UN PROMETEDOR IMPACTO DEL FENÓMENO DE EL NIÑO EN LA DISTRIBUCIÓN DE SARDINELLA A LO LARGO DE LA COSTA NOROCCIDENTAL AFRICANA | 390 |
| DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE PARALARVAS DE <i>OCTOPUS VULGARIS</i> EN AGUAS DE MAURITANIA | 392 |
| ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DEL VORAZ <i>PAGELLUS BOGARAVEO</i> (BRÜNNICH, 1768) QUE SE DESARROLLA EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR | 394 |
| GESTIÓN Y VALORIZACIÓN DE LA BIOMASA DE ALGAS DESECHADA EN LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA | 396 |
| ENHANCEMENT OF NEUTRAL LIPIDS AND STARCH BIOSYNTHESIS BY OVEREXPRESSION OF ACETYL-COA SYNTHETASE (ACS) IN THE GREEN MICROALGA <i>CHLAMYDOMONAS REINHARDTII</i> | 398 |
| ESTUDIO DE LA ICTIOFAUNA EN CINCO PLAYAS DEL LITORAL GADITANO | 400 |
| ESTUDIO DEL POTENCIAL DE MICROALGAS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ PARA EL CONSUMO HUMANO | 403 |
| GENERACIÓN DE VACUNAS FRENTE A NODAVIRUS EN ACUICULTURA | 405 |
| PRODUCTOS INNOVADORES CON MICROALGAS: OBJETIVOS DE LA RED TRANSFRONTERIZA DE EXCELENCIA SOBRE MICROALGAS ALGARED+ | 406 |
| ESTRATEGIAS PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES EN MICROALGAS..... | 408 |
| PROYECTO MUGILDIET: HACIA ACUICULTURA DE MUGÍLIDOS SOTENIBLE | 409 |

3.4. El valor cultural del mar

| | |
|---|-----|
| EVOLUCIÓN DEL PAISAJE COSTERO A PARTIR DE LA CARTOGRAFÍA HISTÓRICA. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA BAHÍA DE CÁDIZ | 413 |
| LA NORMATIVA DEL BUCEO PROFESIONAL EN EL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN: LIMITACIONES Y AFECTACIONES | 416 |
| EL ÚLTIMO <i>GARVM</i> DE LA FACTORÍA DE SALAZONES DE <i>IVLIA TRADVCTA</i> (ALGECIRAS). NUEVAS EVIDENCIAS ARQUEOLÓGICAS Y ARQUEO-ICTIOLÓGICAS | 417 |
| <i>GADES</i> Y LA PROBLEMÁTICA DEL CANAL “BAHÍA-CALETA” NOVEDADES DESDE LA ARQUEOLOGÍA | 419 |
| EL PATRIMONIO DÉBIL EN LOS TERRITORIOS TURÍSTICOS DEL LITORAL: DESARROLLO RESPONSABLE Y PERVIVENCIA CULTURAL | 422 |
| LA PESCA ARTESANAL DEL TIBURÓN EN MANTA – ECUADOR. ENTRE HISTORIA Y ECONOMÍA | 425 |
| PROYECTO PALATIA. LA CASA DEL COMERCIANTE MARÍTIMO GADITANO. DIAGNÓSTICO Y PROSPECTIVA | 428 |
| LA ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL APLICADA AL USO DE MOLINOS ROTATORIOS EN LA INDUSTRIA CONSERVERA ROMANA | 431 |
| EL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO DE LA CALETA Y SU ENTORNO (CÁDIZ): PUERTOS Y PECIOS VERTEBRADORES DE UNA CIUDAD Y UN TERRITORIO. (HAR2016-79387-P) | 434 |
| NO ES EXÁCTAMENTE UNA PECERA. EL VIDRIO EN CONTEXTOS PESQUERO-CONSERVEROS DE ÉPOCA ROMANA | 436 |

3.5. Las ingenierías y el mar

| | |
|---|-----|
| INNOVACIONES DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA EN FRENTES MARÍTIMOS: LOS CURSOS “IN EXTREMIS” | 441 |
| URBAN WASTEWATER TREATMENT WITH MICROALGAE FOR ENERGY PRODUCTION: EFFECT OF HRT IN BIOMASS PRODUCTIVITY AND COMPOSITION | 443 |
| ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS DE UN BUQUE EN RADIOCOMUNICACIONES | 446 |
| ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ESPECIES DE MICROALGAS ÓPTIMAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE ACUICULTURA MARINA | 448 |

3.6. Mar y salud

| | |
|--|-----|
| VALORACIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LA ANEMONIA SULCATA Y SU MICROALGA SIMBIONTE SYMBIODINIUM | 453 |
|--|-----|

4. Sesión Proyectos CEI·MAR

| | |
|---|-----|
| DE <i>BAELO CLAUDIA</i> (BOLONIA) A <i>SEXI FIRMUM IULIUM</i> (ALMUÑÉCAR). ANÁLISIS DEL COMERCIO MARÍTIMO A PARTIR DE LOS CONTEXTOS CERÁMICOS | 457 |
| PROPIEDADES ANTIPROLIFERATIVAS DE EXTRACTOS DE ANEMONIA SULCATA/MICROALGA SIMBIONTE SYMBIODINIUM EN CÁNCER DE COLON | 458 |
| GLOBAL-CHANGE IMPACTS ON MIXOTROPHIC PHYTOPLANKTON METABOLISM OF COASTAL ENVIRONMENTS (MIXOCOST) | 459 |
| VALORIZACIÓN DE ALGAS MARINAS PARA LA SÍNTESIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS DE ALTO VALOR AÑADIDO | 460 |
| LINGOTES DE COBRE DEL PECIO ARAPAL (SANCTI-PETRI, CÁDIZ). ANÁLISIS ARQUEOMETALÚRGICO Y ARQUEOMÉTRICO DE LOS METALES DEL SW IBÉRICO | 463 |
| PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE <i>COCCOMYXA ONUBENSIS</i> PARA SU USO EN ACUICULTURA | 465 |
| EFFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE DOS NUEVAS ESPECIES DE MICROALGAS RICAS EN LUTEÍNA EN LA DIETA DE MOLUSCOS BIVALVOS: CALIDAD NUTRICIONAL Y RESISTENCIA A PATÓGENOS..... | 467 |
| DE <i>BAELO CLAUDIA</i> (BOLONIA) A <i>SEXI FIRMUM IULIUM</i> (ALMUÑÉCAR). ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS VINCULADAS A LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HALIÉUTICOS EN EL CÍRCULO DEL ESTRECHO | 469 |
| PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LA MICROALGA <i>SCENEDESMUS ALMERIENSIS</i> PARA ACUICULTURA..... | 470 |
| BIOACUMULACIÓN Y TRANSFERENCIA DE METALES EN EL GOLFO DE CÁDIZ | 472 |
| DINÁMICA DEL CARBONO EN LAS COMUNIDADES VEGETADAS COSTERAS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ (CADYCCO) | 473 |
| EFFECTOS DE MICROALGAS ENRIQUECIDAS EN LUTEÍNA EN LA DIETA DE MOLUSCOS BIVALVOS | 475 |
| CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIPROLIFERATIVA DE EXTRACTOS FUNCIONALES DE LA MICROALGA <i>NANNOCHLOROPSIS GADITANA</i> | 477 |
| PROYECTO COORDINADO: ¡DUNAS! INTEGRANDO INVESTIGACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA LA CONSERVACIÓN DE SISTEMAS LITORALES | 479 |
| ESTUDIO INTEGRADO DE LA VEGETACIÓN DE ARENALES COSTEROS (AREVEG) | 482 |
| INCORPORACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN MODELOS MATEMÁTICO- ESTADÍSTICOS DE EVALUACIÓN USADOS PARA LA GESTIÓN PESQUERA: EL CASO DE LA ANCHOA EUROPEA | 484 |
| CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE SEDIMENTOS ESTUARINOS EN EL ENTORNO DEL PUERTO DE HUELVA: PROPUESTAS DE REMEDIACIÓN | 487 |

| | |
|--|------------|
| INCLUSIÓN DE HIDROLIZADOS ENZIMÁTICOS DE <i>NANNOCHLOROPSIS GADITANA</i> EN LA DIETA DE JUVENILES DE DORADA: EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO ENERGÉTICO Y POSIBLE MEJORA DEL BIENESTAR ANIMAL..... | 489 |
| ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE HIDROLIZADOS ENZIMÁTICOS DE <i>NANNOCHLOROPSIS GADITANA</i> EN PIENSOS SOBRE EL CRECIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MÚSCULO, FUNCIONALIDAD DIGESTIVA Y ESTADO OXIDATIVO EN DORADA | 491 |
| BEHAVIOUR, BIOAVAILABILITY AND TOXICITY OF PS NANOPLASTIC IN IMMUNE SYSTEM OF MARINE BIVALVE; <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i> (B3NANOPLASTIC) | 494 |
| ESTUDIO DE LA MICROBIOTA Y EXPRESIÓN GÉNICA A NIVEL INTESTINAL EN EJEMPLARES DE <i>SPARUS AURATA</i> ALIMENTADOS CON UNA DIETA SUPLEMENTADA CON <i>NANNOCHLOROPSIS GADITANA</i> | 496 |
| ESTUDIO DEL EFECTO TERAPÉUTICO DE LIMONIASTRUM MONOPETALUM PARA EL TRATAMIENTO DE LA ESCLEROSIS MÚLTIPLE..... | 498 |
| BIOLOGÍA TRÓFICA DE 4 ESPECIES SIMPÁTRICAS EN EL GOLFO DE CÁDIZ | 500 |
| ANÁLISIS DE LOS ISÓTOPOS ESTABLES DE OXÍGENO EN CONCHAS Y DE OXÍGENO Y CARBONO EN ESMALTE DENTAL EN EL POBLADO NEOLÍTICO INSULAR DE CAMPO DE HOCKEY (SAN FERNANDO, CÁDIZ) | 501 |
| Mujeres en la ciencia | 507 |
| Mesa Transversal de Investigación y Transferencia Empresarial | 511 |

1. Plenarias

DIEZ MENSAJES PARA ENTENDER EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR PLÁSTICOS

Cózar, Andrés

Departamento de Biología, Campus de Excelencia Internacional del Mar, Instituto
Universitario de Investigaciones Marinas, Universidad de Cádiz, Puerto Real

andres.cozar@uca.es

Cada año millones de toneladas de residuos plásticos acaban en los océanos. La contaminación marina por plástico se ha convertido, junto al cambio climático y la sobrepesca, en uno de los problemas ambientales más preocupantes del siglo XXI. Según algunas predicciones, prácticamente la totalidad de aves marinas habrán consumido plástico a medidos de siglo, con consecuencias aún desconocidas. La investigación marina se ha volcado en esta problemática, existiendo líneas de trabajo altamente productivas en oceanografía física, química ambiental, biología, ecología, o gestión. Sin embargo, la amplia cantidad información generada se encuentra muy dispersa, lo que dificulta la identificación de las aproximaciones de estudio más relevantes y urgentes. En esta charla, se pretende ofrecer una visión integral de la problemática de la contaminación por plásticos mediante la selección de 10 mensajes claves que describen este asunto.

WHY IS THE RISK OF CONTAMINANTS GENERALLY RELATED TO TOXICITY? IF ORGANISMS ESCAPE FROM CONTAMINATION, SHOULD THE ENVIRONMENTAL RISK BE REDUCED?

V.M. Araújo, Cristiano

ICMAN-CSIC. Ecotoxicology and Environmental Risk Assessment

cristiano.araujo@icman.csic.es

The environmental risk assessment (ERA) studies are commonly focused on three lines of evidence: chemical characterization, community structure and toxic effects. The third line of evidence is determined by using ecotoxicity assays, in which organisms are exposed to contaminants and after an exposure period some effects are observed. The characterization of the risk is directly related to magnitude of the toxicity detected. Therefore, the basic condition assumed in almost all the ecotoxicity assays is a forced, mandatory and continuous exposure of organisms to contaminants. However, considering that ecosystems are not necessarily homogeneously contaminated and that many organisms can detect contamination and move towards less disturbed areas, the first question that arises is: why is the risk of contaminants generally related to toxicity? Additionally, if organisms are able to avoid the toxic effects by escaping from contaminants, a second question arises: should the environmental risk be reduced? Regarding the first question here presented, it will be presented new methods considered as non-forced exposure systems, in which contamination gradients or patches can be simulated allowing organisms to move throughout different contamination scenarios. Results showing the ability of organisms to detect contamination and avoid its toxic effects will be presented. Secondly, considering that habitat selection processes by organisms depend on many other factors than contamination, experiments have been performed to emphasize how factors as food, presence of competitors and high population density can change the avoidance pattern of organisms. The ecological implications of the avoidance response and the inclusion of habitat selection response in a non-forced exposure scenario as complementary tool to ERA will be discussed. This change in the exposure paradigm by using non-forced exposure opens a new vision of the risk that contaminants can represent to ecosystems even no toxic effect at the individual level is observed.

LINGOTES DE COBRE DEL PECIO ARAPAL (SANCTI-PETRI, CÁDIZ). ANÁLISIS ARQUEOMETALÚRGICO Y ARQUEOMÉTRICO DE LOS METALLA DEL SW IBÉRICO

Cerezo Andreo, Felipe
Universidad de Cádiz
felipe.cerezo@uca.es

Palabras Clave: Arqueología subacuática, lingotes de cobre, metalla ibéricos, arqueometría, comercio del cobre, época romana.

Este proyecto tiene como objetivo analizar diversas problemáticas desde la arqueología marítima a través del análisis arqueométrico y arqueometalúrgico de los 78 lingotes de cobre documentados en el pecio Arapal. La colección inédita más numerosa de lingotes de cobre de época romana hallada en la Península Ibérica. Los lingotes recuperados durante las campañas de investigación realizadas a bordo del UCADIZ en septiembre de 2017 permiten afrontar una variedad de temas de estudio de gran actualidad. El objetivo principal de este subproyecto realizar una interpretación del conjunto del cargamento del pecio para conocer, su cronología, el origen de su carga, y el papel de Gades y Onoba en la centralización y exportación de este mineral en época romana hacia Portus. Estos aspectos se analizarán mediante la realización de diversas analíticas fisicoquímicas del cobre antiguo, el estudio de la epigrafía y volumetría de los lingotes. Así mismo, se pretende profundizar en los procesos y técnicas de conservación de estos materiales. En resumen, un análisis interdisciplinar de un objeto arqueológico que es mucho más que solo un lingote.

El comercio y transporte marítimo del cobre antiguo es uno de los aspectos menos conocidos por los investigadores que sin embargo está atrayendo gran interés en los últimos años. Se conocen un total de 11 pecios en el Mediterráneo y Atlántico que transporten mineral de cobre en forma de lingote [5]. Se reparten más o menos a partes iguales entre en el sur de Francia (cargamentos menores) y los pecios del estrecho de Bonifacio, con algunos ejemplos de cargamentos significativos con cerca de 200 lingotes recuperados como en el caso de Sud-Lavezzi II [6].

A través del estudio de estos objetos podemos profundizar en diversas problemáticas, convirtiéndose en una de las fuentes más ricas para el conocimiento de la minería en la antigüedad. A través de las marcas epigráficas se pueden analizar aspectos económicos, sistemas de pesos y medidas o los personajes involucrados en su comercialización y producción, así como su origen y cronología [2]. Más recientemente, a través del estudio arqueométrico de los isótopos de plomo contenidos en los lingotes se ha podido llegar a conocer el distrito minero de origen de dicho mineral [4]. Este aspecto es de gran actualidad e importancia para el papel que debieron cumplir los puertos romanos de la bética en la comercialización del cobre producido en sus distritos mineros. Por otro lado, y desde el punto de vista de la conservación de esta fuente arqueológica, son escasos los estudios específicos para el tratamiento de estos objetos, lo que, sin duda es una oportunidad de estudio.

Nuestro objetivo, por tanto, es analizar estos aspectos arqueológicos y arqueométricos de la colección de 78 lingotes documentados y extraídos del pecio ARAPAL en septiembre de 2017. Esta investigación se enmarca en una línea consolidada de trabajo a través de un equipo transdisciplinar (químicos, arqueómetros, geólogos, arqueólogos, epigrafistas o numismatas) de la Universidad de Cádiz, la Universidad de Huelva y con la colaboración de la Université Toulouse Jean-Jaurès. Al mismo tiempo, este proyecto nutre de resultados dos proyectos del Plan Estatal de I+D+i, el Proyecto Caleta (HAR2016-79387-P) liderado por la UCA y el Proyecto DEATLANTIR II (HAR2017-89154), liderado desde la Universidad de Huelva, institución con la que planteamos este proyecto de manera coordinada pues sus objetivos y resultados son coincidentes en la transmisión de los resultados a los proyectos de investigación conjuntos.

Los hallazgos de lingotes de cobre no son tan habituales como si lo es su importancia para la economía de la antigüedad. Como se ha dicho, apenas se conocen un total de 11 pecios y cerca de 4 depósitos aislados de este tipo de objetos entre el Mediterráneo y el Atlántico para época romana. La mayoría de estos pecios se ubican en zonas próximas a su destino, como el sur de Francia o el Estrecho de Bonifacio camino de Roma. Sin embargo, sólo se conoce un pecio publicado en su zona de origen, el Pecio del Cobre [3], y un cargamento de lingotes documentados cerca de Chipiona [1,7]. A estos hallazgos se ha de sumar ahora el pecio inédito documentado y excavado por la Universidad de Cádiz en septiembre de 2017 y bautizado como pecio Arapal.

Como se ha dicho, se trata de una colección material de 78 lingotes de entre 18 y 38 cm de diámetro y 14 y 24 kg de peso, junto con otros objetos cerámicos. El hecho de proceder de una excavación arqueológica, es decir, acompañados de un contexto material y espacial documentado in situ, hacen de esta colección un único en las costas del SW ibérico. Esto nos permite analizar de forma clara los procesos de formación del yacimiento y deterioro de los lingotes recuperados.

La colección del pecio ARAPAL supone, por tanto, el segundo cargamento por número de lingotes, más importante de este tipo de pecios. Al menos, y sin haber sufrido todavía un proceso de limpieza superficial, conservamos 5 lingotes con marcas epigráficas, y se esperan más evidencias, lo que unido al estudio arqueométrico y de los procesos de corrosión sufridos por los lingotes, nos permitirá afrontar un análisis en profundidad para conocer de forma más detallada el transporte y comercialización de metales desde los distritos del SW hacia el Mediterráneo central, principalmente Roma (Via Bonifacio) y Narbo. La importancia en el estudio de esta colección radica pues en avanzar en uno de los aspectos menos estudiados, la producción y comercialización de estos productos en sus puertos de origen.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado gracias a la Línea de Arqueología Náutica y Subacuática de la UCA, y a la convocatoria CEI·MAR de proyectos de Jóvenes Investigadores 2018. Los trabajos de campo han sido desarrollados gracias a la colaboración de los alumnos del Máster de Arqueología Náutica y Subacuática 2016/2017.

Referencias

- [1] Alzaga García, M. (1998). “Los trabajos de dragado en Huelva y la arqueología”. En III Jornadas de arqueología subacuática : puertos antiguos y comercio marítimo : Facultat de Geografia i Història de Valencia, 13, 14, y 15 de noviembre de 1997, 1998, ISBN 84-482-1867-1, págs. 155-166 (pp. 155-166). Departament de Prehistòria i Arqueologia.
- [2] Domergue, C. (1994). “Production et commerce des métaux dans le monde romain : l'exemple des métaux hispaniques d'après l'épigraphie des lingots”. Epigrafia della produzione e della distribuzione. Actes de la VIIe Rencontre franco-italienne sur l'épigraphie du monde romain (Rome, 5-6 juin 1992), 193(1), 61-91.
- [3] Vallespin Gómez, O. (1986). “The Copper Wreck (Pecio del Cobre)”. *International Journal of Nautical Archaeology*, 15(4), 305-322.
- [4] Klein, S., Lahaye, Y., Brey, G. P., y Von Kaenel, H.-M. (2004). “The early roman imperial AES coinage II: Tracing the copper sources by analysis of lead and copper isotopes—copper coins of Augustus and Tiberius”. *Archaeometry*, 46(3), 469-480.
- [5] Klein, S., Rico, C., Lahaye, Y., Kaenel, H.-M. von, Domergue, C., y Brey, G. P. (2007). “Copper ingots from the western Mediterranean Sea: chemical characterization and provenance studies through lead- and copper isotope analyses”. *Journal of Roman Archaeology*, 20, 203-221.
- [6] Liou, B., y Domergue, C. (1990). “Le commerce de la Bétique au Ier siècle de notre ère. [L'épave Sud-Lavezzi 2 (Bonifacio, Corse du Sud)]”. *Archaeonautica*, 10, 11-123.
- [7] Rico, C., y Domergue, C. (2010). “Nuevos documentos sobre el comercio de los metales hispánicos en la época romana. Los lingotes de Chipiona. (Cádiz)”. *Habis*, (41), 165-184. X. Author, Y. Author, Z. Author, Sci. Total Environ. 20 (2001) 537.

EL LITORAL ESPAÑOL COMO UN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO. ÁREAS URBANAS Y ECOSISTEMAS COSTERO MARINOS

De Andrés García, María

Grupo de Investigación de Gestión Integrada de Áreas Litorales.

Universidad de Cádiz

maria.deandres@uca.es

Palabras Clave: Áreas urbanas, ecosistemas costeros, sistema socioecológico, GIAL

Introducción

Las áreas litorales registran un claro fenómeno de concentración demográfica, donde las ciudades y aglomeraciones costeras juegan un papel de enorme trascendencia [1][2]. En España, el litoral se ha configurado como uno de los espacios más importantes para la población y su economía. La concentración demográfica, por tanto, se convierte en uno de los impulsores indirectos más importantes del cambio que han sufrido los ecosistemas costero marinos [3][4]. Ello, a su vez, provoca un deterioro que merma los servicios que prestan al bienestar humano [5]. Esta comunicación pretende, por tanto, estudiar el papel de las áreas urbanas de España en el marco del sistema socioecológico litoral.

Metodología

En primer lugar se delimita el litoral de España a partir de una propuesta conceptual y terminológica en la que se incluyen criterios ecosistémicos, geográficos, socioeconómicos y administrativos [6]. De esta forma se define el litoral como un sistema socioecológico. A continuación, se estudian las áreas urbanas existentes en las diferentes unidades del sistema socioecológico litoral. Para ello, se georreferencian y se analiza su población. El tercer paso consiste en un estudio de las principales actividades económicas de las áreas urbanas que están asociadas al litoral: asentamiento humano, actividad industrial, actividad turística y comercio marítimo. El último paso consiste en determinar la relación geográfica entre los usos y actividades humanas y los ecosistemas costero marinos más relevantes de España: humedales, deltas, playas y dunas, praderas de fanerógamas, etc. Para ello, se localizan las unidades fisiográficas y los ecosistemas costero marinos mencionados, y se relaciona su proximidad con el de las áreas urbanas.

Resultados y discusión

El sistema socioecológico litoral se define y delimita a partir de criterios geográficos y ecológicos principalmente, pero también se utilizan otros de naturaleza jurídica, administrativa y de localización de actividades humanas. De esta forma, se diferencian los conceptos de costa y litoral sobre el territorio español, entendidos en un contexto institucional, con fines de gestión integrada. Además se añade el área de influencia litoral en el que se incluye aquellas actividades humanas que afectan al litoral, a través de los ecosistemas acuáticos, principalmente. Los resultados obtenidos muestran que la costa de España tiene una superficie de 11.028 km², mientras que el área litoral es de 39.475 km². Estos datos suponen tan solo el 2% y el 8% de la superficie total del país.

Las áreas urbanas definidas en el trabajo tienen en cuenta la combinación de criterios geográficos con criterios funcionales para su definición. En este sentido, en el litoral (incluyendo la costa) hay 140 áreas urbanas, que representan el 54% del total de áreas urbanas del país. La población litoral asentada en áreas urbanas asciende

a más de 20 millones. En el área de influencia esta cifra es de casi 3 millones, mientras que en el interior es de 13 millones. Estos datos indican el verdadero fenómeno urbanizador de la zona costera. Ya que comparando la población en áreas urbanas con la población total, se obtiene que el 92% de la población litoral se encuentra en áreas urbanas. Mientras que en el interior este porcentaje es del 68%.

Las principales actividades humanas asociadas al litoral en las áreas urbanas son: a) el asentamiento de la población, b) la actividad industrial, c) la actividad turística y d) el comercio marítimo. Estas actividades no suceden con la misma intensidad en todas las áreas urbanas del litoral por lo que se obtiene un litoral catalán con elevada intensidad de actividades en sus áreas urbanas litorales, seguido del levante peninsular. Además se destacan los archipiélagos por la influencia sobretodo del sector turístico. Los resultados muestran por tanto la importancia de las actividades humanas en el litoral en relación al área de influencia. La existencia de ecosistemas costero marinos próximos a las áreas urbanas con mayor desarrollo de actividades proporcionan la información suficiente para establecer aquellas áreas urbanas de prioridad para la GIAL.

Conclusión

El desarrollo urbano así como las actividades humanas que se realizan en el litoral inducen a pensar que la gestión de la costa y el litoral se deba interpretar como un único sistema socioecológico. Por ello, el presente trabajo descansa en el hecho de que los cambios de usos del suelo, generado por el modelo de desarrollo urbano de las áreas litorales de España, constituye el principal impulsor directo de cambio del sistema socioecológico litoral. Las actividades humanas concentradas en estas áreas, impactan de forma muy negativa sobre los ecosistemas costero marinos y sus servicios. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran la necesidad de una gestión integrada de las áreas litorales urbanas basada en ecosistemas.

Referencias

- [1] Barbier, E.B., Koch, E.W., Silliman, B.R., Hacker, S.D., Wolanski, E., Primavera, J., Granek E.F., Polasky S., Aswani S., Cramer L.A., Stoms D.M., Kennedy C.J., Bael D., Kappel C.V., Perillo G.M., Reed D.J. (2008). Coastal ecosystem-based management with nonlinear ecological functions and values. *Science*, 319, 321–323.
- [2] Barragán, J.M., de Andrés, M. (2015). Analysis and trends of the world's coastal cities and agglomerations. *Ocean and Coastal Management*, 114, 11–20.
- [3] Bertolo, L.S., Lima, G.T.N.P., Santos, R.F. (2012). Identifying change trajectories and evolutive phases on coastal landscapes. Case study: São Sebastião Island, Brazil. *Landscape and Urban Planning*, 106(1), 115–123.
- [4] Serra, P., Pons, X., Saurí, D. (2008). Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28, 189–209.
- [5] Montes, C., Santos, F., Benayas, J. (2011). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 304 pp.
- [6] Barragán, J.M., de Andrés, M. (2016). Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 16(2), 171-183.

EFFECTOS DE LA ENTRADA DE AGUA DULCE EN LA COMUNIDAD NECTÓNICA DEL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR

González-Ortegón, Enrique ^(1,2); Vilas, César ⁽³⁾; Baldó, Francisco ⁽⁴⁾;
Cuesta, Jose A. ⁽¹⁾; Drake, Pilar ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC),
quique.gonzalez@icman.csic.es

⁽²⁾ Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR)

⁽³⁾ IFAPA Centro El Toruño, El Puerto de Santa María, Spain

⁽⁴⁾ Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Cádiz

Palabras Clave: estuario, nursery, juveniles, Guadalquivir, turbidez, descargas, peces, crustáceos decápodos

Un programa de investigación a largo plazo (desde 1997 hasta la fecha de hoy) se ha desarrollado en el estuario del Guadalquivir para evaluar la respuesta de la macrofauna nectónica (peces y crustáceos decápodos) a los aportes de agua dulce desde la presa de Alcalá del Río. La entrada de agua dulce a los ecosistemas costeros es esencial para garantizar la productividad costera y establecer la estructura fisicoquímica y biológica característica de estos sistemas. Sin embargo, las descargas de los ríos están reguladas principalmente con fines económicos, como la generación de energía hidroeléctrica, el riego y / o el suministro de agua a los asentamientos urbanos. Dicha gestión del agua, por lo general, altera el régimen hidrológico natural del estuario, causando una disminución media de la entrada de agua dulce a los estuarios y un aumento en el tiempo de residencia del material en suspensión y de las especies marinas dentro de los estuarios. De la misma manera, una entrada desproporcionada de agua dulce durante fuertes crecidas también influye en la fauna del estuario al eliminar los gradientes de salinidad y/o al desplazar las partículas en suspensión y los organismos, incluso las especies residentes del estuario, hacia la desembocadura o la plataforma costera adyacente. Por lo tanto, la entrada de agua dulce (regulada o natural) actualmente juega un papel importante en la determinación de las condiciones fisicoquímicas y de la biota del estuario del Guadalquivir.

Muestreos mensuales de la comunidad acuática en este estuario, entre junio de 1997 y mayo de 2015, han permitido elaborar una larga serie temporal que es la base de este estudio. Durante este largo periodo, cada luna nueva, dos estaciones fueron muestreadas: una oligohalina (Tarfía), situada a 32 km de la desembocadura, y otra polihalina (Bonanza), a 8 km de la desembocadura. En cada estación, se tomaron, a lo largo de 24h, cuatro muestras, coincidiendo con el inicio de cada periodo mareal (dos crecientes y dos vaciantes), desde un barco angulero tradicional equipado con redes de pesca de 1mm de luz de malla. Estos muestreos han permitido estimar las abundancias de peces y decápodos, así como la de sus principales presas, los misidáceos. Además, se registraron las variaciones en los parámetros fisicoquímicos y se tuvieron en cuenta los aportes de agua dulce al estuario (desembalses desde la presa de Alcalá del Río y precipitaciones).

Los misidáceos (pequeños crustáceos) son dominantes en la fauna del Guadalquivir, especialmente la especie *Mesopodopsis slabberi*. Representan el 96% y el 46% en términos de abundancia y biomasa del necton, respectivamente, y permiten una gran abundancia y diversidad de peces marinos y crustáceos decápodos que se alimentan de ellos. El análisis de los contenidos estomacales y la composición isotópica de las principales especies de peces y decápodos de crustáceos apoyan esta afirmación. Los efectos de esta alta producción secundaria en la diversidad y producción de los niveles tróficos superiores hacen de estos ecosistemas importantes áreas de cría. Entre los peces marinos que usan el estuario como área de cría, hay dos especies dominantes: el boquerón *Engraulis encrasicolus* y la sardina *Sardina pilchardus*. Las distribuciones de tamaño de estas dos especies marinas en el Golfo de Cádiz y Guadalquivir muestran su fuerte dependencia ecológica de ambos ecosistemas. En el caso de los crustáceos decápodos, la especie dominante es *Crangon crangon* con una

alta densidad en primavera-verano. El langostino *Penaeus kerathurus* y la quisquilla *Palaemon serratus* presentan en verano densidades relativamente importantes, siendo ambas especies de interés comercial en las pesquerías del Golfo de Cádiz. La estructura de la comunidad nectónica muestra una alta variabilidad estacional: en primavera-verano, altas densidades de un pequeño grupo de especies marinas entran en el estuario y por esta razón la diversidad en este ecosistema tiende a disminuir en la entrada de la época cálida. En otoño, las especies marinas comienzan a migrar hacia el mar, y en invierno la mayoría de las especies se encuentran en la plataforma como nuevos reclutas de las pesquerías del Golfo de Cádiz. Los factores ambientales que explican mejor esta variabilidad cíclica cada año son la temperatura y la densidad de misidáceos, que son presas clave de los juveniles de peces y crustáceos decápodos marinos en la red trófica del estuario del Guadalquivir.

Desde el punto de vista de la gestión, el estuario del Guadalquivir ha sido modificado acorde con las necesidades humanas. Por ejemplo, en el siglo pasado, las cuencas de los ríos españoles pasaron de tener 55 a 1225 presas. En el caso del río Guadalquivir, la cuenca ha sido extremadamente fragmentada con 169 presas. Además el 70% de las marismas se transformaron para agricultura intensiva. Así que tenemos un estuario modificado y restringido a un canal que se encuentra básicamente aislado de las marismas, y donde la última presa (la de Alcalá del Río, a 110 km de la desembocadura) controla la entrada de agua dulce de toda la cuenca en dicho estuario. Esta entrada de agua dulce está programada principalmente para permitir el riego de los campos de cultivo ubicados a lo largo de las márgenes del río. Este manejo del agua dulce también puede tener efectos positivos (al aumentar la producción biológica) y negativos (estrés osmótico debido a las fluctuaciones de salinidad) de las especies presa (misidáceos, por ejemplo), especialmente para aquellos que presentan una distribución muy relacionada con la salinidad. Sin embargo, aunque un gran aporte de agua dulce parece afectar transitoriamente a las especies del necton de este estuario, ya sea directamente (desplazándolas hacia la desembocadura) o indirectamente (a través de cambios bruscos en la salinidad, turbidez y disponibilidad de presas), se observa un restablecimiento rápido de la composición y estructura de esta comunidad de especies (fuerte resiliencia) y de las condiciones ambientales dentro del estuario. Un efecto negativo adicional de la descarga de agua dulce fue un evento de turbidez, inusualmente alto y persistente, ocurrido en esta cuenca en 2008. Este evento comenzó con fuertes y repentinas descargas de agua dulce después de períodos relativamente largos de muy baja entrada de agua dulce. Sus efectos fueron negativos en la función de este ecosistema como área de cría, ya fuese porque disminuyó la disponibilidad de presas o porque se redujo la supervivencia y entrada de juveniles de especies marinas hacia el interior del estuario. Además, durante estos acontecimientos persistentes y de alta turbidez, la presa más común (*M. slabberi*) mostró una disminución significativa en su abundancia que pareció afectar a especies marinas que se alimentan de este misidáceo, como el boquerón (*E. encrasicolus*) o el roncador (*Pomadasyss incisus*). En términos generales, a fin de preservar la función de área de cría de este estuario, hay que tratar de reducir tanto como sea posible las presiones antropogénicas que puedan provocar la aparición de eventos de turbidez alta y persistente.

Agradecimientos

A Mariana Espigares por su incalculable valor humano y profesional

TRATAMIENTO DE AGUAS MARINAS: EFECTOS PARALELOS DERIVADOS DE UNA CORRECTA DESINFECCIÓN

Moreno-Andrés, Javier; Acevedo, A.; Nebot, E.

Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente, Instituto Universitario de Investigación
Marina (INMAR), Universidad de Cádiz.

javier.moreno@uca.es

Palabras Clave: Aguas de lastre, Desinfección, Bacterias marinas, Recolonización

El creciente empleo de agua de mar en actividades industriales, tales como la acuicultura o el tráfico marítimo, requiere el desarrollo y la optimización de tecnologías para el tratamiento de aguas marinas. La industria naviera y la gestión asociada a las aguas de lastre de los buques (especialmente en buques de carga), está considerado actualmente como un desafío global para la salud de los océanos, debido al transporte de especies invasoras y al impacto significativo que la descarga de agua de lastre puede tener sobre los ecosistemas y las actividades humanas.

Para evitar este problema, el tratamiento del agua de lastre debe implementarse en los buques, tal y como obliga la entrada en vigor del “International Convention for the Control and Management of Ships’ Ballast Water and Sediments” de la Organización Marítima Internacional. En dicho convenio, se establecen las concentraciones máximas admisibles de ciertos organismos que deberán cumplirse en la descarga del agua de lastre, con el fin de minimizar el riesgo de la propagación de especies invasoras. En base a estas directrices, diversos tratamientos están siendo desarrollados y evaluados con indicadores microbiológicos típicos de aguas residuales y/o potables. Teniendo esto en cuenta, el objeto de la presente comunicación es ahondar en algunos aspectos paralelos a tener en cuenta para la gestión de aguas marinas; principalmente derivados de su alta actividad microbiológica y alta concentración en iones disueltos. Concretamente:

- i) Teniendo en cuenta la gran diversidad y abundancia microbiológica en el agua de mar, y concretamente en aguas de lastre o aguas portuarias, se cree necesario estudiar el comportamiento de otros microorganismos presentes en aguas marinas, ya que la capacidad de causar grandes impactos en los medios receptores es elevada [2, 4]. Analizando distintas bacterias de origen marino se concluye que, a pesar de que los procesos de desinfección pueden ser efectivos, no solo existe una capacidad de recolonización después del tratamiento, sino también un proceso de sucesión bacteriana en el que diferentes grupos bacterianos pueden ser dominantes [3], [4].
- ii) Paralelamente, la mayoría de los tratamientos de aguas de lastre ($\approx 52\%$ de tipo químico) se han utilizado durante mucho tiempo en el tratamiento de agua potable y/o aguas residuales, y han sido adaptados al tratamiento del agua de lastre; pero las condiciones específicas del agua de mar, como la alta concentración de sales obligan a que deban ser más profundamente evaluados, ya que la formación de sub-productos de desinfección puede ser, bajo ciertas condiciones, un riesgo a tener en cuenta [5].

Referencias

- [1] IMO, “International Convention for the Control and Management of Ships’ Ballast Water and Sediments. BWM/CONF/36.” London, 2004.
- [2] C. Ng *et al.*, “A Comparison of Microbial Water Quality and Diversity for Ballast and Tropical Harbor Waters.,” *PLoS One*, vol. 10, no. 11, p. e0143123, Jan. 2015.

- [3] J. Moreno-Andrés, A. Acevedo-Merino, and E. Nebot, “Study of marine bacteria inactivation by photochemical processes : disinfection kinetics and growth modeling after treatment,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2018.
- [4] J. Moreno-Andrés et al., “Inactivation of marine heterotrophic bacteria in ballast water by an Electrochemical Advanced Oxidation Process,” *Water Res.*, vol. 140, pp. 377–386, Sep. 2018.
- [5] M. David, J. Linders, S. Gollasch, and J. David, “Is the aquatic environment sufficiently protected from chemicals discharged with treated ballast water from vessels worldwide? A decadal environmental perspective and risk assessment,” *Chemosphere*, vol. 207, pp. 590–600, 2018.

MONITORIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES TERMOHALINAS DEL FLUJO DE AGUA MEDITERRÁNEA A TRAVÉS DE GIBRALTAR EN LOS ÚLTIMOS TRECE AÑOS

Naranjo, Cristina; García-Lafuente, Jesús; Sammartino, Simone;
Sánchez-Garrido, José Carlos

Grupo de Oceanografía Física de Málaga, Universidad de Málaga
cnaranjo@ctima.uma.es

Palabras Clave: Estrecho de Gibraltar, Agua Mediterránea Profunda (WMDW), Tendencias en temperatura.

Un fondeo profundo desplegado por primera vez en Septiembre de 2004 y que ha sido mantenido regularmente hasta el día de hoy en el umbral de Espartel (Estrecho de Gibraltar, ver Figura 1) nos ha permitido analizar la variabilidad de la temperatura y la salinidad del agua Mediterránea a su paso por el Estrecho de Gibraltar, antes de incorporarse a la circulación Atlántica. Ésta serie temporal sigue a día de hoy fondeada en el mismo punto, cubriendo en total un periodo de 13 años. A pesar de numerosos accidentes, las series son lo suficientemente largas para realizar estimaciones sobre tendencias en la última década.

La línea de fondeo tiene unos 20 metros de longitud y se despliega en el umbral de Espartel (360m), entre otros instrumentos se fondea un sensor de Conductividad-Temperatura (CT, Seabird SBE37-SMP) que queda situado aproximadamente a unos 14 metros del fondo, y que por lo tanto registra las propiedades termohalinas del agua Mediterránea que fluye desde el Mediterráneo hacia el Atlántico.

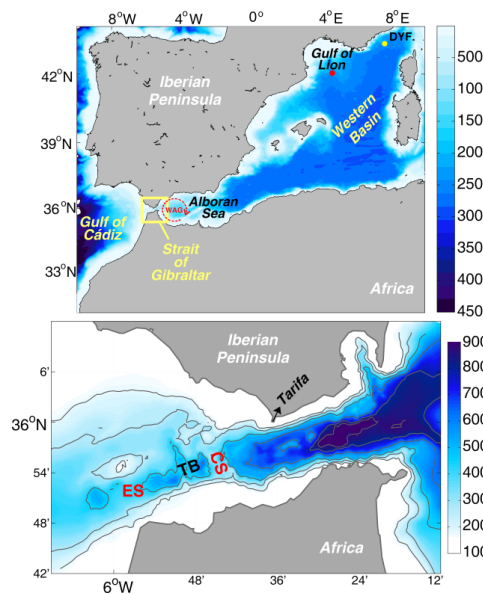


Figura 1. El panel superior muestra la localización de la cuenca Occidental del Mar Mediterráneo, el Mar de Alborán y el Golfo de Cádiz, un recuadro amarillo entre éstos dos últimos encierra el Estrecho de Gibraltar. El panel inferior muestra la batimetría detallada del Estrecho de Gibraltar, CS indica la posición del umbral de Camarinal, el umbral principal (290m) y ES el umbral de Espartel (360m), dónde se encuentra fondeada la línea de monitorización que recoge los datos usados en éste trabajo, entre ambos la cuenca de Tanger queda indicada por las siglas TB.

Una vez calibrados los instrumentos se corrigen los datos de Temperatura y Salinidad convenientemente y se realiza un submuestreo que consiste en seleccionar la muestra más fría en cada ciclo de marea (θ_{\min}),

reteniendo de este modo el agua Mediterránea “más pura”. Al analizar las series submuestreadas se encuentran tendencias positivas tanto en θ_{\min} (6.89 ± 3.24) 10^{-3}Cyr^{-1} como en Salinidad (1.34 ± 1.56) 10^{-3}yr^{-1} (Figura 2), en acuerdo con diversos trabajos anteriores que calculan tendencias del agua Mediterránea en la cuenca occidental [1], [2]. Dichas tendencias además parecen incrementarse a partir del año 2013, éste aumento de salinidad podría ser interpretado como una señal de la WMT (Western Mediterranean Transition) iniciada en los inviernos de 2005, 2006 [3] y que se caracteriza por un máximo de salinidad y densidad. Al ser más densa la WMT quedó situada en las capas más profundas, y sólo tras un nuevo e intenso evento de formación como fue el de 2012-2013 [4] podría la WMT incorporarse al flujo de salida en el Estrecho, una hipótesis que ya se especuló en el trabajo de Schroeder et al., 2016 even though the vertical stratification has basically remained unchanged. Starting in 2005, the basic structure of the intermediate and deep layers abruptly changed. We report here evidence of reinforced thermohaline variability in the deep western basin with significant dense water formation events producing large amounts of warmer, saltier and denser water masses than ever before. We provide a detailed chronological order to these changes, giving an overview of the new water masses and following their route from the central basin interior to the east (toward the Tyrrhenian [5] even though the vertical stratification has basically remained unchanged. Starting in 2005, the basic structure of the intermediate and deep layers abruptly changed. We report here evidence of reinforced thermohaline variability in the deep western basin with significant dense water formation events producing large amounts of warmer, saltier and denser water masses than ever before. We provide a detailed chronological order to these changes, giving an overview of the new water masses and following their route from the central basin interior to the east (toward the Tyrrhenian).

Por otro lado, de forma estacional, la serie de temperatura muestra aguas más frías(cálidas) en verano (invierno) consecuencia de un Western Alboran Gyre (WAG) más intenso y estable en ésta época del año [6]. Menos regulares son los mínimos de θ_{\min} que se dan entre el final del invierno y principios de primavera (Figura 2, áreas marcadas con azul), éstos son la respuesta a los eventos de formación de WMDW (Western Mediterranean Deep Water) en el Golfo de León, cuya señal se detecta unos meses después en el Estrecho de Gibraltar [7], [8].

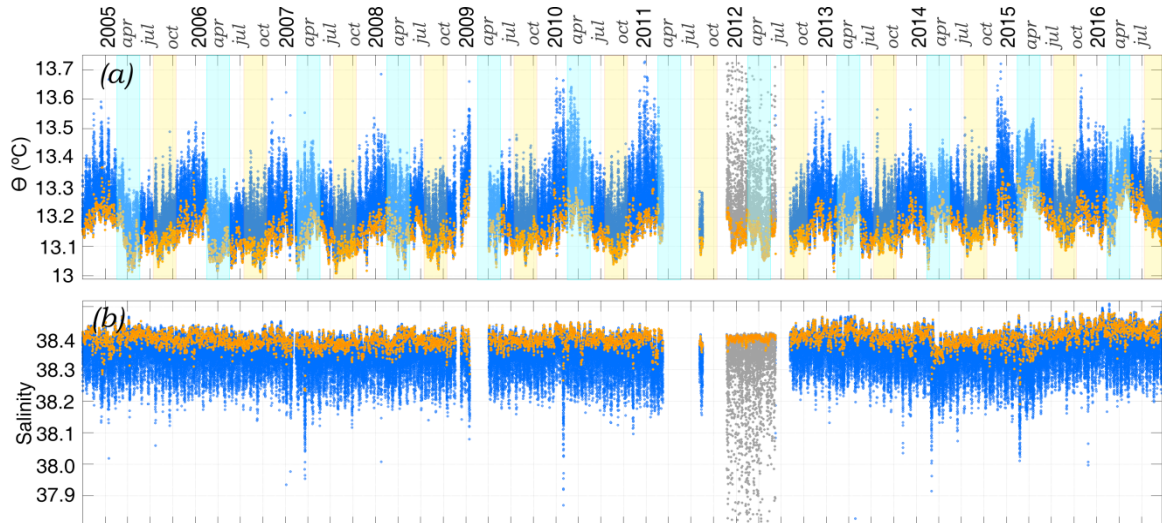


Figura 2. (a) Temperatura potencial en la línea de fondeo de Espartel (Fig 1), los puntos grises se corresponden con medidas tomadas en CS a las que se les ha aplicado una corrección que equivale aproximadamente a la modificación de las propiedades termohalinas por mezcla que sufre el agua Mediterránea en su camino desde CS hacia el punto de fondeo. Los puntos naranjas representan θ_{\min} (ver texto). Los rectángulos sombreados en azul señalan la época en la que se esperaba que los mínimos debidos a la formación de agua profunda puedan detectarse en Espartel (entre Febrero y Mayo), mientras que las zonas sombreadas en amarillo resaltan los mínimos estivales (entre Julio y Octubre). (b) Salinidad en el umbral de Espartel, que incluye los datos transferidos desde el umbral de Camarinal (puntos grises), los puntos naranjas muestran la serie de Salinidad submuestreada de acuerdo con la serie de mínimos de temperatura (θ_{\min}).

Referencias

- [1] M. Vargas-Yáñez *et al.*, “Extreme Western Intermediate Water formation in winter 2010,” *J. Mar. Syst.*, vol. 105–108, no. 0, pp. 52–59, 2012.
- [2] M. Borghini, H. Bryden, K. Schroeder, S. Sparnocchia, and A. Vetrano, “The Mediterranean is becoming saltier,” *Ocean Sci.*, vol. 10, no. 4, pp. 693–700, 2014.
- [3] CIESM, “Commission Internationale pour l’Exploration Scientifique de la Méditerranée,” in *Dynamics of Mediterranean deep waters, N° 38 in CIESM Workshop Monographs*, 2009, p. 1–17,.
- [4] X. Durrieu de Madron *et al.*, “Interaction of dense shelf water cascading and open-sea convection in the northwestern Mediterranean during winter 2012,” *Geophys. Res. Lett.*, vol. 40, no. 7, pp. 1379–1385, Apr. 2013.
- [5] K. Schroeder, J. Chiggiato, H. L. Bryden, M. Borghini, and S. Ben Ismail, “Abrupt climate shift in the Western Mediterranean Sea,” *Sci. Rep.*, vol. 6, p. 23009, 2016.
- [6] C. Naranjo, J. García Lafuente, J. C. Sánchez Garrido, A. Sánchez Román, and J. Delgado Cabello, “The Western Alboran Gyre helps ventilate the Western Mediterranean Deep Water through Gibraltar,” *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.*, vol. 63, pp. 157–163, 2012.
- [7] J. García Lafuente, A. Sánchez Román, G. Díaz del Río, G. Sannino, and J. C. Sánchez Garrido, “Recent observations of seasonal variability of the Mediterranean outflow in the Strait of Gibraltar,” *J. Geophys. Res. Ocean.*, vol. 112, no. C10, p. C10005, 2007.
- [8] J. García Lafuente, J. Delgado, A. Sánchez Román, J. Soto, L. Carracedo, and G. Díaz del Río, “Interannual variability of the Mediterranean outflow observed in Espartel sill, western Strait of Gibraltar,” *J. Geophys. Res. Ocean.*, vol. 114, no. C10, p. C10018, 2009.

EL PROGRAMA COPÉRNICO EN ESTUDIOS DE OCEANOGRAFÍA

Navarro, Gabriel

Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, CSIC, Puerto Real

gabriel.navarro@icman.csic.es

Palabras Clave: Teledetección oceanográfica, Programa Copérnico, Satélites Sentinel.

Copérnico es el programa de observación de la Tierra más ambicioso de la historia, diseñado para proporcionar información precisa, actualizada y de fácil acceso para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático y garantizar la seguridad ciudadana. Esta iniciativa está liderada por la propia Comisión Europea en colaboración con la Agencia Espacial Europea. Parte de este programa lo conforman las cinco familias de misiones Sentinel (1-5), que proporcionarán un conjunto de observaciones de la tierra, océanos y atmosfera.

Para el estudio de procesos oceanográficos, contaremos con los satélites Sentinel-1, Sentinel-2 y Sentinel-3. En concreto, el Sentinel-1 es una misión radar que mejora las prestaciones de satélites como el ERS-1/2 y el ENVISAT ASAR. El radar a bordo del Sentinel-1 proporciona imágenes radar en la banda-C (microondas) de forma continua para todo tipo de condiciones meteorológicas, tanto de día como de noche. La constelación de Sentinel-1 proporciona alta fiabilidad, tiempo de revisita mejorado, gran cobertura geográfica y rápida diseminación de los datos para dar servicio a aplicaciones operacionales en las áreas prioritarias de monitorización marina, terrestre y servicios de emergencia. Las aplicaciones oceanográficas de este satélite son muy variadas, incluyendo la monitorización del hielo, identificación de barcos, detección de contaminación y vertidos marinos, estimación de viento marino, etc. En la actualidad, están en órbita el Sentinel-1A (desde abril de 2014) y el Sentinel-1B (desde abril de 2016).

Sin embargo, la familia de Sentinel-2 (2A y 2B, lanzados en junio de 2015 y marzo de 2017, respectivamente) tienen a bordo el sensor MSI (Multispectral Instrument), que muestrea 13 bandas espectrales en la zona del visible, infrarrojo y SWIR. La resolución espacial va desde los 10 metros a los 60 metros de resolución, y aunque ha sido diseñado principalmente para estudios terrestres, las aplicaciones marinas son muy diversas, que van desde la detección de la calidad del agua, hasta la estimación de la batimetría, pasando por procesos físicos relacionados con ondas internas. En los últimos años se viene desarrollando un proyecto (Sen2Coral, <https://sen2coral.org>) para el estudio y evolución de los arrecifes coralinos utilizando los satélites Sentinel-2.

Por último, la familia de Sentinel-3 (3ª y 8ª, lanzados respectivamente en febrero 2016 y abril 2018) cargan cuatro instrumentos que funcionan en sinergia, siendo posiblemente la familia de satélites más compleja de todas las misiones de Sentinel. El objetivo principal de la misión Sentinel-3 es medir la topografía de la superficie del mar, la temperatura y el color de la superficie, tanto terrestre como oceánica, con alta precisión y fiabilidad para ayudar a los sistemas de predicción oceánica, monitorización ambiental y del clima. En concreto, el satélite Sentinel-3 lleva los siguientes instrumentos de carga útil:

- Un instrumento de espectrometría de barrido (OLCI, Ocean and Land Colour Instrument) para la cuantificación de la clorofila superficial, producción primaria, etc, entre otros productos.
- Un radiómetro para la detección de la temperatura superficial (SLSTR, Sea and Land Surface Temperature Radiometer).
- Un altímetro SAR (SRAL, SAR Radar Altimeter) para la estimación del nivel del mar, oleaje y viento superficial del océano.
- El instrumento SRAL es compatible con el radiómetro de microondas de dos canales (MWR, MicroWave Radiometer) que se utiliza para derivar la corrección atmosférica y las mediciones de vapor de agua en la columna atmosférica necesarias para cumplir los exigentes requisitos de rendimiento de Sentinel-3.

LA REVOLUCIÓN AZUL, UN DOBLE DESAFÍO NUTRICIONAL

Carmen Navarro-Guillén

Centro de Ciências do Mar do Algarve (CCMAR), Universidade do Algarve
cpguillen@ualg.pt.

La FAO considera prioritario aumentar la producción acuícola en los próximos 50 años con el objetivo de poder alimentar a la población humana con proteína animal; la acuicultura debe cubrir la brecha creciente entre el suministro de alimentos acuáticos y la demanda de una población mundial en crecimiento. De esta necesidad ha surgido el concepto de “Revolución Azul”. A pesar de que la inclusión, cada vez mayor, de ingredientes de origen terrestre en las dietas ha ayudado a alcanzar las altas tasas de crecimiento anual observadas en el cultivo de peces y crustáceos, el volumen de la producción acuícola está dominado por un pequeño número de especies. En la mayoría de los casos las tasas de supervivencia son bajas o muy variables y el potencial de crecimiento no se explota plenamente, lo que indica una laguna de conocimiento referente a las condiciones óptimas de nutrición. Es por ello que continúa siendo un reto actual el desarrollo una acuicultura sostenible y nutricionalmente más eficiente.

La investigación en las últimas décadas se ha centrado en la formulación de dietas y la incorporación de nuevos ingredientes que han permitido disminuir el nivel trófico de las especies carnívoras en cultivo sin comprometer la calidad del producto final, como es el caso del salmón, lo que se traduce en una mayor sostenibilidad. Además, con el uso de las nuevas herramientas “ómicas” se ha ganado una mayor percepción de los mecanismos fisiológicos implicados en las funciones digestivas de diferentes especies en cultivo. Lo que ha ayudado a avanzar en otro de los desafíos para alcanzar una mayor producción piscícola, el desarrollo de protocolos de alimentación que aumenten la eficiencia digestiva de las especies en cultivo.

Como conclusión, el objetivo a largo plazo de la investigación en la nutrición en acuicultura debe ser mejorar los protocolos de alimentación, y con ello la eficiencia digestiva de las especies, así como encontrar nuevas fuentes de ingredientes, preferiblemente fuera de la cadena alimentaria humana, que permitan constituir una acuicultura autosostenible y altamente productiva.

EL CARIBE EN EL SISTEMA ATLÁNTICO MODERNO: SU DEFENSA Y REPRESENTACIÓN COMO FRONTERA IMPERIAL

Padrón Reyes, Lilyam

Universidad de Cádiz, Departamento de Historia Moderna,
Contemporánea, de América y del Arte

lilyam.padron@uca.es

Desde fines del siglo XVI el Caribe cobrará una enorme importancia debido a los intercambios comerciales y culturales que traspasarán los límites de lo local/regional al nivel global. Los recelos e intereses geopolíticos de otros imperios europeos transformarán la zona en un escenario de incesantes conflictos diplomáticos, guerras, pillajes, contrabando y múltiples disputas. Partiendo de ello, proponemos en nuestra comunicación abordar desde una perspectiva histórica-transdisciplinar la importancia geoestratégica del espacio caribeño como “frontera imperial”, a través del estudio del sistema defensivo implementado por la Corona española a lo largo de la época moderna tanto en las zonas de costas como en el interior de las principales villas.

COASTAL HAZARD AND RISKS IN THE EUROPEAN COASTS: HISTORICAL, ACTUAL AND CLIMATE CHANGE IMPLICATIONS

Theocharis A. Plomaritis University of the Algarve, CIMA, Faro, Portugal

Coastal communities are threatened by the impact of severe storms that may cause significant loss or damage of property and life. The main processes causing such impacts are overwash, inundation and storm-induced beach/dune erosion, that specifically affect sandy coastlines and nearby coastal communities. Historical analysis of storm events and their consequences show that the problems associated with coastal risks are well known and have been the object of study for many decades. However, several recent examples show the influence of low-frequency high impact events (such as storm Xynthia (2010) and Hercules (2014)) on developed countries along the south-west coast of Europe, that can have significant consequences on coastal infrastructure and communities. The latter have raised awareness that even developed coasts and countries can be severely exposed to coastal hazards.

Furthermore, coastal risk associated with storms is likely to increase in the future due to climate change (e.g. sea level rise and/or changes on storminess) and on-going coastal development. Extreme sea levels (and associated coastal flooding) are expected to increase their frequency worldwide as a result of sea level rise, hence increasing the flood risk over the next decades. This means that a thorough preparation will be crucial to minimize future storm impacts. In order to undertake the adequate preparedness steps, a series of information and knowledge needs to be in place. This information considers the present and future behaviour of the coastal system as a response to various oceanographic and morphodynamic processes.

As results of the above interaction between oceanographic and morphodynamic processes, coastal risk assessment or prediction is frequently subject to a problem of scale, meaning that although in the majority of the times the forcing mechanisms are related to large atmospheric phenomena, like storms, the hazards, associated damages and overall risk can be restricted to specific sections of the coast known as hotspots. The development of tools that can correctly identify hotspots and the specific conditions that characterise them are a fundamental tool in the hands of coastal scientist and managers. A series of tools for regional and local identification of hotspots were developed over the last years. These tools combine both empirical (simple) and modelling (complex) approaches. The former are normally used for regional scale identification, while the latter are used for high resolution analysis and hotspot comparison. Specific numerical models have been developed with a principal objective to predict coastal hazards under extreme events both at an operational (forecast) timeframe but also as hindcast of past events. The above tools and methods are also employed for the evaluation of mitigation strategies and disaster risk reduction measures as well as for estimating potential risk changes due various climate change scenarios.

SALUD Y MAR. BENEFICIOS Y RIESGOS

Roldán, Ana M.

Dpto. Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos
Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz

ana.roldan@uca.es

En los últimos años se ha producido un creciente reconocimiento de los beneficios que aportan para la salud humana los recursos marinos incrementándose, entre otros, tanto el consumo de productos pesqueros (procedentes tanto de la pesca como de la acuicultura) como los avances en biotecnología marina. La biodiversidad que albergan los mares y océanos ofrecen no sólo alimentos saludables sino también productos biológicos con fines medicinales y “servicios del ecosistema” que contribuyen a la salud y bienestar humano, tanto físico como psicológico y emocional.

Los productos del mar son una fuente rica en proteínas, minerales, vitaminas, aminoácidos, polisacáridos y, sobre todo, ácidos grasos esenciales omega 3. Estas propiedades hacen que estos productos se consideren actualmente alimentos saludables que contribuyen a mantener una dieta equilibrada y prevenir enfermedades como las cardiovasculares y el cáncer. Sin embargo, el consumo de productos pesqueros también puede producir algunos problemas de salud a la población, sobre todo, si su preparación-manipulación no es la adecuada. Así, entre los factores de riesgo más importantes del consumo de estos productos destacan la presencia de anisakis, biotoxinas o contaminantes, tales como metales pesados (Cd, Pb y Hg, principalmente), DDT (diclorodifeniltricloroetano), PAH (hidrocarburos aromáticos policíclicos), dioxinas y PCB (bifenilos policlorados), entre otros.

Además de los productos pesqueros como pescado o crustáceos, del mar se extraen más especies, desde tiburones a algas, las cuales producen compuestos bioactivos con importantes aplicaciones de gran potencial como anticancerígenos, antibacterianos, antifúngicos, citotóxicos, antiinflamatorios o antifouling, contribuyendo a que la biotecnología marina aplicada a la salud sea un ámbito de creciente interés. Actualmente, sólo se conocen unos 15.000 productos naturales de origen marino farmacológicamente activos, una décima parte de los terrestres. Por tanto, la exploración y búsqueda de nuevos compuestos que puedan servir para el tratamiento de enfermedades como el cáncer, las enfermedades inflamatorias y otras de carácter vírico, bacteriano o fúngico, apenas se ha iniciado abriendo paso a nuevas vías de investigación en biotecnología marina.

NUEVOS RETOS PARA LA PESCA EN EUROPA. HACIA UN FUTURO CON CERO DESCARTES

Ruiz-Jarabo, Ignacio; Barragán-Méndez, Cristina; Miguel Mancera, Juan
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR)
ignacio.ruizjarabo@uca.es

En Europa, a partir de enero del 2019, será obligatorio desembarcar todas las capturas sometidas a cuotas o tallas mínimas (Reglamento UE 1380/2013). Esta legislación pretende eliminar los descartes de la pesca, esto es, la captura de animales no objetivo y/o de bajo interés comercial, los cuales hasta ahora eran devueltos al mar (vivos o muertos).

Para ello existen tres grandes líneas de trabajo: 1) Reducir la cantidad de capturas no deseadas mediante la modificación de los artes de pesca, de las áreas geográficas de pesca o de periodos de veda; 2) Estudiar la supervivencia de las capturas, puesto que la misma ley especifica que aquellas especies con altas tasas de supervivencia tras la captura podrán ser devueltas al mar; y 3) Dar salida comercial a las capturas indeseadas que tengan que ser desembarcadas. La mayoría de los esfuerzos en Europa se están centrando en la primera y tercera líneas de trabajo, mientras que el estudio de la supervivencia de las capturas parece haber pasado más desapercibido.

El presente trabajo pretende arrojar algo de luz sobre la importancia de la evaluación de la supervivencia de las especies capturadas. Para ello, se pondrá énfasis en las aproximaciones holísticas, aquellas que utilizan herramientas metodológicas de diversas áreas del conocimiento para la búsqueda de una solución conjunta. Se mostrarán ejemplos de trabajos actuales llevados a cabo por diversas pesquerías europeas, y se hará especial hincapié en el Golfo de Cádiz, una de las áreas geográficas con mayor biodiversidad en el océano Atlántico europeo.

PIENSOS INNOVADORES PARA LA ACUICULTURA DEL FUTURO

Sáez Casado, María Isabel

Universidad de Almería.

msc880@ual.es

En la actualidad, la acuicultura es la producción animal más próspera. Sin embargo, paralelamente al incremento de dicha producción, surgen nuevos desafíos que amenazan la rentabilidad del sector. Por un lado, la necesidad urgente de encontrar fuentes alternativas y sostenibles de alimentación para reemplazar la harina de pescado en la mayor medida de lo posible. Por otro lado, los problemas relacionados con la intensificación del sector, que conducen a impactos ambientales indeseables, y problemas emergentes de salud multifactorial, claramente vinculados al estado de estrés.

Esta problemática se puede abordar a través de diferentes estrategias, aunque desde un punto de vista holístico, el desarrollo y uso de piensos funcionales permitirá establecer las bases de una novedosa estrategia. En este sentido, mediante la mejora de la condición, salud y bienestar de los animales, así como con el fin de solventar episodios críticos relacionados con su ciclo biológico y cultivo, podemos conseguir productos acuícolas de alta calidad y de origen sostenible. La clave se basa en el diseño de fórmulas innovadoras que logren un modelo de negocio sostenible y respetado por el consumidor. Además, la prohibición del uso subterapéutico de antibióticos, así como la existencia de normativas muy exigentes respecto a la utilización de este tipo de sustancias están ocasionando un enorme esfuerzo de investigación para el desarrollo de otras estrategias alternativas en el control de las enfermedades. En este contexto, el uso de dietas salud que incluyen ingredientes y /o aditivos con propiedades funcionales sobre el organismo es una opción muy prometedora. Este tipo de piensos contienen diferentes ingredientes que producen efectos beneficiosos sobre los animales. Entre ellos se incluyen antioxidantes, inmunoestimulantes, nutraceuticos, probióticos y prebióticos, que promueven efectos positivos sobre el estado de condición, la salud de los animales, y la calidad del producto final.

LA GEOGRAFÍA OCULTA DEL GOLFO DE CÁDIZ

Ricardo Sánchez-Leal

Instituto Español de Oceanografía – C.O. Cádiz

rleal@ieo.es

Moldeado a lo largo millones de años por la corriente de salida del Mediterráneo, bajo las aguas del golfo de Cádiz se oculta un paisaje submarino caracterizado por una riqueza oceanográfica, geomorfológica y biológica únicas. La variedad de formas geológicas (valles, canales, montes submarinos, campos de dunas, volcanes de fango) le confieren una gran heterogeneidad en la cual tienen cabida algunos de los lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de ámbito marino de más reciente declaración, tal como es el LIC-ESZZ16002 (Volcanes de fango del golfo de Cádiz).

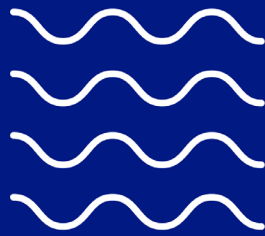
Las últimas investigaciones muestran con un nivel de detalle sin precedentes la imagen cristalina del responsable de esta compleja morfología: la subcorriente mediterránea. A través de los 14,4 kilómetros que separan África y Europa ocurre un intercambio de masas de agua entre las cuencas atlántica y mediterránea desde hace 5,3 millones de años. El agua mediterránea saliente -más salina y densa- cae en cascada hacia el Atlántico, mientras que el agua atlántica -menos salina y densa- se adentra hacia el Mediterráneo cabalgando sobre las aguas salientes.

Al flujo saliente se oponen tanto esta agua atlántica como la fricción sobre fondo. En su techo, la fuerte cizalla vertical de velocidades es causa de intensos procesos de mezcla en zonas localizadas y que son intermitentes a lo largo del tiempo. La tensión tangencial sobre el fondo da lugar a fenómenos erosivos que han sido capaces de moldear el lecho marino, originando los diversos canales contorníticos y sus depósitos marginales presentes entre los afloramientos rocosos que interrumpen el flujo principal. Así, esta salida, inicialmente como un chorro único, desborda en cascadas y, mientras circula sobre el talud continental, se bifurca en diversas ramas y se abre en la margen exterior inundando las capas intermedias de la cuenca atlántica.

En la presente charla voy a describir las características termohalinas y cinemáticas de la corriente mediterránea mientras discurre a lo largo de sus primeros 200 kilómetros en golfo de Cádiz. Veremos el chorro se despide de la cuenca mediterránea mientras traza una amplia curva siguiendo las curvas de nivel. Veremos como la orografía lo divide en subcorrientes de gravedad que van diluyendo su señal de salinidad y velocidad a medida que se mezclan con las aguas circundantes. Elaboraré sobre las aplicaciones prácticas de este tipo de estudios para proporcionar un marco contextual a los estudios sobre la dinámica de las comunidades marinas y sus actividades asociadas y, especialmente, las implicaciones para la comprensión de los mecanismos de forzamiento el modelado de procesos climáticos. Finalmente daremos algunas indicaciones sobre lo que sabemos de su variabilidad temporal a escalas estacionales y de mayor frecuencia.

2. *Flash-talks*

2.1. El conocimiento del mar



VALIDATION OF SENTINEL-3A SRAL SEA LEVEL DATA IN THE SPANISH COAST

Aldarias, Ana ⁽¹⁾; Gómez-Enri, Jesús ⁽¹⁾; Laiz, Irene ⁽¹⁾; Tejedor, Begoña ⁽¹⁾; Vignudelli Stefano ⁽²⁾;
Cipollini, Paolo ⁽³⁾

⁽¹⁾ University of Cadiz. Puerto Real, Cadiz, Spain. anaisabel.aldarias@uca.es, jesus.gomez@uca.es,
irene.laiz@uca.es, begonia.tejedor@uca.es

⁽²⁾ Institute of Biophysics, National Research Council. Pisa, Italy.
vignudelli@pi.ibf.cnr.it

⁽³⁾ ESA Climate Office. Oxfordshire, U.K. paolo.cipollini@esa.int

Key words: Coastal Altimetry, Sentinel-3A SRAL, validation, sea level anomaly, sea state bias correction.

Abstract

In this work, we present a preliminary assessment of altimeter data from the Sentinel-3A SRAL mission (June 2016 to December 2018) using the GPOD service (<https://gpod.eo.esa.int/>) along the Spanish coasts: Bilbao (Bay of Biscay), Huelva (Gulf of Cadiz) and Barcelona (western Mediterranean Sea). The aim of this study is obtain high quality altimeter data near the coast.

Material and Methodology

We validated the altimeter data using sea level data from three radar tide gauges (with a sampling interval of 5 minutes) located within the ports of the aforementioned locations. The tide gauge data were provided by the Spanish Puertos del Estado. We used this data to generate the time series of Sea Level Anomaly (SLA), as in Eq. 1. For the altimeter, the SLA time series were obtained using the *Range* and *Geophysical* corrections available in the GPOD product, with the exception of the *Sea State Bias* correction (SSB), that was not available (Eq. 2). For delay-Doppler altimetry, no broadly accepted models are currently available for this correction so, as a first approximation, we subtracted from *Range* a SSB correction using different percentages of *Significant Wave Height* (SWH), ranging from 0 to 10% of the SWH. We used the closest tracks to the tide gauges (both ascending and descending) at the highest along-track sampling rate: 80 Hz, equivalent to a distance between two consecutive measurements of ~ 85 m. The analysis was focused in the coastal strip of the three sites (5-20 km band to the coastline).

$$Tide_gauge_SLA = Water\ Level - Tidal\ Prediction \quad (Eq. 1)$$

$$S3A_SLA = Orbit - Range - Range\ corrections - Geophysical\ corrections - Mean\ Sea\ Surface \quad (Eq. 2)$$

We validated the altimeter products by estimating two parameters: the root mean square error (*RMSE*) and the Pearson correlation coefficient (*r*). We estimated the variation of the *r* and *RMSE* values with the distance to the coast and the different SSB solutions at the three selected sites. We also compared the performance of the SLA obtained for the ocean-to-land and land-to-ocean transitions.

Results and Discussion

The optimal value obtained for the SSB correction corresponds to 5% of SWH.

The correlation parameters values are shown in Table 1. In all cases, the correlation between the altimeter and the tide gauges were positive. In general, both the *r* and *RMSE* parameters show an inverse pattern, i.e., higher *r* values correspond to lower *RMSE* values and vice versa.

Table 1. Results of the comparison between the altimeter and tide gauge SLA time series (5-20 km band to the coastline). The SSB used corresponds to 5% of the SWH.

| Zone | Track | 5 – 20 km | | | |
|------|-------|-----------|------|------------------|-------------------|
| | | RMSE (cm) | r | Coeficient Level | Nº valid data (%) |
| HU | #114 | 7.1 | 0.80 | 99.9 | 100 |
| | #322 | 7.2 | 0.71 | 99.8 | 100 |
| BA | #356 | 7.6 | 0.70 | v | 98.6 |
| | #008 | 7.4 | 0.73 | 99.8 | 100 |
| BI | #051 | 9.5 | 0.71 | 98.8 | 99.0 |
| | #071 | 9.1 | 0.71 | 99.5 | 100 |

Conclusions

Altimeter data on board Sentinel-3A at an along-track spatial resolution of ~ 85 m (80 Hz) show a quality in line with previous altimeter missions (CryoSat-2: 20 Hz; and SARAL: 40 Hz). Furthermore, the use of altimeter data at a fine along-track spatial resolution, such as the one used in this work, could be useful to study smaller-scale ocean processes near to coast.

Acknowledgments

The altimetry data used in this study were obtained from the ESA-GPOD (S3A) web page, and the tide gauge data were provided by the Spanish Puertos del Estado.

Ana Aldarias is financed by the European Social Fund and the Youth Employment Initiative through the “Programa Operativo de Empleo Juvenil”.

References

- Gómez-Enri, J., Vignudelli, S., Cipollini, P., Coca, J., & González, C. J. Validation of CryoSat-2 SIRAL sea level data in the eastern continental shelf of the Gulf of Cadiz (Spain). (2017). *Advances in Space Research*, in Press.
- Laiz, I., Gómez-Enri, J., Tejedor, B., Aboitiz, A., Villares, P. Seasonal sea level variations in the Gulf of Cadiz continental shelf from in-situ measurements and satellite altimetry. *Continental Shelf Research* 53 (2013), 77-88.

ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA: UNA TÉCNICA, MUCHAS APLICACIONES

Amaral Acosta, Valentina ^(1,2); Romera-Castillo, Cristina ⁽³⁾; Forja, Jesús ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Química-Física, INMAR, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España.

valen.amarala@alum.uca.es, jesus.forja@uca.es

⁽²⁾ Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República, Rocha, Uruguay.

⁽³⁾ Instituto de Ciencias del Mar-CSIC, Barcelona, España. crisrc@icm.csic.es

Palabras Clave: Espectroscopia, Fluorescencia, Biogeoquímica, Aplicaciones ambientales, Quimiometría.

Durante los últimos 20 años ha habido un crecimiento notable en el uso de espectroscopia de fluorescencia en la Biogeoquímica Marina, especialmente para caracterizar la materia orgánica disuelta (DOM) [1, 2].

La fluorescencia resulta por lo general debido a la presencia de compuestos aromáticos. Ocurre cuando una molécula absorbe energía causando la excitación de un electrón a un nivel más alto que al retornar a su estado fundamental pierde la energía ganada en forma de luz o fluorescencia, es decir, una molécula con la capacidad de absorber y emitir radiación, proceso que dependerá de la estructura química de la molécula [1]. Entonces, la longitud de onda de excitación y emisión a la cual ocurre la fluorescencia es característica de las estructuras específicas de dicha molécula [2]. Esto se obtiene a partir de la realización de matrices de excitación-emisión; una estructura tridimensional donde se observa una serie de espectros de emisión recogidos a distintas longitudes de onda de emisión, proporcionando así una “huella digital” de los compuestos o fluoróforos presentes en la muestra.

En ese sentido el uso de la espectroscopia de fluorescencia ha sido ampliamente usado para trazar cambios y dilucidar el papel de la DOM en los sistemas acuáticos [2]. En general, la DOM es clave en diversos procesos ecosistémicos como la atenuación de la luz, transporte de metales y contaminantes orgánicos y conectando las reservas de carbono terrestres y oceánicas [2]. Por ejemplo, la fracción ópticamente activa de la DOM nos da información sobre su origen, estado diagenético, biodisponibilidad y reactividad además de su función ecológica. Además de ser una técnica rápida, precisa y accesible, posibilita abordar estudios de cambios temporales y espaciales al permitir el análisis de grandes números de muestras.

Por otro lado, la espectroscopia de fluorescencia ha sido usada para la identificación de contaminantes orgánicos como agroquímicos [3] e hidrocarburos policíclicos aromáticos [4,5]. Además se ha empleado para verificar el intercambio de aguas de lastre en buques y cruceros oceanográficos [6], trazar aguas subterráneas [7], caracterizar vinos [8] y vinagres [9].

El objetivo de este trabajo es presentar las diversas aplicaciones que tiene la espectroscopia de fluorescencia, así como resultados preliminares del trabajo de doctorado sobre la caracterización de la DOM en el Golfo de Cádiz mediante el uso de esta técnica.

Agradecimientos

El trabajo de doctorado se encuentra dentro del proyecto Oceanografía integrada del Golfo de Cádiz (OCAL), CICYT (Programa Español de Ciencia y Tecnología). Valentina Amaral cuenta con una beca “Posgrados en el Exterior” de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, ANII, Uruguay.

Referencias

- [1] Principles of Fluorescence Spectroscopy, J.R. Lakowicz, 3rd ed. New York: Springer Science+Business Media, 2006.
- [2] Aquatic organic matter fluorescence, P.G. Coble, et al. (ed.). Cambridge University Press, 2014.
- [3] Porini, J. A., & Escandar, G. M. (2011). *Analytical Methods*, 3(7), 1494-1500.
- [4] Ferretto, N., Tedetti, M., Guigue, C., Mounier, S., Redon, R., & Goutx, M. (2014). *Chemosphere*, 107, 344-353.
- [5] Gonnelli, M., Galletti, Y., Marchetti, E., Mercadante, L., Brogi, S. R., Ribotti, A. & Santinelli, C. (2016). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 133, 88-99.
- [6] Murphy, K. R., Stedmon, C. A., Waite, T. D., & Ruiz, G. M. (2008). *Marine Chemistry*, 108(1-2), 40-58.
- [7] Baker, A. and Lamont-Black, J. (2001). *GroundWater*, 39: 745–750.
- [8] Airado-Rodríguez, D., Galeano-Díaz, T., Durán-Merás, I., & Wold, J. P. (2009). *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5), 1711-1720.
- [9] Callejón, R. M., Amigo, J. M., Pairo, E., Garmón, S., Ocaña, J. A., & Morales, M. L. (2012). *Talanta*, 88, 456-462.

INDICATORS OF GOOD ENVIRONMENTAL STATUS IN FISH COMMUNITIES AT INFRALITORAL ROCKY BOTTOMS

Bernal, Alejandro; Vázquez-Luis, Maite; Álvarez, Elvira; Deudero, Salud
IMPACT@SEA, Instituto Español de Oceanografía – Centro Oceanográfico de
Balears (IEO- COB), Palma de Mallorca, ESPAÑA.

ale.bernal.ibanez@gmail.com, maite.vazquez@ieo.es, elvira.alvarez@ieo.es,
salud.deudero@ieo.es

Palabras Clave: MSFD, Fish communities, Infralittoral rocky, Biological indicators, Good Environmental Status (GES).

The assessment of the European marine environment has made a progress with the implementation of a European legal framework and the adoption of different directives such as the recently Marine Strategy Framework Directive (MSFD; 2008/56/EC). It requires the assessment of the ecological status of the marine fish communities and it pretends to achieve a “good environmental status” of the marine waters until 2020 (MSFD, 2008). In this research, we wanted to determinate the state of the fish communities from rocky infralittoral of the coasts of Balearic Islands and Catalonia. A several indices and indicators (Species richness, Shannon’s index, Jaccard’s similarity, Margalef’s richness, Pielou’s evenness, biomass, abundance, taxonomic distinctness and trophic guilds) has been used in order to establish conservation status of fish communities. The sampling was carried out by scuba diving (visual census) in localities with a gradient of protection level in order to check differences among fish communities. Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) were used to evaluate the differences in communities between protected and not protected areas, as well as to determine differences between geographical areas (Figure 1). Significant differences of fish abundance were found in geographical areas for the protection level ($P < 0.01$). Catalonia’s coast present significant differences of fish abundance regarding protection level ($P < 0.01$). Best preserved areas present structured communities at the trophic level with higher abundances of apex predators. Marine protected areas present a high taxonomic diversity. Fish communities are good biological tools to establish the state of our coasts. Moreover, a comparison of indices for fish communities is provided.

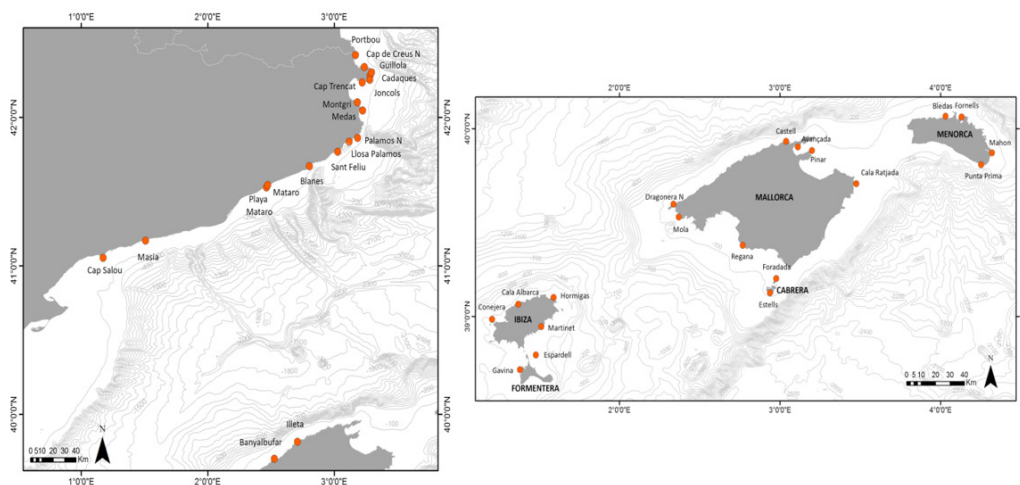


Figure 1. Localities sampled during INFRAROCK 2016 (Balearic Islands, left) and 2017 (Catalonia, right) campaigns.

ESTUDIO DE PATRONES DE CIRCULACIÓN EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR A PARTIR DE BOYAS LAGRANGIANAS

Bolado-Penagos, Marina ⁽¹⁾; Sala, Iria ⁽²⁾; Gomiz-Pascual, Juan Jesús ⁽¹⁾; Navarro, Gabriel ⁽³⁾; Vázquez, Águeda ⁽²⁾; Bruno, Miguel ⁽²⁾

⁽¹⁾Dpto. de Física Aplicada, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, marina.bolado@uca.es, juanjesus.gomiz@uca.es, agueda.vazquez@uca.es, miguel.bruno@uca.es

⁽²⁾Dpto. de Biología, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, iria.sala@gmail.com

⁽³⁾ Dpto. de Ecología y Gestión Costera, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), gabriel.navarro@icman.csic.es

Palabras Clave: Estrecho de Gibraltar, mesoescala, boyas lagrangianas, Trafalgar, Atlantic Jet

Introducción

Las masas de agua procedentes del Atlántico Norte y Mar Mediterráneo están conectadas a través del Estrecho de Gibraltar. El esquema de circulación que ambas masas de agua presentan en esta localización viene determinado por sus características: el agua atlántica menos densa fluye por encima de la masa de agua mediterránea, con mayor salinidad y por ello más densa; describiendo un sistema bicapa separado por una superficie interfacial. La conexión de patrones de circulación entre ambas cuencas ha sido descrita en distintos trabajos a partir de diferentes metodologías como imágenes de satélite [1], mediciones in-situ [2], o simulaciones numéricas [3].

Los bordes costeros a ambos lados de este emplazamiento geográfico, han sido caracterizados por la presencia de áreas con altos tiempos de residencia de las masas de agua, lo que favorece la acumulación de altas concentraciones de nutrientes, como es el caso del Cabo Trafalgar [4], donde unido al efecto de la propia batimetría se observa un afloramiento casi permanente.

El objetivo del presente trabajo es estudiar los patrones de circulación superficial que existen en los bordes costeros del Estrecho de Gibraltar, así como determinar la presencia de dichas zonas de altos tiempos de retención. Para ello se realizó la suelta de boyas lagrangianas en distintas localizaciones a lo largo del Estrecho y en distintas condiciones meteorológicas y de marea.

Metodología

En el marco del proyecto MEGAN tuvo lugar una campaña oceanográfica a bordo del B.O. Sarmiento de Gamboa entre el 21 de Septiembre y 11 de Octubre de 2015, en donde fueron lanzadas un total de 17 boyas lagrangianas (SouthTEK) con el fin de alcanzar el objetivo descrito, tanto en condiciones de mareas muerta, como en mareas vivas. La posición y momento de lanzamiento de cada boya se planificó previamente con el fin de estudiar todas las zonas de retención descritas en el área de estudio, así como el comportamiento que estas pudiesen describir en función de la predicción de la marea.

Las boyas estaban dotadas de tecnología GPS (Coastal Nomad) e IRIDIUM (Offshore Nomad), siendo utilizadas unas u otras en función del objetivo a perseguir en cada caso, y de la zona de estudio concreta. Los datos de la posición de la boya eran obtenidos de manera inmediata, lo que permitió conocer durante el desarrollo de la campaña la posición exacta de la boya en cada momento.

Resultados

En condiciones de mareas muertas (21 de Septiembre), coincidiendo con la presencia de vientos de Poniente en la zona de estudio, las boyas desplegadas en distintas posiciones situadas entre Trafalgar y Tarifa, fueron transportadas en su totalidad hacia el lado oriental del Estrecho, entrando en la cuenca del Mar de Alborán, y describiendo distintos patrones de circulación. La boya lanzada en el borde costero del Cabo Trafalgar (Fig. 1a) tras permanecer retenida en la zona de lanzamiento (en torno a tres días), continuó su trayectoria por el borde costero hasta pasar el Estrecho y penetrar en el giro ciclónico noroccidental del Mar de Alborán.

Para el periodo de mareas vivas (28 de Septiembre) se repitió el mismo experimento (Fig. 1b), sin embargo en esta ocasión las condiciones de viento que imperaban en la zona eran de Levante, y la boya no fue capaz de salir de la zona de lanzamiento, permaneciendo retenida en esta todo el intervalo del tiempo durante el que se registraron datos de su posición. El resto de las boyas lanzadas en esta fase permanecieron el borde costero del lado atlántico del Estrecho, sin que ninguna fuese capaz de alcanzar la cuenca occidental del Estrecho e introducirse en los giros ciclónicos y anticiclónicos característicos de esta cuenca, como ocurrió en la fase anterior.

Las boyas lanzadas con el fin de estudiar los patrones de circulación de la masa agua atlántica superficial (Atlantic Jet), describieron distintas trayectorias. Mientras que una de las boyas recreó el recorrido de este Jet en su desplazamiento por el Mediterráneo, llegando a alcanzar el límite Almería-Orán; otra de las boyas se introdujo en el giro anticiclónico occidental de la cuenca del Mar Alborán.

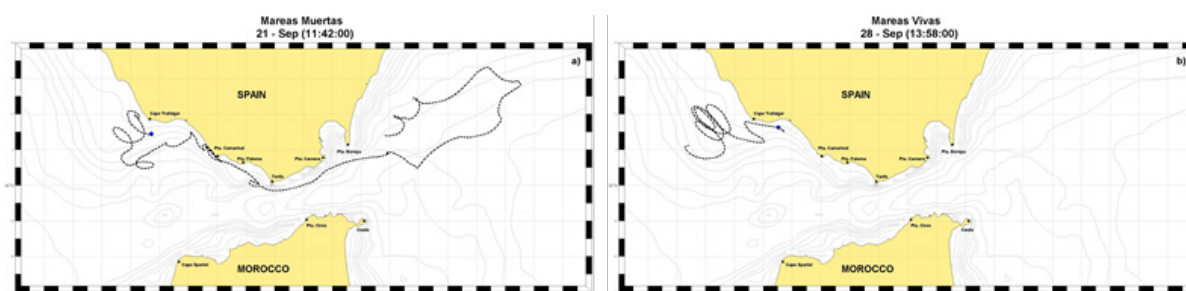


Figura 1. Trayectorias seguidas por las boyas lanzadas en el borde costero del Cabo Trafalgar. El punto azul indica la posición en la cual fue lanzada la boya. a) Boya lanzada el 21 de Septiembre en condiciones de mareas muertas; b) boya lanzada el 28 de Septiembre en mareas vivas.

Conclusiones

A partir del lanzamiento de boyas lagrangianas en distintos emplazamientos del Estrecho de Gibraltar, se han podido constatar los patrones de circulación existentes entre los bordes costeros del mismo. El registro de las boyas, junto con las imágenes de satélite de color oceánico, ha constatado la descripción de tres zonas de retención y acumulación de clorofila en la zona de estudio: Cabo Trafalgar, Punta Camarinal – Punta Europa y el giro noroccidental del Mar de Alborán. La alta productividad de las áreas localizadas en la vertiente atlántica, es transportada hasta la costa Norte del Mar de Alborán, favoreciendo dicho transporte el aporte de nutrientes a esta zona del Mediterráneo.

Las boyas que se desplegaron dentro de la parte más angosta del Estrecho, permitieron identificar los diferentes patrones de variabilidad del chorro atlántico (Atlantic Jet), registrándose el desplazamiento de este hacia la costa norte, o bien constituyendo el ramal ascendente del giro anticiclónico occidental.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido realizado gracias a la financiación obtenida por parte del proyecto del Plan Nacional CTM2013-49048, CTM2014-58181-R, y el proyecto regional PR11-RNM-7722. Las autoras M.B.P e I.S realizan su tesis bajo un contrato predoctoral del programa FPI.

Referencias

- [1] A. Vázquez, S. Flecha, M. Bruno, D. Macías, G. Navarro. *Geophysical Research Letters*. 36 (2009) 23.
- [2] E. Ramírez-Romero, D. Macías, C.M. García, M. Bruno. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*. 85 (2014) 88-100
- [3] M. Bruno, J. Chioua, J. Romero, A. Vázquez, D. Macías, C.M. García, E. Ramírez-Romero, F. Echevarría, J. Reyes. *Progress in Oceanography*. 116 (2013) 66-79.
- [4] I. Sala, G. Navarro, M. Bolado-Penagos, F. Echevarría, C.M. García. *Remote Sensing*. 10 (2018) 165.

MEZCLA DIAPICNA EN EL AFLORAMIENTO DE CABO GHIR: DOBLE DIFUSIÓN Y CIZALLA VERTICAL

Cabrera Busto, Juncal ⁽¹⁾; Rodríguez Santana, Ángel⁽²⁾; Marrero Díaz, Ángeles ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
juncalcabrera@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. angel.
santana@ulpgc.es

⁽³⁾ Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. angeles.
marrero@ulpgc.es

Palabras Clave: mezcla diapicna, doble difrusion, cizalla vertical, Cabo Ghir

La mezcla diapicna juega un papel importante en la modificación de las masas de agua, el transporte de calor y en la estratificación del océano. Comprender sus variaciones espaciales y temporales es clave no solo para mejorar los modelos oceánicos a gran escala, sino también para comprender la evolución de los sistemas oceánicos, como los sistemas de afloramiento.

Por esta razón, decidimos analizar los procesos de mezcla en coordenadas diapicnas en el afloramiento de Cabo Ghir. Para ello, utilizados datos de CTD provenientes de la campaña oceanográfica PROMECA que se llevó a cabo del 18 al 29 de octubre de 2010 a bordo del buque oceanográfico García del Cid.

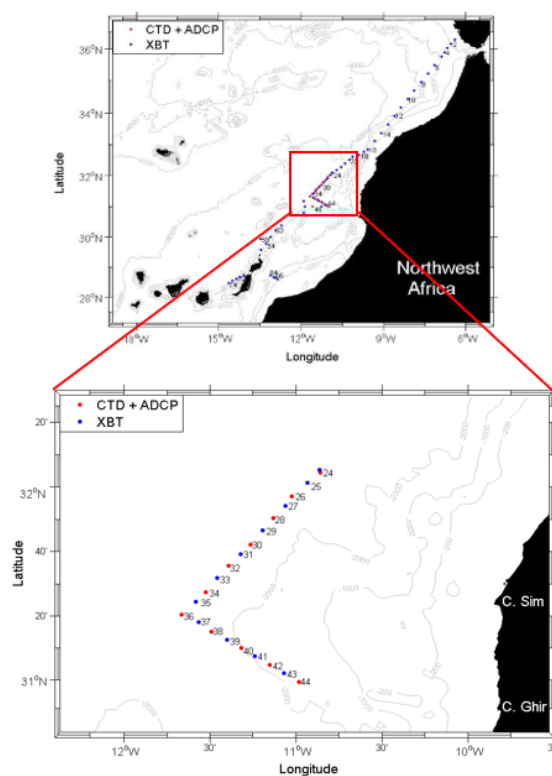


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo. En la imagen de arriba, estaciones XBT y CTD tomadas durante la campaña PROMECA-2010. En la imagen de abajo, estaciones XBT y CTD usadas en el presente estudio

Se analizó la profundidad de la capa de mezcla con los métodos de Mignot et al (2008) [1], Holte y Talley (2009) [2] y el método del segmento [3], eligiendo el método más apropiado para cada estación. Los resultados obtenidos para la capa de mezcla oscilaron entre los 13 m y los 48,65 m.

En general, se puede ver que la región comprendida entre las densidades de 26,1 a 26,6 kg m⁻³, es un área estratificada con alta cizalladura diapicna (con valores entre 2 a 4 m⁴ kg⁻¹ s⁻¹), bajo número de gradiente de Richardson (Ri) y altos valores relativos de divergencia diapicna ($\partial/\partial\rho$). Esta zona de la columna de agua estaba afectada probablemente por estructuras mesoescalares asociadas al afloramiento. Sin embargo, el área comprendida entre las densidades de 26,6 a 27,1 kg m⁻³ es un área menos estratificada, con valores moderados de $\partial/\partial\rho$ donde los procesos de mezcla están dominados por la doble difusión frente a la inestabilidad de la cizalla diapicna, aunque existen zonas con elevada cizalla diapicna y Ri relativamente bajo. Los altos valores relativos de $\partial/\partial\rho$ se encontraron en la termoclina superior, entre los 26,2 a 26,6 kg m⁻³.

De ello se concluye, que los procesos de mezcla asociados a la mezcla diapicna, contribuyen en gran medida al cambio en la distribución del campo de densidad, y afectan por tanto a la dinámica geostrofica de la región.

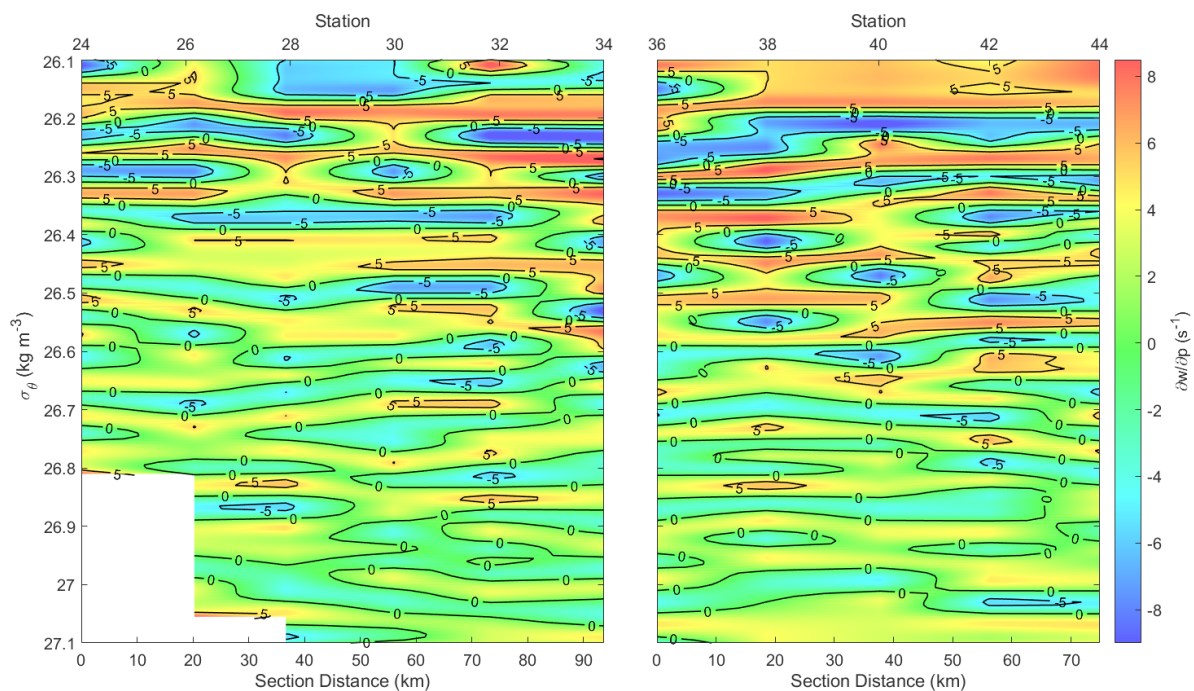


Figura 2. Secciones de convergencia/ divergencia diapicna ($\partial/\partial\rho$). La figura muestra los valores de n, donde n es usado para representar ($\partial/\partial\rho$) usando la ecuación ($\partial/\partial\rho = \text{sgn}(n)10|n| - 11 \text{ s}^{-1}$). Izquierda : sección A Derecha: sección B.

Referencias

- [1] J. Mignot, C. de Boyer Montégur, A., Lazar, S. Cravatte. Control of salinity on the mixed layer depth in the world ocean: 2. Tropical areas, J. Geophys. Res, 112 (2007).
- [2] J. Holte, L. Talley. Journal of atmospheric and oceanic technology: A new algorithm for finding mixing layer depths with applications to argo data and subantarctic mode water formation. American Meteorological Society 26(9) (2009) 1920.
- [3] C.P. Abdulla, M.A. Alsaafani, T.M. Alraddadi, A.M. Albarakati. Plos one: Estimation of mixed layer depth in the Gulf of Aden: A new approach Public Library of Science, 2016.

SAHARAN DUST INPUTS AND HIGH UVR LEVELS JOINTLY ALTER THE METABOLIC BALANCE OF MARINE OLIGOTROPHIC ECOSYSTEMS

M. J. Cabrerizo ^(1,2); J. M. Medina-Sánchez ⁽¹⁾; J. M. González-Olalla ⁽²⁾;
M. Villar-Argaiz ⁽¹⁾; P. Carrillo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.
mjc@ugr.es, jmmedina@ugr.es, mvillar@ugr.es

⁽²⁾ Instituto Universitario de Investigación del Agua, Universidad de Granada.
jmolalla@ugr.es, pcl@ugr.es

The metabolic balance of the most extensive bioma on the Earth is a controversial topic of the global-change research. High ultraviolet radiation (UVR) levels by the shoaling of upper mixed layers and increasing atmospheric dust deposition from arid regions may unpredictably alter the metabolic state of marine oligotrophic ecosystems. We performed an observational study across the south-western (SW) Mediterranean Sea to assess the planktonic metabolic balance and a microcosm experiment in two contrasting areas, heterotrophic nearshore and autotrophic open sea, to test whether a combined UVR × dust impact could alter their metabolic balance at mid-term scales. We show that the metabolic state of oligotrophic areas geographically varies and that the joint impact of UVR and dust inputs prompted a strong change towards autotrophic metabolism. We propose that this metabolic response could be accentuated with the global change as remote-sensing evidence shows increasing intensities, frequencies and number of dust events together with variations in the surface UVR fluxes on SW Mediterranean Sea. Overall, these findings suggest that the enhancement of the net carbon budget under a combined UVR and dust inputs impact could contribute to boost the biological pump, reinforcing the role of the oligotrophic marine ecosystems as CO₂ sinks.

TRANSCRIPTOMIC PROFILE OF *RUDITAPES PHILIPPINARUM* AFTER EXPOSURE TO CONTAMINANTS OF EMERGING CONCERN

Nieves R. Colás-Ruiz ⁽¹⁾, Pablo A. Lara-Martin ⁽²⁾, Miriam Hampel ⁽³⁾

⁽¹⁾ Department of Physical Chemistry, Faculty of Marine and Environmental Science, University of Cadiz. E-mail contact: rocio.colas@uca.es

⁽²⁾ Department of Physical Chemistry, Faculty of Marine and Environmental Science, University of Cadiz. E-mail contact: pablo.lara@uca.es

⁽³⁾ Department of Physical Chemistry, Faculty of Marine and Environmental Science, University of Cadiz, Spain. Institute of Marine Reserach (INMAR), 11510 Puerto Real, Spain. E-mail contact: rocio.colas@uca.es

Palabras Clave: Contaminants of Emerging Concern, Transcriptomics, cDNA microarray, Expression profiling, Manila clam (Ruditapes philippinarum), Environmental concentration

Marine ecosystems have been historically sinks for many pollutants and chemicals whose effects awoke social concern, triggering the implementation of legislations. Nowadays, new compounds are produced at increasing rates and eventually discharged into marine ecosystems in unknown quantities and with no regulation. Due to the improvement of new analytical techniques, many of these chemicals, the so called “contaminants of emerging concern” (CEC), are being currently identified and their occurrence is being proved in the environment. However, very little is known on the possible adverse effects of these emerging pollutants in exposed non-target organisms. In this context, our study aims to increase the data available on the molecular effects of emerging contaminants in selected representative model organisms, such as the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) for the evaluation of the risk that these compounds could represent for ecosystems and public health. More concretely, we aim to evaluate the ecotoxicological potential of selected emerging contaminants providing new vision on possible adverse effects and hazards in coastal areas through the analysis of transcriptomic responses towards the exposure of these contaminants. Therefore, in the framework of this research, we have exposed specimens of the Manila clam to two model CEC, 4-MBC (4-methylbenzylidene camphor) and ACE (Acesulfame potassium) at nominal concentrations (1, 10 and 100 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) along 7 days. The former is a component of the formulation of UV screens, also used in a variety of personal care products and cosmetics, such as lipstick and foundations. The latter is an artificial sweetener used in many food products such as candies and beverages and sanitary products such as toothpaste. Both substances have been found in concentrations ranging from ng to $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ levels in rivers and coastal environments. Concentrations at this level may not provoke acute effects in exposed organisms but could produce alterations in basic molecular functions that could have effects at the longer term. During the sampling process digestive gland and gills were dissected and stored at -80°C . Water and tissue real concentrations of the contaminants were measured by ultra performance liquid and gas chromatography coupled to tandem mass spectrometry (UPLC/GC-MS/MS). RNA was isolated from pooled gills and digestive gland samples according to the manufacturer’s instruction (Macherey & Nagel). Final RNA concentrations were measured using a UV-Vis spectrophotometer, NanoDrop® ND-1000 (NanoDrop Technologies, Wilmington, USA). RNA integrity and quality were checked on an Agilent 2100 Bioanalyzer. Transcriptional profile was analysed using an 8 x 15K Agilent *Ruditapes philippinarum* custom array oligo-DNA microarray in control and exposed groups, using 3 pools of digestive glands and gills, each containing tissues of 2 individuals. QRT-PCR was performed on selected features to validate obtained microarray data. The overall results of these study are expected to provide novel insight on the potential risk of constant exposure to CEC through the analysis of differentially expressed genes in the manila clam. These results will contribute to elucidate links between cellular effects and ecological consequences of these pollutants in coastal areas helping to obtain new insight on the mode of actions of the selected contaminants.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado con el proyecto CTM2015-70731-R y la beca FPI del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES GNSS PARA DETERMINAR MODELOS DE DEFORMACIÓN TECTÓNICA EN COLOMBIA

Del Valle-Arroyo, Pablo Emilio ⁽¹⁾ ; Colorado-Jaramillo, Julián David ⁽²⁾ ; Berrocoso-Domínguez, Manuel ⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudiante de doctorado, UCA e-mail: pabloemilio.delvallearroyo@alum.uca.es

⁽²⁾ Estudiante de grado, Universidad Santiago de Cali, USC
e-mail: julianjar92@gmail.com

⁽³⁾ Profesor, Universidad de Cádiz, UCA, e-mail: manuel.berrocoso@uca.es

Palabras Claves: Tectónica de placas, Geodinámica, Series temporales, Deformación.

Introducción

En Colombia los fenómenos telúricos son generados por la acumulación de energía geosísmica provocada por el desplazamiento de la placa Suramericana debido a la subducción de las placas de Nazca en dirección Este y Caribe en dirección Noreste produciendo fricción en la zona Pacífico y Caribe respectivamente. Por lo tanto, se produce actividad tectónica sobre las fallas geológicas dispersas en el territorio nacional.- [1].

La presente investigación valida un modelo de desplazamiento horizontal de acuerdo con los modelos que fueron certificados por UNAVCO (University NAVstar Consortium) y SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) para analizar la actividad geodinámica en el territorio colombiano, a partir del uso de tecnologías GNSS (Global Navigation Satellite System) y geodesia satelital mediante la utilización de las observaciones producidas por la red geodésica nacional Magnaeco del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Después de recopilar dichas observaciones se analizaron a través de las técnicas de Posicionamiento Puntual Preciso (PPP) del programa Bernese 5.2.- [2].

Objetivos

Estudiar el desplazamiento de las placas litosféricas y la deformación que este movimiento provoca al territorio colombiano, mediante la aplicación del sistema satelital GNSS, para generar un mapa de la geodinámica del territorio.

Analizar el historial de eventos sismotectónicos del país, logrando con esto resaltar las áreas de mayor actividad sísmica y dándoles una mayor prioridad en la investigación.

Metodología

El territorio colombiano sufre eventos telúricos a causa de la cercanía con la zona de subducción del Pacífico, la placa Nazca subduce la placa Suramericana con dirección Este, y la cercanía con la zona de subducción de la placa del Caribe con la placa Suramericana, produciendo como consecuencia el aumento de la tensión en las estructuras rocosas del borde oeste de la placa Suramericana, dando como resultado la generación de algunas fallas geológicas dispersas en la región (Ver figura 1). [3].

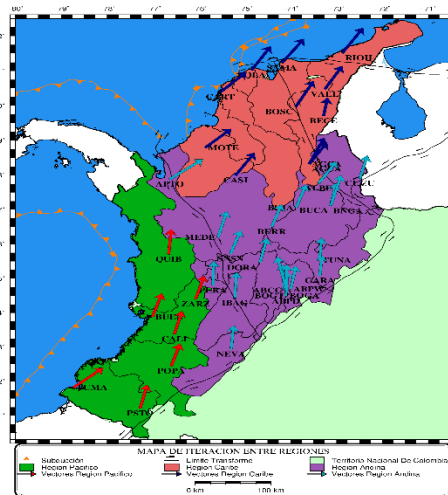


Figura 1. Mapa de interacción entre regiones.

La red geodésica usada en esta ocasión es conocida como Red Magnaeco, perteneciente al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la cual cuenta con 51 vértices geodésicos ubicados en el territorio colombiano que producen observaciones geodésicas en formato Receiver INdependent Exchange (RINEX), publicados directamente por el IGAC. Las observaciones adquiridas de cada vértice geodésico datan desde el año 2000 hasta la actualidad. [4].

Resultados

Después de adquirir los datos resultantes con la aplicación de la técnica PPP se prosiguió con la transformación entre sistemas de coordenadas y composición de las series de tiempo que contienen las distancias recorridas en las componentes ENU con respecto al punto de origen 0, conocido como el punto exacto en coordenadas en que se instaló por primera vez el vértice geodésico. Las series temporales fueron filtradas para estabilizarlas y discriminar los desfases ocurridos por errores groseros. Los procesos de filtrado se aplicaron a través de los métodos de ajuste lineal, armónicos y wavelets con respecto a los 2 tipos de desviación Sigma de cada vértice.

La figura 2 (vértice Cali)- es una muestra de cómo se describe el filtrado de armónicos mostrando una mejoría en sus datos, los cuales conforman una nueva serie de tiempo (en color rojo), que posee una mayor estabilidad y menor dispersión en su información, lo que permite el modelado de la geodinámica de Colombia.

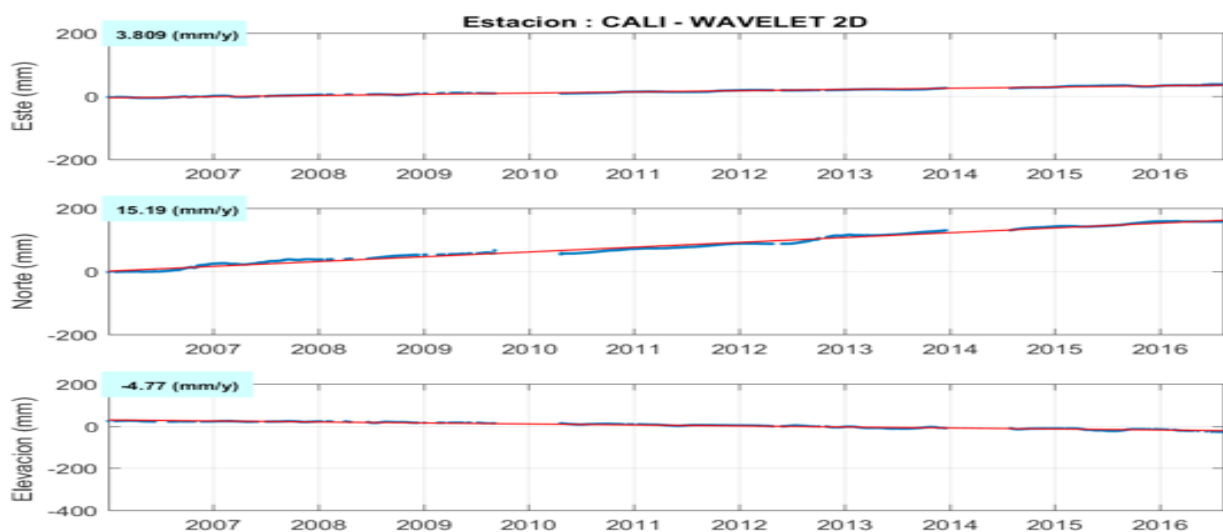


Figura 2. Filtrado Wavelet de la serie temporal con filtrado 2Sigma

Conclusiones

Se implementaron eficazmente distintos métodos que componen la geodesia satelital y sus técnicas de perfeccionamiento conocidas como procesamiento PPP, modelamiento matemático a través de series de tiempo y filtrados de errores groseros, aplicados sobre las observaciones GNSS tomadas de la red Magnaeco proporcionadas por IGAC, logrando obtener las series de tiempo que muestran de forma detallada cómo se comportan las placas litosféricas, permitiendo relacionar las fechas de mayor desplazamiento con sismos ocurridos que producen cambios en la velocidad de los vértices y poder ajustar estos con respecto al modelo desarrollado.

Se observó la gran incidencia de actividad tectónica ocurrida en la región Pacífico de Colombia como consecuencia de la geodinámica del país, a razón de la influencia que tiene la zona de subducción Nazca-Suramérica y las diferentes fuentes sismogénicas, que afectan las trayectorias y magnitudes de los vértices cercanos a éste (vértices TUMA, PSTO y PERA).

Referencias bibliográficas

- [1] Martínez Ardila, N. J., Jaramillo Rodríguez, O., & Robertson, K. (2005). *Amenazas naturales en el litoral Pacífico colombiano asociadas al ascenso del nivel del mar*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional.
- [2] Wasler, P., Dach, R., Lutz, S., & Fridez, P. (2015). *Bernese GNSS (Version 5.2) [software]*. Obtenido de Astronomical Institute, University of Bern: <http://www.bernese.unibe.ch/>
- [3] Mora Paez, H., Trenkamp, R., Kellog, J., & Ordóñez Villota, M. (2002). *Resultados del uso de geodesia satelital para estudios geodinámicos en Colombia*. Bogotá - Colombia: Primer Simposio Colombiano de Sismología .
- [4] Drewes, H., & Heidbach, O. (2005). Deformation of the South American Crust Estimated. *IAG Symposia*. Obtenido de <http://www.sirgas.org/es/velocity-model/>

CHARACTERIZATION OF ZOOXANTHELLAE LIVING IN SYMBIOSIS WITH THE JELLYFISH *COTYLORHIZA TUBERCULATA*

Enrique-Navarro Angélica ⁽¹⁾, Huertas Emma ⁽¹⁾, Flander-Putrle Vesna ⁽²⁾, Bartual Ana ⁽³⁾, Navarro Gabriel ⁽¹⁾, Ruiz Javier ⁽¹⁾, Malej Alenka ⁽²⁾ and Prieto Laura ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Department of Ecology and Coastal Management, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC), Cádiz, SPAIN.

angelicaenriquenavarro@gmail.com, emma.huertas@icman.csic.es,
gabriel.navarro@icman.csic.es, javier.ruiz@icman.csic.es,
laura.prieto@icman.csic.es

⁽²⁾ National Institute of Biology, Marine Biology Station Piran, SLOVENIA.
flander@nib.si, alenka.malej@nib.si

⁽³⁾ Department of Biology, University of Cádiz, Puerto Real, SPAIN.
ana.bartual@uca.es

Palabras Clave: jellyfish, zooxanthellae, symbiosis, pigments, absorbance.

Abstract

The symbiotic association between the zooxanthellae *Symbiodinium* sp. and its host jellyfish, the rhizostome scyphozoan *Cotylorhiza tuberculata* collected from the Mar Menor coastal lagoon, was investigated. Measurements were carried out in two different sections of the medusa body: oral arms and umbrella. Medusae carbon and nitrogen composition was higher in the oral arms section than the umbrella (4.5 and 3.7 respectively). No significant differences were found in the chlorophyll *a* content amongst the two sections, however, zooxanthellae density was higher in oral arms than umbrella tissue. A total of 13 different pigments were revealed by the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method, the most representative pigments were chlorophyll *a*, chlorophyll *c*₂ and peridinin, typical pigments of dinoflagellates. Cell diameter was significantly higher for zooxanthellae freshly isolated from the host (8.71 μm) than those maintained in culture (6.78 μm). The growth rate value for zooxanthellae in culture was 0.52 d⁻¹. Maximal photosynthetic rate was reached at 5.22 10⁻² mgC (mg chl-*a*)⁻¹h⁻¹. The absorption spectra of three tissue sections of the medusae umbrella were studied to know the spectral composition of the light field surrounding the symbiont, two absorption peaks of 270 and 330 nm were observed suggesting that medusae tissue protects the zooxanthellae from the negative effect of the high energetic ultraviolet radiation. The presence of a dense zooxanthellae population and the protection to UVR provided by medusae tissue maintaining zooxanthellae in optimal light conditions to photosynthesis may be a reason added to explain the population success of *Cotylorhiza tuberculata*.

Agradecimientos

This work was supported by MED2CA project from the Ministerio Español de Economía, Industria y competitividad.

MACROFAUNA ASOCIADA AL ALGA INVASORA *ASPARAGOPSIS TAXIFORMIS* (DELILE) TREVISAN, Y COMPARACIÓN CON LA NATIVA *HALOPTERIS SCOPARIA* (L.) SAUVAGEAU

Florido, Marta ⁽¹⁾; González-Romero, Pablo ⁽¹⁾; Navarro-Barranco, Carlos ^(1,2);
Ros, Macarena ^(1,3); Guerra-García, José Manuel ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio de Biología Marina. Departamento de Zoología, Universidad de Sevilla, España. mflorido.c@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Biología (Zoología), Campus de Cantoblanco, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.

⁽³⁾ Departamento de Biología. CASEM. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Campus Universitario de Puerto Real, Cádiz, España.

Palabras Clave: *Asparagopsis taxiformis*, invasiones biológicas, macrofauna asociada.

Introducción

Las invasiones biológicas son consideradas como una de las mayores amenazas derivadas de la actividad humana en los ecosistemas marinos, siendo las macroalgas unas de las principales protagonistas a nivel mundial [1]. Sin embargo, sus impactos han sido poco estudiados hasta el momento [2]. La epifauna asociada a macroalgas contribuye de forma significativa a la producción secundaria bentónica y supone una fuente de alimento para otros integrantes del ecosistema [1]. Es por ello que el estudio de las diferencias espacio-temporales en la estructura de estas comunidades es interesante para comprender las consecuencias ecológicas desencadenadas por la llegada de macroalgas invasoras [3]. Nos centramos en la especie *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan, Rhodophyta de fuerte carácter invasor que ha expandido rápidamente su área de distribución por el Mediterráneo, provocando la homogeneización del paisaje y alterando la estructura y función de los ecosistemas marinos [2].

Objetivos

En el presente estudio se llevó a cabo la caracterización y comparación de la macrofauna móvil asociada a *A. taxiformis* con la asociada a la especie nativa *Halopteris scoparia* (L.) Sauvageau para (i) ofrecer mayor información sobre el impacto ecológico de las invasiones biológicas en los medios marinos y (ii) comprobar como los cambios en la estructura y composición de las macroalgas en el ecosistema, así como el grado de invasión (cobertura de macroalga invasora), pueden modificar los patrones de distribución y abundancia de las comunidades faunísticas asociadas.

Metodología

Se seleccionaron un total de seis estaciones (playas) de sustrato rocoso situadas en las costas de Málaga y Granada (separadas por decenas de kilómetros). En julio de 2014 se recolectaron, en cada estación, doce réplicas del alga nativa y doce del alga invasora (2-4 metros de profundidad). La cobertura de ambas especies se estimó mediante el análisis de imagen de cuadrículas de 50x50 cm subdividida en 25 subcuadrículas (15 réplicas por estación). Las muestras, conservadas en etanol al 70%, fueron tamizadas utilizando un tamiz con luz de malla de 0.5 mm y la macrofauna asociada a cada especie fue separada e identificada a nivel taxonómico de filo. Los artrópodos, grupo dominante, fueron identificados a nivel taxonómico de orden.

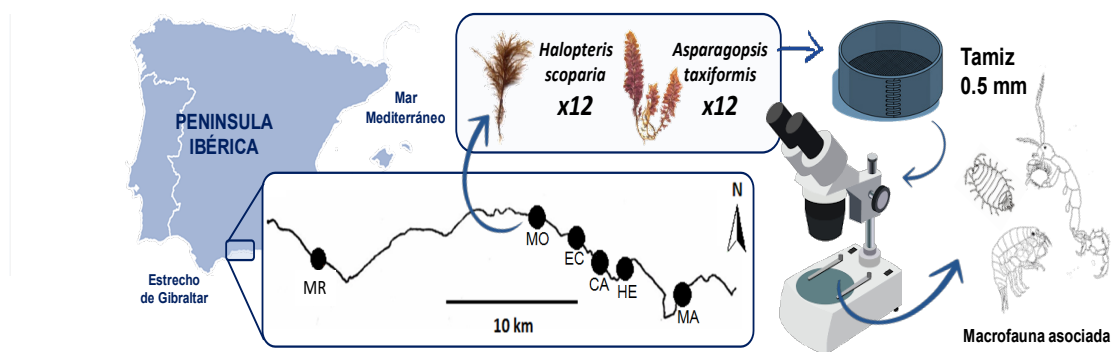


Fig. 1. Localización geográfica y diseño de muestreo para el análisis de la macrofauna asociada. El Morche (MR), Molino de Papel (MO), El Cañuelo (EC), Cantarriján (CA), La Herradura (HE) y Marina del Este (MA).

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos comprendieron un conjunto de análisis univariantes (ANOVA) y multivariantes (PERMANOVA, MDS y CLUSTER) ejecutados bajo un diseño multifactorial que incluía los siguientes factores: (1) 'Sustrato' (factor fijo con dos niveles: *A. taxiformis* vs *H. scoparia*), (2) 'Hábitat' (factor fijo y ortogonal con 'sustrato', con dos niveles: hábitat dominado por *A. taxiformis* vs hábitat dominado por *H. scoparia*) y (3) 'Estación' (factor aleatorio, anidado con 'hábitat' y ortogonal con 'estación', con tres estaciones para cada hábitat) (n=12). Para la realización de los análisis se utilizó el programa GMAV-5 y el paquete PRIMER v.6 + PERMANOVA.

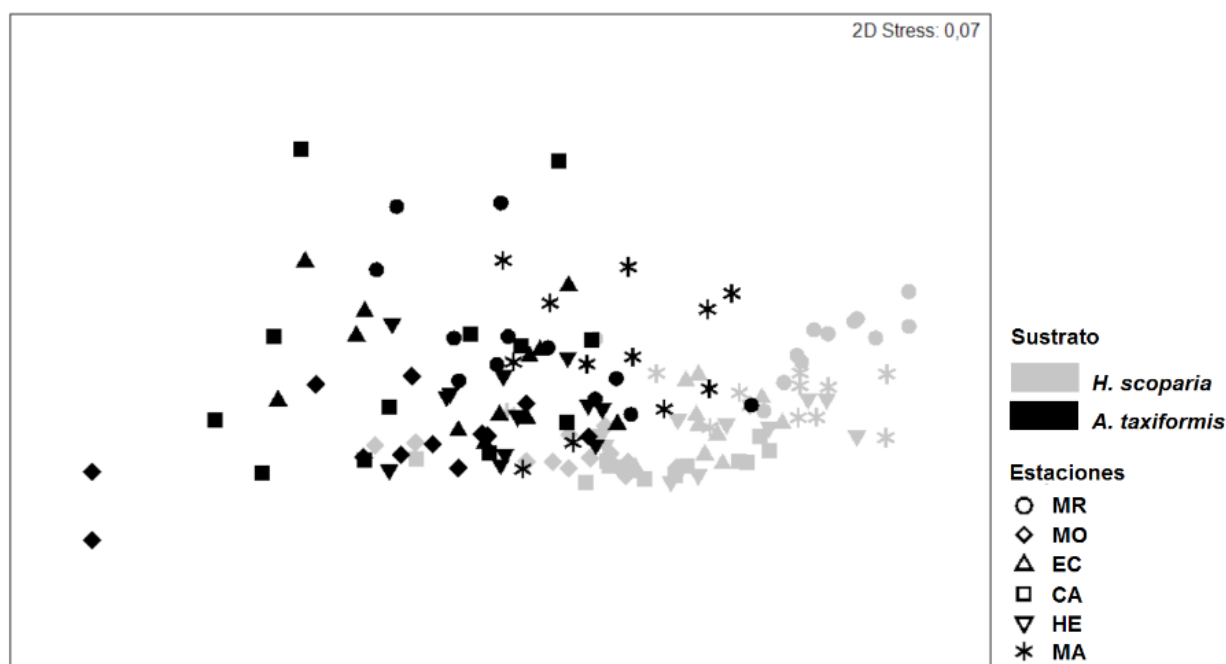


Fig. 2. Gráfico MDS bidimensional de la estructura de la comunidad basado en los datos de abundancia de artrópodos asociados a cada especie de macroalga por estación muestreada (n=12).

Resultados

Se identificaron un total de 30.363 individuos de macroinvertebrados (81,03% asociados a *H. scoparia* y 18,97% a *A. taxiformis*), distribuidos en 12 grandes grupos taxonómicos. *H. scoparia* presentó, en todas las estaciones muestreadas, mayores niveles de abundancia y número de filos asociados que *A. taxiformis*, siendo tal

diferencia significativa en la mayoría de las estaciones. Los artrópodos (y en concreto, los anfípodos) fueron el grupo dominante tanto en la especie invasora como en la nativa, constituyendo en ambos casos más del 90% del total de organismos recolectados. Los análisis multivariantes realizados para la comunidad de artrópodos mostraron una diferenciación significativa en la estructura de la misma determinada, principalmente, por el sustrato (Fig. 2). Por último, el grado de invasión (factor 'habitat') no determinó las diferencias existentes en ninguna de las estaciones muestreadas, ya que las diferencias en cobertura registradas para ambas especies de macroalga no resultaron significativas para ninguno de los órdenes de artrópodos identificados.

Discusión

El presente estudio demuestra que *A. taxiformis* supone cambios en la abundancia y composición a nivel de grandes grupos de la macrofauna epífita. Macroalgas filamentosas como *A. taxiformis* pueden aportar al hábitat una heterogeneidad estructural aprovechada por macroinvertebrados que la utilicen como hábitat y/o refugio [1]. En nuestro caso, la especie invasora parece producir una disminución de la abundancia y composición de grupos faunísticos asociados cuando es comparada con una especie nativa dominante. Esto podría ser debido a efectos negativos desencadenados por el carácter invasor de la especie, tales como la presencia de defensas químicas o de un ciclo de vida estacional [2]. Sin embargo, para discernir el tipo y magnitud del impacto con mayor exactitud es necesario analizar aspectos como los efectos en cascada producidos en otros niveles tróficos o el grado de invasión, entre otros procesos. En nuestro caso, el grado de invasión no pareció determinar la estructura de la epifauna. No obstante, las diferencias en cobertura encontradas entre *A. taxiformis* y *H. scoparia* en la zona estudiada reflejan una competencia por el sustrato que, a largo plazo, podría desembocar en una alteración de las fuentes de alimento que suponen tanto las macroalgas nativas desplazadas como su fauna asociada, para otros organismos [1]. Ante la necesidad de realizar estudios que abarquen distintos procesos desembocados por macroalgas invasoras, se destaca el papel de la macrofauna asociada como sujeto de estudio para evaluar la respuesta del ecosistema.

Referencias

- [1] M.S.Thomsen, M.S., Wernberg, T., Staehr, P.A. & Schiel, D., in Marine Macrophytes as Foundation Species, E. Ólafsson (Ed.), CRC Press, USA, 2017.
- [2] M. Altamirano, A.R. Muñoz, J. De la Rosa, A. Barrañón-Minguez, C. Moreno-Robledo, M.C. Arroyo. Acta Bot. Malac. (2008) 33: 5-15.
- [3] M.M. Soler-Hurtado, J.M. Guerra-García. Zool. Baetica (2011). 22:33-49.

INFLUENCIA DEL PH SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICIÓN DE LA BIOMASA EN LA CIANOBACTERIA *SPIRULINA (ARTHROSPIRA) PLATENSIS*

González Pastor, Belén⁽¹⁾; Hernández Carrero, Ignacio⁽²⁾; Jiménez Gámez, Carlos⁽³⁾;
López Parages, María⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias del mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, España,
begonzalezp@hotmail.com

⁽²⁾ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias del mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, España,
ignacio.hernandez@uca.es

⁽³⁾ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España,
carlosj@uma.es

⁽⁴⁾ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España,
malopa@uma.es

Palabras Clave: Spirulina, pH, Biomasa, Proteínas, Carbohidratos, Ficocianina

Spirulina (Arthrospira) platensis es una cianobacteria filamentosa estrictamente alcalófila, cuyo rango óptimo de pH para su cultivo oscila entre 9,5-10,5. Variaciones en éstos valores de pH pueden afectar a su crecimiento, así como provocar variaciones en cuanto a sus porcentajes en componentes internos tales como proteínas (60-70% de peso seco), carbohidratos ó pigmentos (ficocianina) [1].

Objetivo principal

El objetivo principal de este estudio consistió en determinar el crecimiento y la calidad de la biomasa de *Spirulina (Arthrospira) platensis* bajo la influencia de diferentes valores de pH (pH= 8, pH= 9, pH= 10), estimando el contenido en proteínas solubles y estructurales, carbohidratos solubles e insolubles y contenido pigmentario (ficocianina) respecto al peso seco de cultivos de *Spirulina (Arthrospira) platensis* bajo los efectos de éstos valores de pH.

Metodología

Con el fin de cumplir el objetivo propuesto se realizaron tres experimentos diferentes, correspondientes a tres valores de pH (pH= 8, pH= 9, pH= 10) en cultivos de *Spirulina (Arthrospira) platensis* bajo condiciones controladas de laboratorio: Temperatura ($T^{\circ} = 25^{\circ}\text{C}$), fotoperiodo (L/O = 12/12) e irradiancia (150 micromoles de fotones m^2/s). Durante el desarrollo de cada experimento se realizó una curva de crecimiento (g peso seco/día) y una vez finalizados los mismos se estimó el contenido en proteínas (solubles y estructurales), carbohidratos (solubles e insolubles) y ficocianina.

Resultados y conclusiones

Se realizó una comparación de los resultados obtenidos con un estudio anterior realizado con la misma cepa de *Spirulina (Arthrospira) platensis* en el que se determinó la influencia de diferentes valores de pH (pH= 9,5, pH= 10, pH= 10) sobre el crecimiento, intercambio de nutrientes y composición de la biomasa en cultivos de *Spirulina (Arthrospira) platensis*. En ese trabajo previo se observó un decrecimiento en cuanto a la densidad (g PS/L) de los cultivos de *Spirulina (Arthrospira) platensis* a pH= 10 (Fig. 1), así como una disminución del

contenido en proteínas respecto a cultivos de *Spirulina (Arthrospira) platensis* que crecieron a pH= 9,5 (Fig. 2) [1].

Impacto

Spirulina (Arthrospira) platensis es un candidato de gran interés en el campo de la biotecnología, debido principalmente a su elevado valor nutricional y sus notables propiedades antioxidantes. Estas características, entre otras, hacen que actualmente *Spirulina (Arthrospira) platensis* sea objeto de estudio de creciente interés en el sector nutracéutico, farmacéutico y cosmético, así como en tecnologías relacionadas con el medio ambiente [2]. Cabe destacar que al ser un organismo con capacidad fotosintética puede actuar como productor primario incorporando CO₂ atmosférico, por lo que el presente estudio se presenta de elevado interés en el actual contexto de acidificación del medio marino, derivado del imperante escenario de cambio climático global.

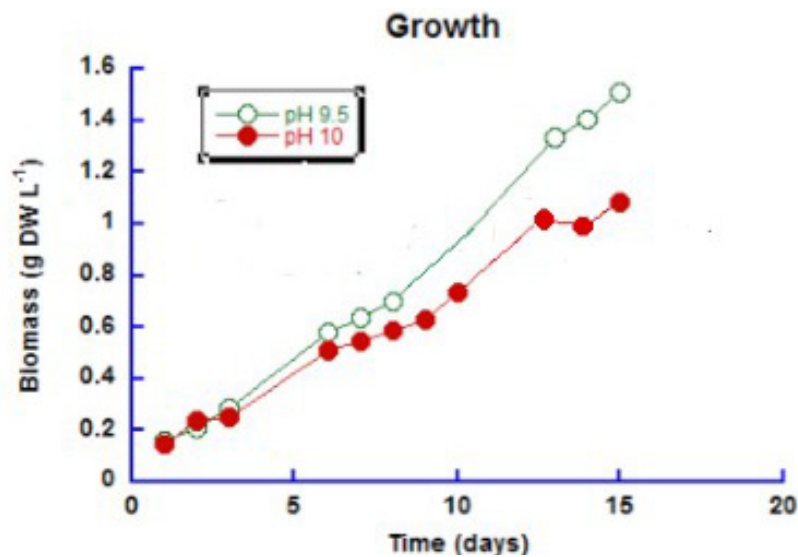


Figura 1. Efecto de diferentes condiciones de pH (pH= 9,5, pH= 10) en el crecimiento de *Spirulina (Arthrospira) platensis*.

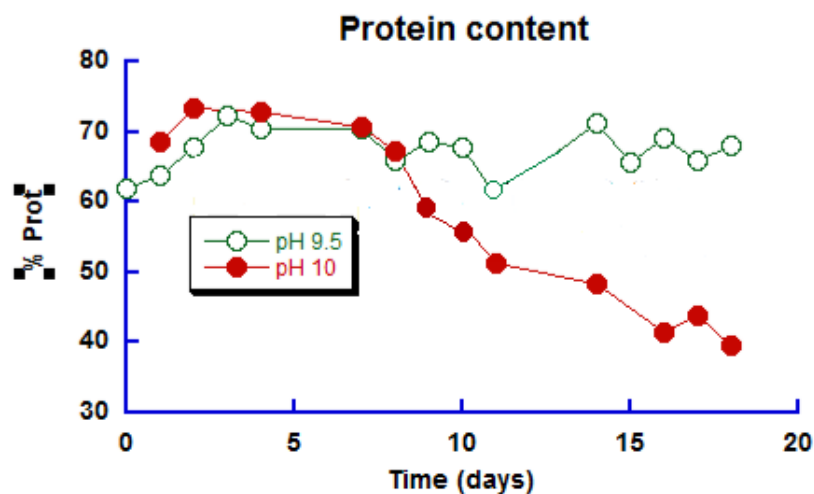


Figura 2. Contenido en proteínas de cultivos de *Spirulina (Arthrospira) platensis* bajo condiciones de pH= 9,5 y pH= 10.

Referencias

- [1] Rivero, B., Palomo, L., Clavero, V., Niell, F.X., Jiménez, C., Congress of the International Society for Appl. Phycol, Almería, Spain, 2002.
- [2] Soheili, M., Khosravi, K., Current Nutrition & Food Science. 7 (2011), 279-285.

CARACTERIZACIÓN Y POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE MICROORGANISMOS HALÓFILOS DE LAS SALINAS DEL ODIEL, HUELVA

Gómez-Villegas P ⁽¹⁾., Vígara J ⁽²⁾., León R ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidad de Huelva, patricia.gomez@dqcm.uhu.es

⁽²⁾ Universidad de Huelva, vigara@uhu.es

⁽³⁾ Universidad de Huelva, rleon@uhu.es

Palabras Clave: Halófilos, salinas, metagenómica, ecología microbiana, biotecnología.

Las salinas ubicadas en las marismas del río Odiel en Huelva componen un medio hipersalino donde solo los microorganismos especialmente adaptados pueden sobrevivir, son los denominados halófilos extremos. Estos microorganismos además de proliferar cuando la concentración de sal se aproxima a la saturación, soportan altas temperaturas y elevada radiación UV. Suponen una fuente de recursos inexplorados con importantes aplicaciones farmacológicas, cosméticas e industriales, ya que las biomoléculas que sintetizan son funcionales bajo las adversas condiciones del medio en el que viven. El interés de los halófilos reside, entre otros, en sus carotenoides [1], sus enzimas haloestables [2], sus proteínas de membrana [3], sus polímeros y exopolisacáridos [4] sus halocinas antimicrobianas [5] y sus agentes antitumorales [6].

La diversidad microbiana presente en los hábitats hipersalinos ha estado muy subestimada debido a la dificultad que presentan los halófilos para ser cultivados a nivel de laboratorio. Por ello, en este trabajo se ha realizado la caracterización de la diversidad microbiana mediante el empleo de dos aproximaciones independientes de cultivo, basadas en el empleo de técnicas moleculares. Por un lado se construyeron genotecas con los productos de PCR del gen codificante para el ARN ribosómico 16S, y por otro se secuenciaron masivamente las regiones hipervariables de este mismo gen, seguido en ambos casos de la comparación de las secuencias obtenidas con las presentes en las bases de datos para la identificación taxonómica de los microorganismos.

Para el estudio del potencial biotecnológico, se realizó un *screening* en placa para seleccionar los productores de enzimas haloestables de interés industrial. Además, se extrajeron los pigmentos para su análisis mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y se estudió su poder antioxidante.

Los resultados muestran que los dos métodos empleados para la caracterización de la diversidad microbiana son perfectamente equiparables en cuanto a la estimación de los géneros más mayoritarios, aunque la secuenciación masiva aporta más datos acerca de los géneros minoritarios. En ambos casos se obtuvo que la única especie bacteriana capaz de soportar las condiciones de extrema salinidad es *Salinibacter ruber*. El resto de microorganismos hallados son arqueas halófilas, siendo los géneros más abundantes *Halorubrum* y *Haloquadratum*, seguidos por *Halobellus* y *Halonotius* en ambos casos. Los géneros minoritarios encontrados mediante la aproximación de la genoteca fueron *Halorientalis* y *Haloarcula*, mientras que por medio de la secuenciación masiva además se consiguieron identificar otros géneros como *Haloplanus*, *Halohasta*, *Natromonas*, *Halomicroarcula*, *Halomicrobium* y *Halosimplex*.

En cuanto a los compuestos de interés, se concluyó que el pigmento más abundante de los microorganismos estudiados es la bacterioruberina, un carotenoide de 50 átomos de carbono que posee un alto poder antioxidante. Entre las enzimas hidrolasas de interés industrial, se determinó que producen amilasas, proteasas, lipasas y lacasas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por fondos europeos (INTERREG VA POCTEP-055 ALGARED_PLUS_5E) y autonómicos (Subvenciones Cooperación Euro-región Alentejo-Algarve-Andalucía)

Referencias

- [1] De la Vega M., Sayago A., Ariza J., Barneto A. G., León R. (2016). *Biotechnol.prog.*
- [2] Kumar S., Grewal J., Sadaf A., Hemamalini R., Khare S. K. (2016). *AIMS Microbiol.* 2, 1-26.
- [3] Hampp N, Oesterhelt D (2008). *Protein Science Encyclopedia. Wiley, Weinheim.*
- [4] Suresh Kumar A, Mody K, Jha B (2007). *J Basic Microbiol* 47:103–117
- [5] Atanasova N. S., Pietilä M. K., Oksanen H. M. (2013). *Microbiology Open.* 2, 811-825.
- [6] Chen L., Wang G., Bu T., Zhang Y., Wang Y., Liu M., Lin X. (2010). *World J. Microb. Biotechnol.* 26, 879-888.

MICROPHYTOBENTHIC PRIMARY PRODUCTION, BIOMASS AND NUTRIENT AVAILABILITY IN THE INTERTIDAL SEDIMENTS OF CÁDIZ BAY

Haro, S. ⁽¹⁾, Lara, M. ⁽¹⁾, Bohórquez, J. ⁽¹⁾, García-Robledo, E. ⁽¹⁾, González, C. ⁽³⁾, Laiz, I. ⁽³⁾, Papaspyrou, S. ⁽²⁾, and Corzo, A. ⁽¹⁾

⁽¹⁾Dept. of Biology, University of Cadiz, Puerto Real, Spain
sara.haro@uca.es, miguel.lara@uca.es, julio.bohorquez@uca.es,
alfonso.corzo@uca.es

⁽²⁾Dept. of Biomedicine, Biotechnology and Public Health, University of Cadiz,
Puerto Real, Spain
sokratis.papaspyrou@uca.es

⁽³⁾Dept. of Applied Physics, University of Cadiz, Cadiz, Spain.
carlosjose.gonzalez@uca.es, irene.laiz@uca.es

Key Words: microphytobenthos, primary production, intertidal sediment, oxygen microsensor, chlorophyll.

Microphytobenthos (MPB) plays a key role in the cycling of carbon and nitrogen in shallow estuaries and intertidal areas, contributing up to 50% of primary production. In the inner Cadiz Bay, the intertidal shelf covers ~60% of the total surface, and thus, it becomes relevant to study the spatial and seasonal variability of microphytobenthic net primary production (NPP), as well as its main explanatory variables. To cope with this objective, a monitoring programme of the MPB abundance (i.e. sediment chlorophyll a) as well as NPP and respiration rates (measured by oxygen microelectrodes) was carried out. Sediment cores were seasonally collected using a Kajak sediment sampler during immersion along two transects with contrasting sediment granulometry, i.e. a muddy type and a muddy-sandy one (n=5 sampling stations). Results of the principal component analysis on the environmental variables showed that the first three axes accounted for 59.8 % of the total variance. Bathymetry and sediment porosity (PC1 axis) explained 32.0 % of the variance whereas PC2 axis (15.9 %) was mainly related with irradiance levels. PC3 axis accounted for water column nutrients (11.9 %). Despite of the multiple linear regression revealed that only a 20 % of net production in the bay could be explained by the environmental variables for the pooled data, this percentage notably increases when transects were separately analysed. In the muddy transect ($2.3\text{-}7.2\text{ mmol O}_2\text{ m}^{-2}\text{ h}^{-1}$), 60 % of NPP variability fitted with the regression model and the main explanatory variable was the total hours of daylight exposition (40 % of total). In the muddy-sandy transect, NPP did not show any seasonal pattern ($1.6\text{-}1.9\text{ mmol O}_2\text{ m}^{-2}\text{ h}^{-1}$) and the key factor was bathymetry (20 % of NPP). Interestingly, in the muddy transect, MPB biomass was rather stable over time ($1.8\text{-}2.0\text{ }\mu\text{g chl cm}^{-2}$), whereas in the muddy-sandy transect MPB values were more variable and higher ($1.3\text{-}4.0\text{ }\mu\text{g chl cm}^{-2}$). The different patterns of NPP observed between transects and their dependence on different environmental variables highlight the importance of considering the spatial heterogeneity of our system to estimate the contribution of MPB to the inner Cadiz Bay productivity.

Acknowledgment

This work was funded by the Spanish MINECO through projects: “Ecología microbiana y biogeoquímica de los sedimentos intermareales en la bahía de Cádiz: efectos del forzamiento físico de las mareas y el fotoperiodo (MICROBAHÍA)” (CTM2013-43857-R), and “Ecología microbiana y biogeoquímica de los sedimentos intermareales: efectos del forzamiento físico de las mareas, el fotoperiodo y los eventos climáticos extremos” (CTM2017-82274-R).

PROTECCIÓN DE LA COSTA EN EL CALLAO EN EL SIGLO XVII Y XVIII: ¿LOS PRIMEROS ESPIGONES EN AMÉRICA DEL SUR?

Mestanza, Carlos ^(1,2,3); Marco, Piccardi ⁽⁴⁾; Enzo, Pranzini ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Polígono Río San Pedro, Puerto Real, Cádiz, España; cmestanza@ug.uchile.cl

⁽²⁾ Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Sucumbíos EC210150, Ecuador

⁽³⁾ Green Amazon, Research Center, Nueva Loja, Sucumbíos, Ecuador

⁽⁴⁾ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze, Firenze, Italia
m.piccardi@tin.it enzo.pranzini@unifi.it

Palabras Clave: Espigones, Protección de Costa, Puerto Callao

La zona del Callao fue fundada por los españoles en 1537, dos años más tarde de Lima 1535. El pueblo fue habitado desde el período precerámico 2500-1750 aC (Engels F., 1957). La erosión costera es un proceso natural que los humanos soportaron al establecerse cerca de la costa. La zona costera es vulnerable a peligros naturales como ciclones, marejadas, tsunamis, erosión e inundaciones; y antrópicos como construcción de puertos, muelles, malecones, rompeolas y espigones (Jayakumar & Malarvannan, 2016). Los asentamientos costeros crecieron se expandieron durante los siglos, por beneficios que daba la costa, acompañado de riesgos (Pranzini et al., 2017). En la actualidad más del 50% de la población mundial vive a menos de 60 km de la costa y se supone que para el 2020 llegaría a casi el 75% (Anon, 1992). Las estructuras duras han sido durante mucho tiempo el método de protección de la costa sobre la dinámica costera. Tanto las líneas de costa duras (rompeolas, diques, revestimientos, etc.) como las costas estabilizadas (espigones de promontorios, cercanos a la costa, etc.) Las estructuras de montículos de escombros (rocas) y estructuras monolíticas (de concreto) son los tipos más comunes y se han convertido en la opción preferida por razones como su diseño funcional y estabilidad estructural, estos métodos son los últimos y más confiables en diseño probabilísticos empleados en el Estados Unidos, Europa y Japón (Basco, 2016). La zona costera peruana está ubicado en la parte noroccidental de Sudamérica, una de las zonas tectónicas más activas (Young & Leon 2009) lo que produce que este expuesto de forma constante a catástrofes naturales y procesos evolutivos. La mayoría de las estructuras antiguas eran débiles y no han llegado a nuestros días, las causas se deben a que fueron abandonados o remplazados por estructuras más robustas y con mayor eficiencia. Las principales fuentes de información para reconstruir la historia y evolución de las estructuras de defensa son documentos escritos y mapas antiguos.

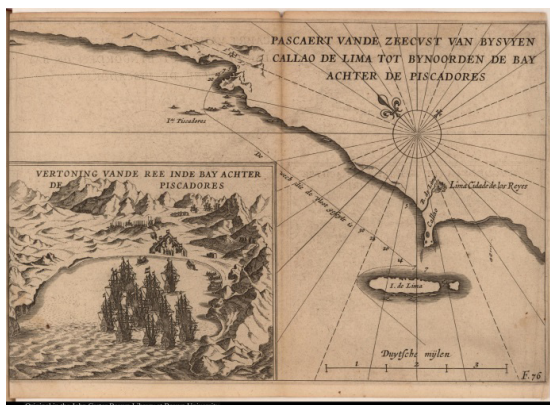


Figura 1. Callao en 1626 (La Biblioteca John Carter Brown - Brown University)

El estudio analizó la protección de la costa en el Callao durante los siglos XVII y XVIII; e indago sobre la posibilidad que los espigones construidos sean los primeros en América del Sur. La metodología se basó en el análisis de mapas antiguos y bibliografía.

Callao evolucionó de forma rápida convirtiéndose en el puerto principal para el comercio de los colonizadores en el Pacífico. Las amenazas y ataques sobre las costas y puertos del virreinato peruano fueron frecuentes, entre ellos el Callao. En el mapa de 1626 no se evidencia presencia de edificios, excepto un pequeño asentamiento colonial (Fig. 1). En 1624 una escuadra holandesa compuesta por navíos, cañones y hombres de desembarque arribaron a las costas del Callao con el objetivo de tomar el puerto y la ciudad. Luego de los infructuosos intentos de ataque y toma del Callao, se decide amurarlar las zonas de posibles ataques. En 1640 se inició la construcción de una pared la cual se logró terminar en 1647; el perímetro era de 3276m (4284 si se incluyen los bastiones); 1372m en la orilla del mar, con una playa en el frente de 28 metros.



Figura 2. Espigones en Callao en y 1728 (7). (Biblioteca Nacional de Francia, departamento de Cartes et planes)

Luego de constantes azotes naturales los distintos Virreyes de Lima ordenan constantes mantenimientos y reconstrucciones. Entre 1693 y 1696 se construyó inicialmente un espigón (fig. 2) de piedra de 42m frente a la puerta de mar, el cual luego fue acrecentada hasta alcanzar 60.48m, profundidad 3 brazas, anchura media 10m. Esta obra no duró mucho en inutilizarse por la acumulación de cascajo y el terremoto de 1746 arrasó con todo. Entre los años 1724 – 1736 el Virrey Castel-Fuerte renovó el muelle que encontró en ruinas y la parte de la muralla que el mar había destrozado, se usaron prisioneros para transportar piedras desde la Isla de San Lorenzo en barcos construidos por ellos; se obligó a todo navío que llegase a Lima traer libre de flete un número significativo de mangles, cal y ladrillos.

En el estudio se concluye que la zona del callao fue azotada constantemente, se registran nueve movimientos telúricos de consideración en los siglos XVII y XVIII (1609, 1630, 1655, 1678, 1687, 1697, 1699, 1725, 1746) que afectaron a las poblaciones de Lima y Callao, la mayoría de los detalles se han perdido con el tiempo sobre todo los relacionados con Callao. Las fortificaciones se realizaron de forma poco técnica con el objetivo de protegerse, aunque nunca tuvo reales ataques, Los eventos naturales catastróficos hicieron que los cambios sean constantes. Las murallas del Callao y sus reparaciones de protección mediante espigones podrían considerarse los espigones más antiguos. La historia de las estructuras de protección de la costa es un pilar dentro de la ciencia de ingeniería costera, no sólo para reconstruir la evolución de los conceptos vigentes, sino también para descubrir las experiencias olvidadas que pueden ayudar en las estrategias de protección de la costa. Lo que pasó en el Callao sigue siendo en su mayoría oculto, pero lo que se desprende de los mapas antiguos traza una línea recta con lo que estaba ocurriendo en Europa nórdica.

En el futuro, la posibilidad de un aumento relativo y acelerado del nivel del mar (incluido el hundimiento local) aumentará el riesgo de más daños y reducirá la resistencia de los sistemas de protección costera existentes. El diseño de estructuras duras para protección costera continúa evolucionando con el tiempo. A medida que los niveles del mar aumentan más rápidamente, también aumentará la necesidad de una investigación más básica y de ingenieros costeros más conocedores.

Bibliografía

- [1] Anon. 1992. Agenda 21. In: United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, June 3-14, pp. 215e249.
- [2] Basco DR. 2016. Storm Hazard Mitigation Structures. In: Dhanak M.R., Xiros N.I. (eds) Springer Handbook of Ocean Engineering. Springer, Cham
- [3] Engels F. 1957. Los primeros sitios en la costa peruana. Del sudoeste Revista de Antropología.
- [4] Jayakumar K. & Malarvannan S. 2016. Assessment of shoreline changes over the Northern Tamil Nadu Coast, South India using WebGIS techniques, JOURNAL OF COASTAL CONSERVATION, 20(6), 477-487. Jiang W & Tao C 2002. The seawall in Quintang estuary. In: Chen J, Eisma D, Hotta K, Walker HJ (eds) Engineeren coasts. Kluwer Academic Press, Dordrecht, pp 139–150
- [5] Pranzini E, G. Pezzini, Anfuso G & Botero C. 2017. Gestión de la seguridad de la playa. En la playa Wang L., Xie Y., Wu Y., Z. Guo, Y. Cai, Xu Y., y Zhu X., mecanismo de 2012. El fracaso y la conservación de la estructura malecón antiguo a lo largo de la bahía de Hangzhou, China. Journal of Coastal Research, 28: 1393-1403
- [6] Young, K.R., Leon, B., 2009. Natural hazards in Peru: Causation and vulnerability. Dev. Earth Surf. Proc. 13, 165–180.

STUDY OF THE PHYSICAL-CHEMICAL ANOMALIES OVER THE MAIN CRATER OF TAGORO SUBMARINE VOLCANO, EL HIERRO ISLAND

Olivé Abelló, Anna ⁽¹⁾; Fraile-Nuez, Eugenio ⁽¹⁾; Santana-Casiano, J. Magdalena ⁽²⁾;
González-Dávila, Melchor ⁽²⁾

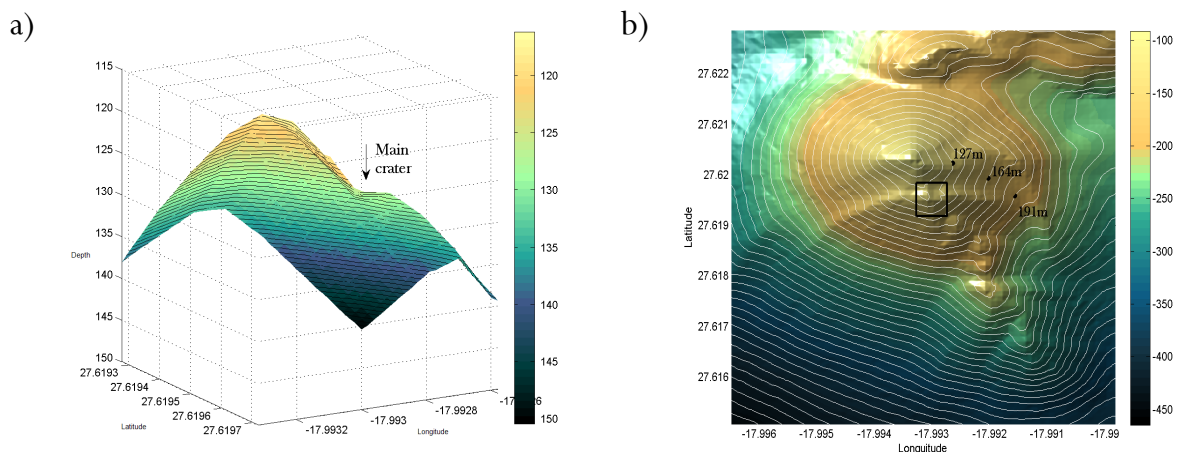
⁽¹⁾ Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias (IEO-COC).
Santa Cruz de Tenerife, España. anna.olive101@alu.ulpgc.es, eugenio.fraile@ieo.es

⁽²⁾ Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Instituto de Oceanografía y Cambio
Global (IOCAG). Las Palmas, España. magdalena.santana@ulpgc.es,
melchor.gonzalez@ulpgc.es

Palabras Clave: Tagoro, Submarine volcano, Hydrothermal emissions, Physical-chemical anomalies

Five years after the Tagoro submarine volcano eruption, 1.8 kilometres south of El Hierro Island, degassing emissions may still persist in the surrounding area of the main crater (*Figure 1*), providing a significant amount of heat, CO₂ and reduced species as Fe(II) that alter local physical-chemical seawater conditions [1,2]. These disturbances consist of a general increase in ocean acidification as well as decreases in oxidation-reduction potential, pH [1] and in the quantity of dissolved oxygen present in the system [3]. Moreover, emissions affect the potential temperature [4], turbidity and salinity, being the magnitude, evolution and temporal continuity of these anomalies not determined yet.

The present study intends to enhance the knowledge about the effects caused by the hydrothermal discharges from the submarine volcano Tagoro through characterize and quantify the set of physical-chemical anomalies observed and establish their correlation and variability patterns in time. To achieve these objectives, in October 2016, a multidisciplinary oceanographic cruise was carried out using a pioneer methodology which consisted in lowering the oceanographic rosette inside the main crater, close to the seafloor and monitor statically the variations of seawater parameters obtaining three-time series of excellent accurate measurements.



c)

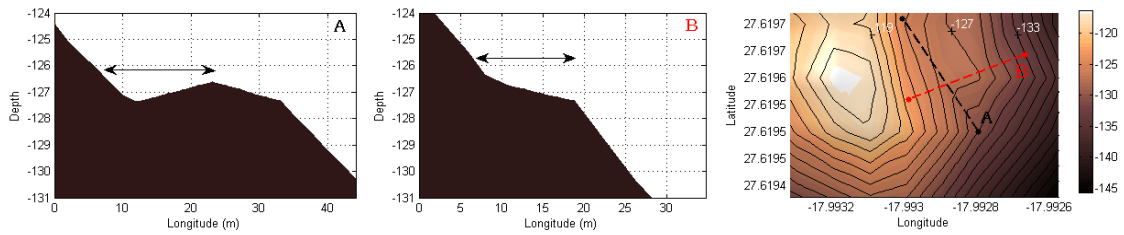
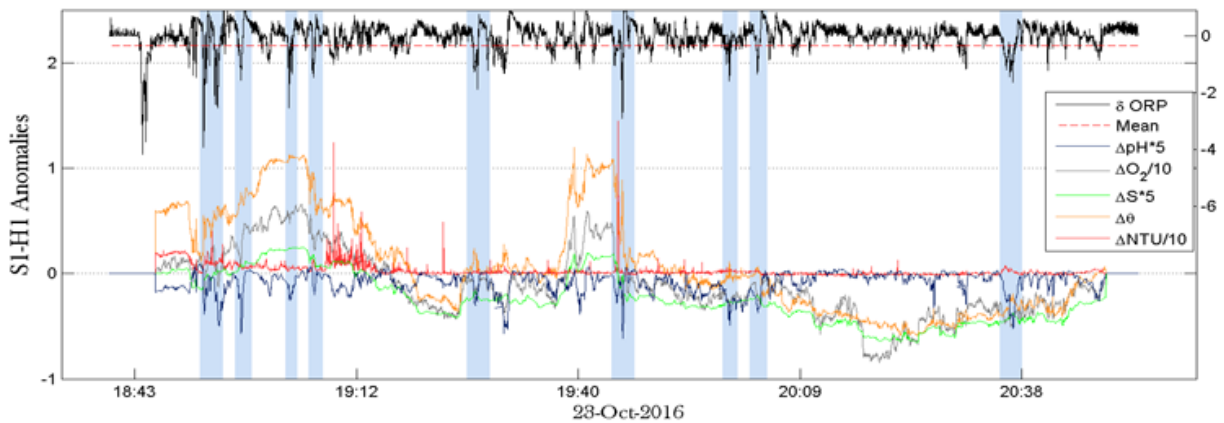


Figure 1. Main crater description of El Hierro submarine volcano. (a) Bathymetric map of the main cone of Tagoro submarine volcano. Black box defines the position of the main crater. (b) The profile view of 3D main crater. (c) Transversal and longitudinal bathymetric transects on the main crater and the location of them.

During this three-time series, maximum potential temperature anomalies of 1.19 ± 0.38 °C, maximum pH anomalies of -0.47 ± 0.08 units, maximum salinity anomalies of -0.14 ± 0.03 , maximum turbidity anomalies of 7.71 ± 0.12 NTUs and maximum oxygen difference of -9.07 ± 0.83 $\mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ were determined.

a)



b)

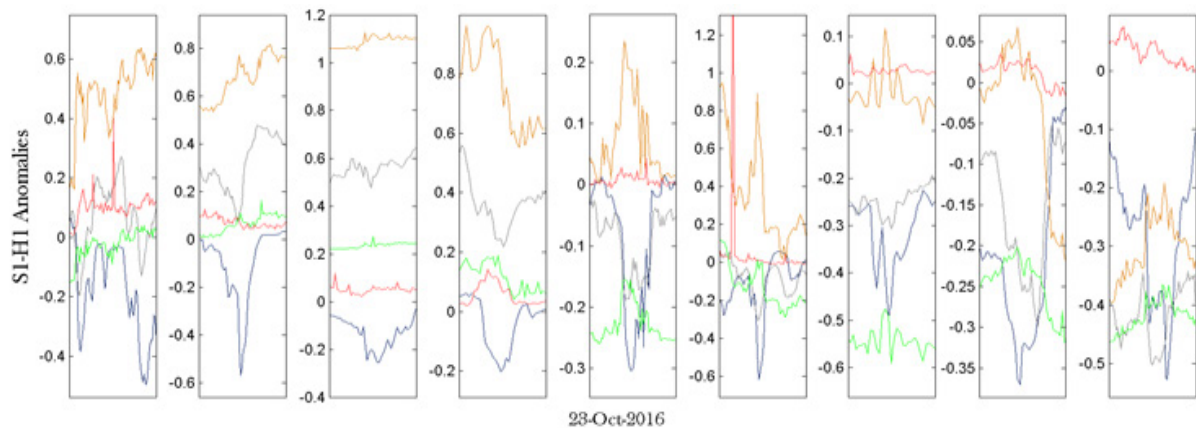


Figure 2. (a) Significant signals of $\delta \text{ORP}/\delta t$ according to anomalies observed for physical-chemical parameters in S1-H1 (first time series done). (b) Physical-chemical main pattern responses to hydrothermal emissions and the fitting between them.

The variability anomalies patterns have allowed to establish a lineal positive correlation between potential temperature and salinity of 0.93 to 0.95 which match inversely with a significant descending of pH and oxygen with -0.80 to -0.89 correlations coefficients. Finally, ADCP velocities ensured that the variations in anomalies registered correspond only to the nature of hydrothermal discharges, concluding that the degasification post-eruptive phase over the main crater remain active with the presence of interrupted physical-chemical seawater anomalies.

Agradecimientos: This study has been supported by funds from FEDER and the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness through the VULCANO-II project (CTM2014-51837-R) lead by the Spanish Institute of Oceanography (IEO). Data of pHT,25 have been obtained, processed and provided by QUIMA-IOCAG-ULPGC team and CTD data have been provide by the Spanish Institute of Oceanography. Finally, we would like to thank ORIS for giving me the financial opportunity to realize an internship in the Spanish Institute of Oceanography at the Canary center within the framework of VULCANO-II project (IEO-ORIS International agreement) ORIS El Hierro Limited Edition.

Referencias

- [1] J. M. Santana-Casiano, et al., Significant discharge of CO₂ from hydrothermalism associated with the submarine volcano of El Hierro Island. *Sci. Rep.* 6 (2016) 25686.
- [2] E. Fraile-Nuez, et al., The submarine volcano eruption at the island of El Hierro: physical-chemical perturbation and biological response. *Sci. Rep.* 2 (2012) 1–7.
- [3] J. M. Santana-Casiano, et al., The natural ocean acidification and fertilization event caused by the submarine eruption of El Hierro. *Sci. Rep.* 3 (2013) 1140.
- [4] H. Staudigel, et al., Vailulu'u Seamount, Samoa: Life and death on an active submarine volcano. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 103 (2006) 6448–6453.

SHORT-TERM TEMPERATURE INCREASES HAVE NEGATIVE CONSEQUENCES IN THE MEDITERRANEAN SEAGRASS *POSIDONIA OCEANICA*: DIRECT EFFECTS AND INTERACTION WITH AMMONIUM PULSES

Ontoria, Yaiza ⁽¹⁾; Cuesta, Ainhoa ⁽²⁾; Ruiz, Juan Manuel ⁽³⁾; Romero, Javier ⁽⁴⁾; Pérez, Marta ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences (University of Barcelona), yaizaontoria@ub.edu

⁽²⁾ Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences (University of Barcelona), ainhoacuesta10@gmail.com

⁽³⁾ Seagrass Ecology Group, Oceanographic Center of Murcia, Spanish Institute of Oceanography, juanm.ruiz@ieo.es

⁽⁴⁾ Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences (University of Barcelona), maperez@ub.edu

⁽⁵⁾ Department of Evolutionary Biology, Ecology and Environmental Sciences (University of Barcelona), jromero@ub.edu

Keywords: global warming, heat wave, eutrophication, Posidonia oceanica

Global warming and its effects are generalised matter of concern and are being increasingly studied by the scientific community. As temperature is among the environmental factors with greater effects on organisms' physiology, performances and interactions, the effects of warming, to which any species is potentially susceptible, are supposed to greatly affect our living environment. A special focus has been placed on habitat forming species, such as corals or seagrasses, due to the cascading effects of any temperature impact on these species. Seagrass meadows are considered one of the most valuable coastal ecosystems in terms of goods (finfish and shellfish) and ecological services they provide (supply of food and habitat for other organisms, regulation of the quality of coastal waters, protection of the coast line, nutrient cycling and a globally significant sequestration of carbon).

The endemic *Posidonia oceanica* is the dominant seagrass in the Mediterranean Sea, with an estimated cover area of >12.000 km² [1]. The high sensitivity to high temperatures [2] and the low growth and recovery rates of this long-lived species make it especially vulnerable to environmental disturbances. The alarming decline of its meadows in the last decades has been attributed to the concurrence, in the coastal zone, of a panoply of anthropogenic activities, among which tourism development and eutrophication seems to be the most important [3]. To these, and in recent years, warming should be incorporated.

The first aim of this study is to evaluate plant responses (in terms of photosynthesis and growth) to short-term temperature increase, simulating an extreme temperature event such as a heat wave. However, it seems clear that the impact of warming will not act in isolation from the effect of other stressors, and it seems of crucial importance to evaluate interactions and potential synergies among stressors. Thus, our second aim is to evaluate the combined effect of a simulated heat wave with ammonium pulses. To do this we performed a mesocosm experiment where plants were exposed to three thermal treatments and to three levels of ammonium in a fully factorial experiment. Tanks were set in three experimental chambers controlling. Light conditions were set at ~215 μmol photons m⁻² s⁻¹, above the saturation irradiance of these plants [4], on a 12h:12h light:dark photoperiod.

Tanks were maintained at 20°C (the temperature in the field site at the time of collection, control temperature) for four days to allow for plant acclimation. After the acclimation period, the temperature

was progressively increased (ca. 3°C/day) until reaching 30°C in one chamber and 35°C in the second one. The first temperature has been chosen as potential temperature during a heat wave in the future scenario of climate change [5]. The highest temperature has been chosen simulating an extreme event of ocean warming (currently unlikely but not impossible in a future according with the average rate of ocean warming). After reaching experimental temperatures, NH₄Cl was added to obtain the follow three ammonium treatments: control (no NH₄Cl addition), moderate concentration (30µM of NH₄Cl) and high concentration (120µM of NH₄Cl).

The experiment ended after 7 days of exposure to both stressors (temperature and ammonium) when necrosis marks in plants exposed to the highest temperature treatment (35°C) indicated critical damage.

At the end of the experiment we evaluated plant status through its photosynthetic characteristics, leaf growth rate and necrosis incidence. Diving PAM (Pulse Amplitude Modulation fluorometer) was used to measure maximum quantum yield (F_v/F_m), effective quantum yield of photosystem II (Φ_{PSII}), maximum electron transport rate (ETR_{max}) and non-photochemical quenching (NPQ). Leaf growth was measured using a leaf marking technique, and the incidence of necrosis was visually estimated.

The results suggest that *Posidonia oceanica* tolerates short-term (7-days) thermal stress up to 30°C, as photosynthetic performance was maintained in heated plants at similar levels than control ones. In contrast, we found substantial decreases in photosynthetic performances and growth and a significant increase in the necrosis incidence at 35°C, indicating a very low tolerance at this temperature, even with short exposition periods. Ammonium pulses, at both moderate and high concentrations, caused also negative effects on plant performances, in isolation from temperature (decreased photosynthetic capacity). Interestingly, ammonium pulses worsened the negative effects found at 35°C, since synergistic effects were observed these plants.

These findings confirm the sensitivity of seagrass to high temperatures, even in the short term. Moreover, they warn us about the fact that the effects of global warming may be much stronger than suspected in plants already submitted to other stressors such as eutrophication, especially in persistent seagrass species living in oligotrophic environments such as *Posidonia oceanica*.

Acknowledgements

This work was supported by the Spanish Government (fellowship BES-2014-069593 and project CTM2013-48027-C3-1/2-R). We thank Neus Sanmartí for the assistance in the field and laboratory.

References

- [1] Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., Ardizzone, G., Apostolaki, E. T., Fraschetti, S., Gristina, M., Knittweis, L., Martin, C.S., Pergent, G., Alagna, A., Badalamenti, F., Garofalo, G., Gerakaris, V., Pace, M. L., Pergent-Martini, C., & Salomidi, M. (2015). Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Nature Publishing Group*, 3303, 1–14.
- [2] Marín-Guirao, L., Ruiz, J. M., Dattolo, E., García-Muñoz, R., & Procaccini, G. (2016). Physiological and molecular evidence of differential short-Term heat tolerance in Mediterranean seagrasses. *Scientific Reports*, 6(June), 1–13.
- [3] Boudouresque, C. F., Bernard, G., Pergent, G., Shili, A., & Verlaque, M. (2009). Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: A critical review. *Botanica Marina*, 52(5), 395–418.
- [4] Pérez, M., & Romero, J. (1992). Photosynthetic response to light and temperature of the seagrass *Cymodocea nodosa* and the prediction of its seasonality. *Aquatic Botany* 43, 51–62.
- [5] IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5)(Cambridge Univ Press, New York)*, 1535.

¿CUÁLES SON LAS TEMPERATURAS Y SALINIDADES ÓPTIMAS PARA EL DESARROLLO LARVAL DEL CANGREJO PARÁSITO *AFROPINNOTHERES MONODI*?

Pérez-Miguel, Marta ⁽¹⁾; González-Ortegón Enrique ⁽¹⁾; Cuesta, Jose A. ⁽¹⁾; Navas, J. Ignacio ⁽²⁾; Drake, Pilar

⁽¹⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, CSIC, Cádiz, Puerto Real.

⁽²⁾ IFAPA, Centro “Agua del Pino”, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía, Cartaya, Huelva.

Palabras Clave: Pinnotheridae, zoea, megalopa, temperatura, salinidad

Introducción

Como respuesta al calentamiento global, numerosas especies marinas han desplazado su distribución. Algunas especies africanas, como el cangrejo pinotérico *Afropinnotheres monodi* Manning, 1993, se mueven hacia latitudes más altas del hemisferio Norte asentándose en la costa sur de Europa. Su distribución actual en la península Ibérica se extiende desde Setúbal, Portugal hasta Rincón de la Victoria, Málaga [1]. Al igual que otros cangrejos Braquiuros marinos, los pinotéricos tienen una etapa de vida planctónica después de la eclosión del huevo. En esta etapa de vida libre, los diferentes estadios larvales, compuestos por 4 zoeas y una megalopa en *A. monodi*, tienen la posibilidad de dispersarse y buscar un hospedador, normalmente un bivalvo. En esta etapa las larvas estarán sometidas a cambios en las condiciones abióticas (como la temperatura y salinidad) y bióticas (como la disponibilidad de comida y la depredación) del medio [2].

En este trabajo se ha estudiado, bajo condiciones controladas de laboratorio, la supervivencia y la duración del desarrollo larvario del cangrejo parásito *A. monodi*, con el fin de conocer el rango de temperatura y salinidad en el que puede completar exitosamente su desarrollo larvario. Por lo tanto, el presente estudio podría ayudar a dilucidar la capacidad de infestación de este parásito en las poblaciones de bivalvos de alto interés comercial del norte de Europa.

Material y Métodos

Se recolectaron hembras ovígeras cercanas a la eclosión y se mantuvieron en el laboratorio un máximo de 5 días en acuarios de 1l de agua marina bajo las mismas condiciones de temperatura y salinidad en el momento de muestro. El mismo día de la eclosión, las larvas fueron transferidas individualmente, con una pipeta estéril, a pocillos con 10ml de agua marina filtrada y cultivadas en cámaras a diferentes temperaturas y salinidades bajo condición de luz/oscuridad 12h/12h. Diariamente, se comprobaron mudas y muertes, se cambió el agua de cultivo y se alimentaron a las larvas con rotífero *Brachionus plicatilis* Müller, 1787 previamente enriquecidos con de algas con *Nannochloropsis gaditana* L.M. Lubián, 1982 e *Isochrysis galbana* Parke, 1949. Para conocer la temperatura óptima a la que *A. monodi* completa su desarrollo, se cultivaron, en agua de mar (36 de salinidad), 90 larvas procedentes de 6 hembras por cada una de las 6 temperaturas seleccionadas para este estudio (5, 10, 15, 20, 25 y 30°C). Una vez conocida la temperatura óptima para completar el desarrollo larvario en el laboratorio, se ensayaron 4 salinidades (15, 25, 36 y 40) a 25°C. Para ello se usaron 90 larvas por salinidad procedentes de 3 hembras diferentes. Simultáneamente a cada experiencia, se testaron 12 larvas de cada hembra a 20°C y 36 de salinidad sin alimento, con el fin de comprobar la calidad de las larvas.

Resultados

El desarrollo larvario se completó con éxito a 20 y 25°C de temperatura, con una supervivencia máxima del 19% de megalopas a 25°C. En la figura 1 se pueden observar dos grupos, uno con altas tasas de supervivencia (15, 20 y 25°C) y otro con tasas de supervivencia menores (5, 10 y 30°C). A las dos temperaturas inferiores (5 y 10°C) las larvas murieron en zoea II. El tiempo de desarrollo descendió marcadamente con el aumento de la temperatura. A 25 y 30°C se detectó un estadio extra (zoea V) pero no mudaron a megalopa. No se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el tiempo de supervivencia entre las zoeas cultivadas sin alimentación para testar la temperatura.

La supervivencia máxima a temperatura óptima (25°C) se produjo a 25 y 36 de salinidad siendo de 47% y 48% respectivamente. En la salinidad de 45 el 18% de las larvas llegaron a megalopa, mientras que en la salinidad más baja (15) las larvas no consiguieron superar el estadio zoea II. Atendiendo a las diferencias en la supervivencia larvaria a diferentes salinidades se pueden definir 2 grupos: 15, 45 y otro con las salinidades de 25 y 36 (figura 1). En cuanto al tiempo de desarrollo de cada estadio, se detectó un ligero aumento con las salinidades más altas. Concretamente, se observó un estadio extra (zoea V) en las larvas cultivadas a 25, 36 y 45 de salinidad pero solo a 25 se alcanzó la fase de megalopa. Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en el tiempo de vida entre las zoeas cultivadas sin alimentación para testar la salinidad.

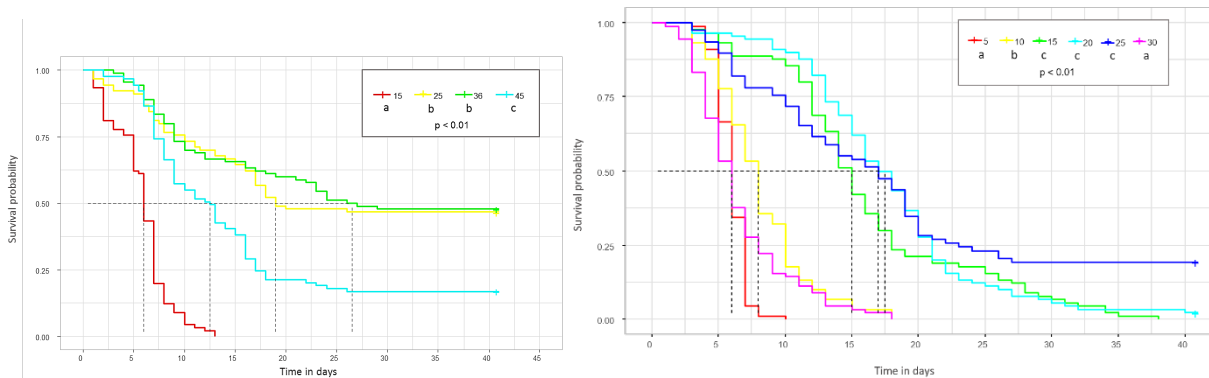


Fig. 1. Probabilidad de supervivencia a diferentes temperaturas (derecha) y salinidades (izquierda) durante el desarrollo larvario de *A. monodi*. El LT_{50} se representa como una línea discontinua negra. Las letras representan la diferencia significativa ($P < 0.01$) entre las temperaturas y salinidades respectivamente según el método de Kaplan-Meier.

Discusión

La temperatura, en el caso de *A. monodi*, se presenta como el factor determinante para el éxito en desarrollo larvario [3], siendo de 20 a 25°C el rango óptimo de temperaturas. A temperaturas mayores (30°C), el metabolismo se acelera por lo que el tiempo de desarrollo es menor aunque, debido al estrés térmico las larvas mueren antes de completar su desarrollo. Asimismo, los estadios extra que aparecen a temperaturas y salinidades altas sugieren un déficit de energía en el desarrollo larvario bajo estas condiciones. El rango de salinidades a las que las larvas de *A. monodi* pueden completar su desarrollo, indican que esta etapa es moderadamente eurihalina. Por otra parte, la variación entre las larvas causada por el efecto de las diferentes madres usadas en el experimento, no interfiere en el tratamiento de salinidad puesto que se usaron las mismas madres para las cuatro salinidades. En concordancia con la distribución actual de adultos de *A. monodi*, los rangos de temperatura y salinidad en los que las larvas esta especie completa su desarrollo están entre 20 y 25°C, y 25 y 36 de salinidad. De acuerdo con estos resultados, a medida que aumente la temperatura del mar [4], es posible que *A. monodi* logre establecerse en el norte de la península Ibérica. Esto podría perjudicar a la industria del mejillón ya que este pinotérico parásito disminuye su índice de condición [5].

Agradecimientos

Este estudio fue parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), el Plan Nacional I + D y los fondos FEDER europeos a través del proyecto AFROBIV (CGL2014-53557-P). El MINECO también apoyó con un contrato predoctoral FPI a MPM (BES-2015-072703).

Referencias

- [1] M. Perez-Miguel, P. Drake, J. E. García Raso, L. Mamán Menéndez, J. I. Navas & J. A. Cuesta, Mar. Biodiv. 2017 DOI 10.1007/s12526-017-0754-8
- [2] K. Anger, Invertebr. Reprod. Dev. 49 (2006) 175–205.
- [3] E. Marco-Herrero, P. Drake, J.I. Gonzalez-Gordillo, J.A. Cuesta, Mar. Biol. Res. 12 (2016) 43–55.
- [4] National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C. 2000
- [5] M. Perez-Miguel, P. Drake, J. E. García Ras, J. I. Navas & J. A. Cuesta, Aquaculture. 491 (2018) 1-9.

THE IMPACT OF HIGH CO₂ AND LOW PH ON THE ORGANIC CARBON CHARACTERIZATION

Rios-Yunes, Dunia ⁽¹⁾; Borrero-Santiago, Ana R.; Aberle- Malzahn, Nicole; Ardelan, Murat V. ⁽²⁾

⁽¹⁾Norwegian University of Science and Technology, duniar@stud.ntnu.no

⁽²⁾Norwegian University of Science and Technology murat.v.ardelan@ntnu.no

Palabras Clave: Ocean acidification, Carbon capture, carbon dioxide, organic carbon, LC-MS, carbón characterization

Since the beginning of the industrial revolution, emissions of carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere have been increasing steadily [1]. CO₂ is one of the main greenhouse gases and it is emitted by the combustion of fossil fuels [1]. CO₂ has a long atmospheric lifetime, and as such, when it is released into the atmosphere it lingers in it leading to long-term accumulation [2]. The concentration of CO₂ has soared from pre-industrial levels of 278 ppm to current levels of 406 ppm in February 2017 measured by the NOAA Mauna Loa Station [3]. This increase concentration has resulted changes in the atmosphere, leading to global warming; but it has also affected the oceans, since about 30% of the CO₂ that is absorbed by the oceans and seas, thus altering the marine chemistry and causing a drop in the seawater pH [1].

One of the major mitigation methods for the raising concentration and accumulation of CO₂ in the atmosphere is the Carbon Capture and Storage (CCS) [4] rather than being emitted to the atmosphere. Some key enabling contributions from technology development that could help to facilitate the widespread commercial deployment of CCS are expected to include cost reductions for CO₂ capture technology and improved techniques for monitoring stored CO₂. It is important, however, to realise that CCS will always require additional energy compared to projects without CCS, so will not be used unless project operators see an appropriate value for reducing CO₂ emissions from their operations or legislation is introduced that requires CCS to be used. Possible key advances for CO₂ capture technology over the next 50 years, which are expected to arise from an eventual adoption of CCS as standard practice for all large stationary fossil fuel installations, are also identified. These include continued incremental improvements (e.g. many potential solvent developments). However, there are some risks associated with CCS such as seepage of CO₂ from the storage site that in turn can cause localized ocean acidification (OA) [4] rather than being emitted to the atmosphere. Some key enabling contributions from technology development that could help to facilitate the widespread commercial deployment of CCS are expected to include cost reductions for CO₂ capture technology and improved techniques for monitoring stored CO₂. It is important, however, to realise that CCS will always require additional energy compared to projects without CCS, so will not be used unless project operators see an appropriate value for reducing CO₂ emissions from their operations or legislation is introduced that requires CCS to be used. Possible key advances for CO₂ capture technology over the next 50 years, which are expected to arise from an eventual adoption of CCS as standard practice for all large stationary fossil fuel installations, are also identified. These include continued incremental improvements (e.g. many potential solvent developments). The OA affects the marine chemistry and the different species of marine dissolved organic carbon (DOC) as well as the DOC transformation of the marine bacteria [5]. These changes could potentially alter the long-term carbon storage capacity of the ocean [6]. The CO₂ Marine project aimed to study the changes in the marine chemistry and bacterial degradation under high-pressure, long-term, low pH conditions. In this thesis, the intention was to study the effect that the low pH conditions would have on the DOC and the bacterial activity and to characterize the different DOC species with liquid chromatography- mass spectrometry (LC-MS). What we found was a decrease in the concentration of DOC and particulate organic carbon (POC) under low pH stress. The DOC compounds characterized were different between treatments and showed an apparent shift from negatively charged to positively charged. There was a higher bacterial degradation activity after low pH stress however; a decreased amount of recalcitrant DOC (RDOC) was produced. 11 potentially RDOC compounds were identified.

Agradecimientos

Special thanks to Ana Borrero Santiago, Susana Villa Gonzalez, Tomasz Ciesielski and Mathew Avarachen from the Norwegian University of Science and Technology for their contribution in the realization of this master's project.

Referencias

- [1] Sabine CL. The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂. *Science* (80-) [Internet]. 2004 Jul 16;305(5682):367–71. Available from: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/9809069%5Cnhttp://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01422419908228843%5Cnhttp://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1097403>
- [2] Karl TR. Modern Global Climate Change. *Science* (80-) [Internet]. 2003 Dec 5;302(5651):1719–23. Available from: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1090228>
- [3] National Oceanic and Atmospheric Administration. Recent Monthly Average Mauna Loa CO₂ [Internet]. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. 2017 [cited 2017 Mar 27]. Available from: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- [4] Gibbins J, Chalmers H. Carbon capture and storage. *Energy Policy* [Internet]. 2008 Dec;36(12):4317–22. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421508004436>
- [5] Piontek J, Borchard C, Sperling M, Schulz KG, Riebesell U, Engel A. Response of bacterioplankton activity in an Arctic fjord system to elevated pCO₂: results from a mesocosm perturbation study. *Biogeosciences* [Internet]. 2013 Jan 22;10(1):297–314. Available from: <http://www.biogeosciences.net/10/297/2013/>
- [6] Jiao N, Herndl GJ, Hansell DA, Benner R, Kattner G, Wilhelm SW, et al. Microbial production of recalcitrant dissolved organic matter: long-term carbon storage in the global ocean. *Nat Rev Microbiol* [Internet]. 2010 Aug 5;8(8):593–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2386>

DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE LAS COMUNIDADES SÉSILES DE LA CUEVA SUBMARINA DE CERRO-GORDO

Sabino L., Álvaro⁽¹⁾; Sempere-Valverde, Juan⁽²⁾; Navarro-Barranco, Carlos⁽³⁾;
Espinosa T., Free⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidad de Sevilla, alvsabor@gmail.com

⁽²⁾ Universidad de Sevilla, juansempere91@gmail.com

⁽³⁾ Universidad de Sevilla, carlosnavarro@us.es

⁽⁴⁾ Universidad de Sevilla, free@us.es

Palabras Clave: Cuevas submarinas, Comunidades sésiles, Variación Espacio-temporal, Descriptor taxonómico, Descriptor morfológico.

Introducción

Las cuevas submarinas del Mar Mediterráneo son consideradas puntos calientes de biodiversidad, debido a los roles que desempeñan como refugios o islas ecológicas, albergando en ellas cerca del 50% de las especies totales de esponjas de este mismo mar [1]. Estos ambientes son de alta singularidad ecológica, pues sus parámetros fisicoquímicos, así como la escasez de hidrodinamismo y el déficit lumínico son claves para comprender la distribución de la flora y la fauna tanto bentónica como pelágica [4-6].

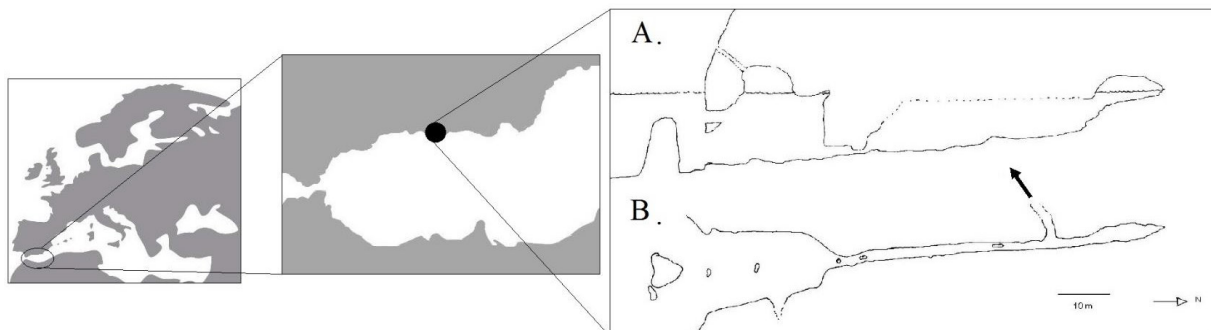


Figura 1: Localización y topografía de la cueva del estudio. A. Plano del perfil lateral de la cueva. B. Plano de la planta de la cueva. La flecha negra indica un conducto que comunica al mar abierto.

Los escasos estudios realizados en esta última década [ej. 2,3], clasifican a estos hábitats como estables y sensibles ante perturbaciones, sin embargo, el presente estudio tratará de arrojar información recopilada durante un amplio periodo de tiempo sobre una cueva situada en la costa granadina (cueva de Cerro-Gordo).

Objetivos

Para ello, este estudio se basó en dos hipótesis. La hipótesis inicial considera que las partes más internas de las cuevas muestran una menor variabilidad temporal que las externas. La segunda hipótesis considera que, tanto en la parte externa como en la interna de la cueva, existen diferencias espaciales a pequeña escala, específicamente entre las dos paredes de la cueva.



Figura 2: Imagen procesada con el software PhotoQuad. Para obtener la cobertura se proyectaron 50 puntos de forma aleatoria sobre una cuadrícula de 20x20cm.

Metodología

La cueva del estudio se localiza en el sur de la provincia de Granada, concretamente en el parque natural de Maro Cerro-Gordo (Figura 1), y en ella se realizó un seguimiento de tres muestreos a lo largo de un periodo de 9 años (desde 2007 hasta 2016, realizándose muestreos en 2007 y 2008, 2010 y 2011, y 2016). En la cámara semioscura se tomaron 4 réplicas fotográficas en 5 puntos a lo largo de 20 metros y en la cámara oscura en 8 puntos a lo largo de 35 metros). En estos muestreos se analizó las coberturas comunidades sésiles de cada pared para las dos partes de la cueva (semioscura y oscura) (ver Figura 2). Se agruparon los datos obtenidos en base a los descriptores taxonómico y morfológico [9,10].

Con las variables agrupadas se realizaron análisis de comparación de varianzas mediante permutación (PERMANOVA, 9999 permutaciones) por separado para ambas partes de la cueva, usando el software informático PRIMER-E + PERMANOVA.

Resultados

Los diferentes análisis que se realizaron en el presente trabajo mostraron diferencias en las abundancias de especies a lo largo del tiempo, pero siguiendo un patrón específico en cada cámara de la cueva (ver Figura 3).

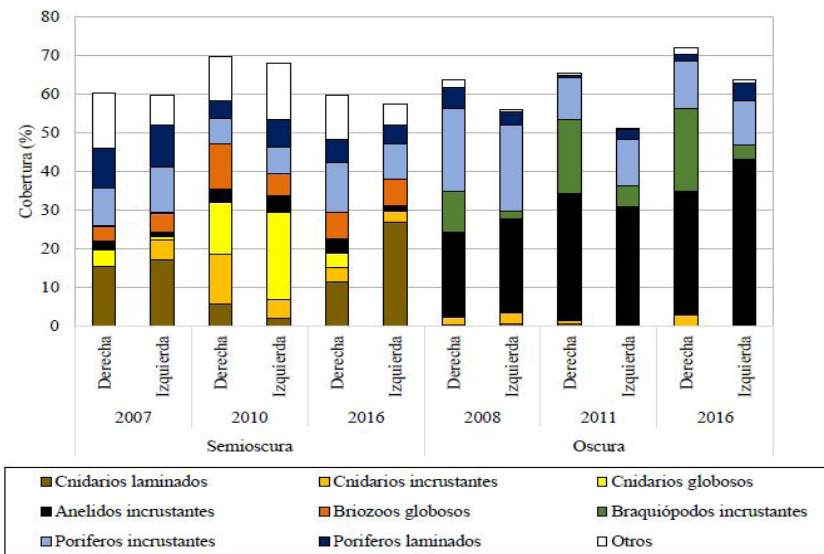


Figura 3: Medias de la cobertura resultado de la interacción de ambos descriptores (taxonómico y morfológico) a lo largo de la cueva. “Otros” agrupa las categorías con una representación menor al 1% en la abundancia total de la cueva (Macroalgas foliáceas, Cnidarios Foliáceos, Anélidos globosos, Moluscos incrustantes, Briozoos incrustantes, Acidias laminadas, Ascidias globosas).

Los resultados obtenidos de los análisis PERMANOVA muestran, para la cámara semioscura, diferencias en la composición de la fauna sésil solo en los años 2007 y 2010 ($P < 0,01$ para el factor AÑO), y diferencias en su morfología en todos los años y entre las paredes del año 2016 ($P < 0,05$ para la interacción AÑO x PARED). La parte oscura, muestra diferencias entre las paredes, tanto en la composición de la fauna sésil, como en sus morfologías ($P < 0,001$ para el factor PARED en ambos descriptores) a lo largo del tiempo.

Conclusiones

Esta cueva comparte el patrón ya descrito en estudios previos, pero con la diferencia de que las coberturas no disminuyen a medida que nos adentramos en la misma (llegando a ser distinta entre las mismas paredes) y que no permanece tan estable como cabría esperar [7]. Estas diferencias, que han corroborado solo nuestra segunda hipótesis, pueden estar explicadas por diversos motivos: la presencia de acuíferos costeros cercanos, la topografía de la misma cueva, la actividad antrópica y/o por la naturaleza del clima de la zona [8]. A pesar de que los patrones espaciales encontrados no son extensibles a otras cuevas sumergidas, las cuevas conectadas a masas de agua terrestre podrían estar expuestas a un mayor rango de perturbaciones (de origen natural o humano). Profundizar en el conocimiento sobre la dinámica espacio-temporal de estos ecosistemas y sus comunidades permitirá el desarrollo de estrategias de gestión y conservación más eficientes [9,10].

Referencias

- [1] V. Gerovasileiou, E. Voltasiadou, Marine Caves of the Mediterranean Sea: A Sponge Biodiversity Reservoir within a Biodiversity Hotspot, PloS ONE 7 (2012) e39873.7
- [2] M. Ledoyer, Ecología de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome. IV, Synthèse de l'étude écologique, Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume 44 (1968) 125-296.
- [3] L. Pouliquen, Les Spongiaires des grottes sous-marines la région de Marseille, écologie et systématique, Tethys 3 (1972) 717-758.

- [4] L. W. Buss, J. B. Jackson, Planktonic food availability and suspension-feeder abundance: evidence of in situ depletion, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 49 (1981) 151-161.
- [5] J. M. Gili, T. Riera, M. Zabala, Physical and biological gradients in a submarine cave on the western Mediterranean coast (NE Spain), *Marine Biology* 9 (1986) 291-297.
- [6] A. Balduzzi, C. N. Bianchi, F. Cattaneo, R. Vietti, M. Pansini, M. Sarà, The suspension-feeder communities of a Mediterranean Sea cave, *Scientia. Marina* 53 (1989) 387-395.
- [7] C. Navarro-Barranco, J. M. Guerra-García, L. Sánchez-Tocino, J. C. García-Gómez, Soft-bottom crustacean assemblages in Mediterranean marine caves: the cave of Cerro Gordo (Granada, Spain) as case study, *Helgoland marine research* 66 (2012) 567.
- [8] P. A. Rastorgueff, D. Bellan-Santini, C. N. Bianchi, S. Bussoti, P. Chevaldonné, P. Guidetti, S. Ruitton, An ecosystem-based approach to evaluate the ecological quality of Mediterranean undersea caves, *Ecological Indicators* 54 (2015) 137-152.
- [9] E. Nepote, C. N. Bianchi, C. Morri, M. Ferrari, M. Montefalcone, Impact of a harbour construction on the benthic community of two shallow marine caves, *Marine pollution bulletin* 114 (2017) 35-45.
- [10] V. Parravicini, P. Guidetti, C. Morri, M. Montefalcone, M. Donato, C. N. Bianchi, Consequences of sea water temperature anomalies on a Mediterranean submarine cave ecosystem, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86 (2010) 276-282.

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA Y SINGULARIDAD DEL CABO TRAFALGAR MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE Y MODELOS NUMÉRICOS

Sala, Iria ⁽¹⁾; Bolado-Penagos, Marina ⁽²⁾; Navarro, Gabriel ⁽³⁾; Vallina, Sergio M. ⁽⁴⁾; Sánchez-Garrido, José C. ⁽⁵⁾; García, Carlos M. ⁽¹⁾; Echevarría, Fidel ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Biología, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, iria.sala@uca.es, carlos.garcia@uca.es, fidel.echevarria@uca.es

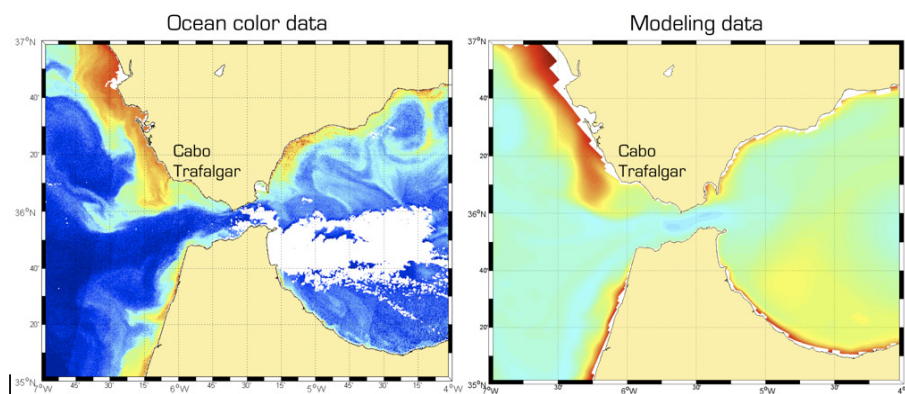
⁽²⁾ Dpto. de Física Aplicada, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, marina.bolado@uca.es

⁽³⁾ Dpto. de Ecología y Gestión Costera, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), gabriel.navarro@icman.csic.es

⁽⁴⁾ Centro Oceanográfico de Gijón, Instituto Español de Oceanografía, sergio.vallina@ieo.es

⁽⁵⁾ Grupo de Oceanografía Física, Universidad de Málaga, jcsanchez@ctima.uma.es

Cabo Trafalgar se localiza en un marco geográfico único entre el Golfo de Cádiz (GoC), dominado por la variabilidad estacional, y el Estrecho de Gibraltar, que se rige principalmente por el ciclo mareal. Por otro lado, al norte del Cabo, una cresta submarina se extiende mar adentro perpendicular a la costa, jugando un papel muy importante en el afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes debido a su interacción con la corriente de marea [1]. Este proceso de afloramiento, además, se puede ver intensificado por otros mecanismos como el viento o el aporte de los ríos. Todos estos factores hacen que Cabo Trafalgar haya destacado en varios estudios como un área altamente productiva (e.g. [2]), que además se considera una fuente de aguas ricas en nutrientes y biomasa hacia el Mar de Alborán (e.g. [3]).



Para estudiar la compleja dinámica que favorece la alta producción primaria de esta zona, se han utilizado diferentes metodologías. En un primer enfoque, se examinaron 10 años de imágenes de color oceánico del sensor MERIS (MEdium Resolution Imaging Spectrometer) aplicando diferentes análisis estadísticos [4]. Un primer análisis de Funciones Empíricas Ortogonales (EOF), destacó Cabo Trafalgar como un área con una dinámica opuesta a la observada en la plataforma costera del GoC. Este hecho, se vio respaldado por un análisis *wavelet*, que mostró la ausencia de un patrón claro de variabilidad en la concentración de clorofila, mientras que en la plataforma costera se observó una señal estacional. Finalmente, un análisis de covariación

de la concentración de clorofila con diferentes variables ambientales (viento, descargas del Río Guadalquivir y corriente de marea) evidenció una máxima correlación entre dicha concentración y la corriente de marea a una escala quincenal (i.e. mareas vivas/mareas muertas).

Sin embargo, las imágenes de satélite tienen una resolución temporal muy baja (~3 días) para poder estudiar con detalle la influencia de la marea en la productividad de Cabo Trafalgar; y solo muestran la capa más superficial de la columna de agua sin poder llegar a detectar máximos profundos de clorofila. Para solventar este problema, se implementó un modelo hidrodinámico tridimensional de alta resolución (MITgcm) acoplado a un modelo ecológico (DARWIN) para el área de estudio. Los resultados de este modelo permitieron observar que tanto la biomasa del fitoplancton, como la concentración de nutrientes, la temperatura y la salinidad, muestran un claro patrón de variabilidad mediado por la dinámica de las mareas, con una fuerte influencia de la componente diurna. A escala quincenal, que fue la única que nos permitió analizar las imágenes de satélite, la salinidad mostró un patrón de variabilidad muy claro, habiendo una mayor intrusión de aguas saladas durante las mareas vivas, mientras que durante las mareas muertas se observó una mayor acumulación de nutrientes y biomasa.

Gracias a la combinación de ambas técnicas es posible entender con más detalle la intrincada hidrodinámica que afecta a la variabilidad espacial y temporal de la concentración de clorofila en la zona de Trafalgar, un área crucial para la producción primaria de la región.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos del Plan Nacional CTM2013-49048, CTM2014-58181-R, y el proyecto regional PR11-RNM-7722. Iria Sala y Marina Bolado-Penagos son beneficiarias de una beca FPI.

Referencias

- [1] M. Vargas-Yáñez, T. Sarhan Viola, F.P. Jorge, J.P. Rubín, M.C. García-Martínez. *Cont. Shelf Res.* 22 (2002) 115–139.
- [2] E. Ramírez-Romero, D. Macías, M. Bruno, E. Reyes, G. Navarro, C.M. García. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 101 (2012) 24–32.
- [3] D. Macías, G. Navarro, F. Echevarría, C.M. García, J. Cueto. *J. Mar. Res.* 65 (2007) 523–543.
- [4] I. Sala, G. Navarro, M. Bolado-Penagos, F. Echevarría, C.M. García. *Remote Sensing*. 10 (2018) 165.

MACROALGAS “CUASI” TERRESTRES: ECOFISIOLOGÍA DE RODOFÍCEAS ESTUÁRICAS INTERMAREALES

Sánchez de Pedro, Raquel ⁽¹⁾; Niell, F. Xavier ⁽²⁾; Carmona, Raquel ⁽³⁾

⁽¹⁾Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Málaga, rsdpc@uma.es

⁽²⁾Departamento de Ecología y Geología, Universidad de Málaga, fxn@uma.es

⁽³⁾Departamento de Ecología y Geología, Universidad de Málaga, rcarmona@uma.es

Palabras Clave: Ecofisiología, Estuarios, Intermareal, Macroalgas, Rodofíceas, Variables ambientales.

Introducción y objetivo

La zonación de organismos bentónicos en ecosistemas intermareales ha sido objeto de numerosos estudios desde hace casi dos siglos, existiendo un amplio debate científico sobre qué factores ambientales modelan su distribución. Mientras que la mayor parte de esos estudios se han llevado a cabo en intermareales rocosos de ecosistemas costeros, es mucha menor la información en zonas de intermareal de estuarios. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la ecofisiología de las macroalgas *Bostrychia scorpioides* (Hudson) Montagne ex Kützing (Rhodophyta, Ceramiales) y *Catenella caespitosa* (Withering) L. M. Irvine (Rhodophyta, Gigartinales) y analizar el papel que desempeñan diferentes variables ambientales en su distribución y crecimiento en el intermareal del estuario del río Palmones (Algeciras, Cádiz).

Metodología

Estas especies crecen sobre los talos basales leñosos de las quenopodiáceas halófitas de la marisma, y se encuentran segregadas espacialmente a pequeña escala en el intermareal del estuario, a lo largo de un gradiente de luz, temperatura, emersión, y disponibilidad de nutrientes según la diferente altura de marea que ocupan (Fig. 1). Esta zonación ocupa una franja de 30 cm en el intermareal estuárico, donde *C. caespitosa* ocupa la zona inferior-intermedia del intermareal próxima al sedimento (1.05–1.20 m), mientras que la intermedia-superior está dominada por *B. scorpioides* (1.15–1.30 m), coexistiendo ambas en una franja intermedia (Fig. 1). Ambas especies destacan por su alta tolerancia a la desecación, siendo consideradas por algunos autores como algas “terrestres” [1], además de por su tolerancia a bajas irradiancias, debido al efecto atenuante del dosel de vegetación de plantas halófitas bajo el cual crecen [2]. En este estudio se realizaron diversos experimentos de campo y laboratorio [5], dirigidos al análisis de las respuestas ecofisiológicas de estas especies a diferentes variables ambientales (luz [2], nutrientes [3], temperatura, salinidad, desecación), a partir de parámetros fisiológicos (crecimiento, fotosíntesis, incorporación de nutrientes), cambios en la composición bioquímica (composición elemental, pigmentos, sustancias osmorreguladoras) y cómo estas respuestas varían a lo largo de gradientes temporales (dinámica estacional) y espaciales (zonación, microhábitats [4]).

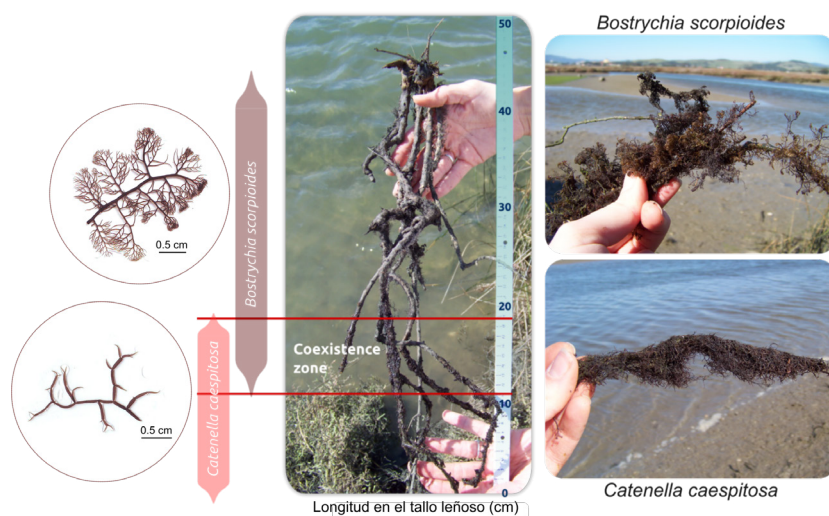


Figura 1. Zonación intermareal de las rodofíceas del estuario del río Palmones. Izq. Detalle de los talos. Dcha. Disposición de la fijación talos sobre tallos leñosos basales de *S. perennis*.

Resultados

La zonación intermareal de las rodofíceas del estuario del río Palmones muestra un claro control por los factores físicos, manifestado a través de diferentes niveles de tolerancia a los gradientes de estabilidad ambiental, en base a la integración de datos de experimentos de campo y laboratorio (Fig. 2). *Bostrychia scorpioides* posee una mayor plasticidad fotofisiológica [2], una superior tolerancia a la desecación (puede recuperarse tras 6 días en emersión continua y crecer tras extensos periodos de emersión), y mayor independencia nutricional [3], lo que explica su capacidad para afrontar condiciones ambientales más fluctuantes, siendo la especie dominante en las zonas altas del intermareal y en aquellas con mayor exposición a los factores de emersión (Fig. 2). Sin embargo, su mayor requerimiento lumínico para crecer es el principal factor que limita su presencia en la zona baja [2]. *Catenella caespitosa* posee una gran capacidad fotofisiológica adaptada a bajas irradiancias, con bajísimos requerimientos lumínicos para crecer y gastos respiratorios mínimos [2]. Esta respuesta junto a su baja capacidad para reducir la demanda interna de nutrientes en zonas altas del intermareal [4] y su mayor sensibilidad a las variables de emersión [5], explican su dominancia en las zonas intermareales más bajas y lugares más sombríos (Fig. 2).

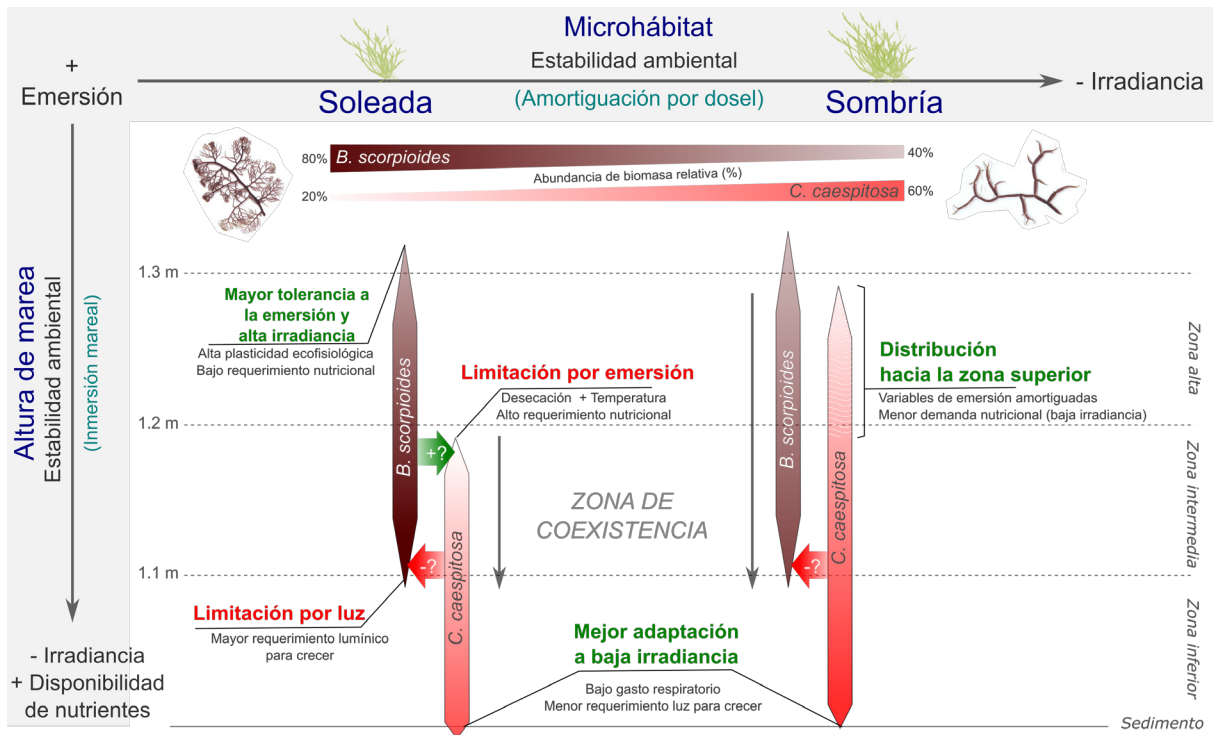


Figura 2. Representación esquemática de la zonación de *B. scorpioides* y *C. caespitosa* en el intermareal del estuario del río Palmones controlada por factores físicos. El eje horizontal representa el gradiente de estabilidad ambiental, desde zonas más iluminadas a más sombrías, asociadas al aumento de densidad en el dosel de vegetación. El eje vertical representa la estabilidad ambiental a lo largo del gradiente de marea, desde las partes más bajas a más altas del intermareal. Los cambios en la abundancia relativa de cada especie están representados en los dos ejes por diferentes intensidades de color. Las flechas indican posibles interacciones de tipo competitivo (rojo) o de facilitación (verde) entre las dos especies.

Conclusiones

Los factores físicos influyen de forma directa en la distribución de *B. scorpioides* y *C. caespitosa* en el intermareal del estuario del río Palmones, teniendo las interacciones biológicas un papel marginal. Las variables de emersión y la disponibilidad de nutrientes establecen los límites superiores de ambas especies, e impiden el crecimiento de *C. caespitosa* en la zona superior del intermareal, mientras que la luz es el principal factor que limita la distribución de *B. scorpioides* a la zona intermedia y superior de éste.

Agradecimientos

R.S. agradece al Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR) su financiación para la realización de su tesis doctoral, a través de un contrato de Titulado superior de apoyo a la Investigación (CEIMAR 0809110265, Universidad de Málaga).

Referencias

- [1] U. Karsten, G.O. Kirst, Plant Sci. 61 (1989) 29.
- [2] R. Sánchez de Pedro, F. X. Niell, R. Carmona, E. J. Phycol. 49 (2014) 538.
- [3] R. Sánchez de Pedro, F. X. Niell, R. Carmona, Phycologia 52 (2013) 461.
- [4] R. Sánchez de Pedro, U. Karsten, F. X. Niell, R. Carmona, Phycologia 52 (2016) 461.
- [5] R. Sánchez de Pedro, Tesis Doctoral, Universidad de Málaga (2017). p. 262.

INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL A PEQUEÑA ESCALA EN LA OPTIMIZACIÓN DEL NÚMERO DE RÉPLICAS EN MUESTREOS BENTÓNICOS

Sempere-Valverde, Juan ⁽¹⁾; Ostalé-Valriberas, Enrique ⁽¹⁾⁽²⁾; Espinosa, Free ⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratorio de Biología Marina (LBM), Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España, juansempere91@gmail.com, free@us.es.

⁽²⁾ Estación de Biología Marina del Estrecho, Ciudad Autónoma de Ceuta, España
enriqueostalevalriberas@gmail.com.

Palabras Clave: Comunidad bentónica, Diseño de muestreo, Replicación, Substratos artificiales, Substratos naturales, Metodología fotográfica.

Introducción

El establecimiento de un número adecuado de réplicas es un paso esencial durante el diseño de muestreo]. El uso de un número de réplicas insuficiente para representar fielmente la comunidad en las diferentes zonas o tratamientos conllevará un incremento del error de tipo I o falso positivo [1]. Por otro lado, un número excesivo de réplicas es perjudicial para la optimización del esfuerzo de muestreo. Aun así, el establecimiento de este número óptimo es un proceso laborioso y normalmente se utilizan estudios previos para estimar un número de réplicas adecuado.

Objetivos

Con el fin de afinar esta característica del diseño de muestreo se obtendrá una estima del número óptimo de réplicas necesario para representar la comunidad sésil del submareal en diferentes zonas de la costa de Ceuta. Comprobaremos como hipótesis nula que el número óptimo de muestras para representar a la comunidad bentónica no varía a escala local en áreas de la costa de Ceuta.

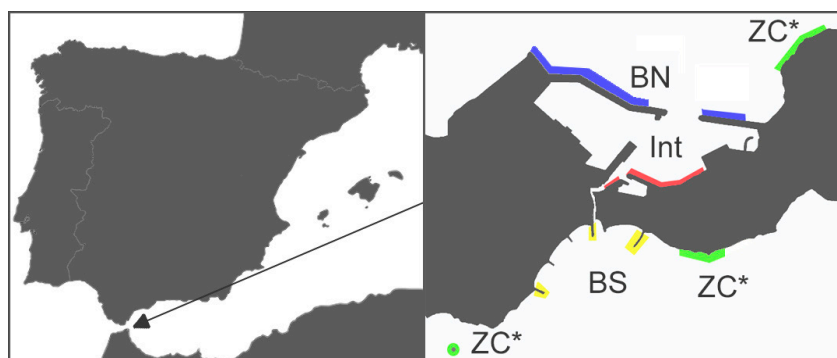


Figura 1. Zonas seleccionadas en el puerto de Ceuta y áreas aledañas (35° 53' 34" N - 5° 18' 48" W). BN = Bahía Norte escollera, BS = Bahía Sur escollera, Int = Interior del Puerto escollera, ZC = Zonas Control en sustrato natural. * Los transectos de ZC se distribuyeron entre Bahía Norte (3) y Bahía Sur (3).

Metodología

Cada una de las zonas seleccionadas (Figura 1 se dividió en sub-zonas. En cada una de estas sub-zonas, se localizaron 3 transectos de 10m distribuidos de manera homogénea en la línea costera. Al ser IntP y BS zonas de mayor interés, en sus sub-zonas se establecieron 5 transectos en lugar de 3. Para cada transecto se

fotografiaron 5 puntos de forma aleatoria, obteniendo imágenes (réplicas) de sustratos verticales a 2 y 4 metros de profundidad y con cuadrículas de 25x25cm [2]. En las zonas con más de 9m de profundidad (BN y ZC) se obtuvieron, con la misma metodología, muestras a 1 metro sobre el fondo y en la interfaz del sustrato duro y el fondo arenoso ($N_{TOTAL} = 546$). La cobertura de especies se obtuvo con el programa Adobe Photoshop.

Tratamiento de los datos

Considerando el factor Zona (cuatro niveles: BN, BS, Int y ZC) se realizaron gráficas de acumulación de especies utilizando el paquete “Vegan” del programa estadístico R [3] con los datos obtenidos a todas las profundidades y con las réplicas de solo 2 y 4 metros de profundidad ($N_{2y4m} = 225$).

Resultados

Se registraron un total de 92 especies. En BS y ZC, las muestras de 1 metro sobre el fondo e interfaz sustrato-fondo duplicaron el número de réplicas, lo que resultó esencial para obtener una curva de acumulación de especies con forma de asíntota horizontal a pesar del aumento del área de muestreo provocado por la inclusión de estas cotas batimétricas (Figura 2). Sin embargo, para 2 y 4m de profundidad, la elección de 3 sub-zonas con 3 transectos cada una resultó insuficiente para representar la comunidad de BN y ZC, así como la de cada una de sus sub-zonas. La menor riqueza de especies en las zonas BS e IntP tuvo una influencia directa en el número de réplicas necesario para representar a la mayoría de las especies de la comunidad. En este caso, cada una de las sub-zonas de BS e IntP queda aceptablemente representada con la replicación escogida.

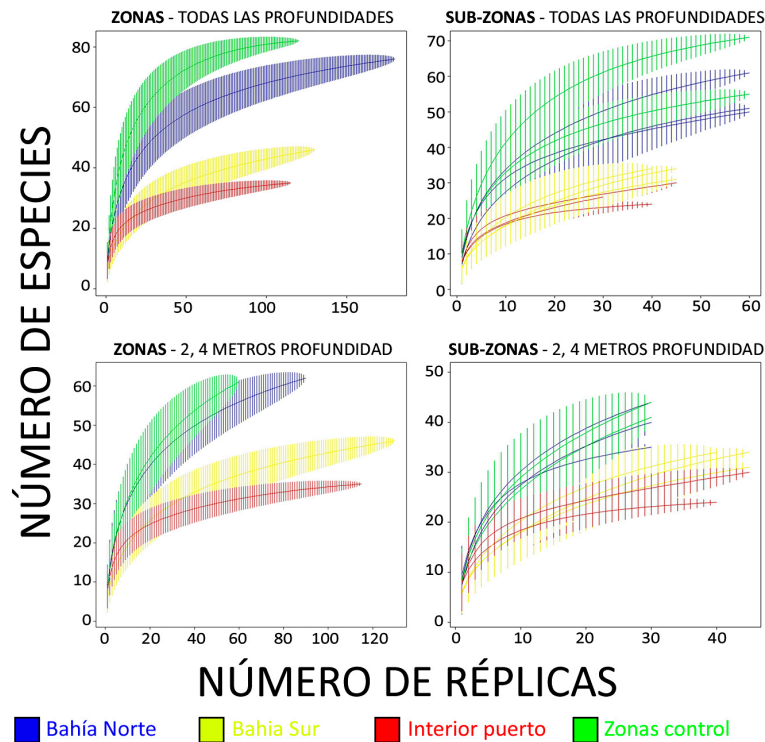


Figura 2. Curvas de acumulación la media y desviación típica del número de especies para cada una de las Zonas y para las sub-zonas en las que estas se dividen (tres para BN, BS e IntP y dos para ZC). Debido a la profundidad de Interior del Puerto y Bahía Sur, todas las muestras de estas zonas se obtuvieron a 2 y 4m, mientras que Bahía Norte y Zona control (sustrato natural) alcanzaban mayor profundidad y presentaban muestras de fondo y 1m sobre el fondo. Asimismo, las diferencias en el número de muestras entre Zonas varían en función del número de Sub-zonas consideradas. Y, entre Sub-Zonas, en función del número de transectos, el cual se seleccionó en función de la topografía y longitud del tramo de costa y de las comunidades de mayor interés del Puerto de Ceuta y zonas aledañas.

Discusión

El presente muestreo, diseñado para la representación de las zonas de mayor interés del Puerto de Ceuta, permite representar la riqueza de especies de una manera adecuada [1]. Sin embargo, el número de muestras óptimo varía a pequeña escala entre zonas y sub-zonas, una característica a tener en cuenta en futuros diseños de muestreo en el área de estudio.

El patrón asintótico se alcanzó con un menor número de muestras en sustratos artificiales de BS e IntP, mientras que en zonas naturales (ZC) el número de especies continuó aumentando al aumentar el área de muestreo, en coincidencia con [4]. Sin embargo, los sustratos artificiales de BN presentaron un patrón similar a ZC. Esto probablemente se deba a que en BN la escollera alcanza mayor profundidad y se encuentra expuesta a un mayor hidrodinamismo, lo cual permite una mayor diversidad de micro-hábitats que en BS e IntP. Por otro lado, la mayor perturbación en BS e IntP serían responsables de la distribución más homogénea y menor riqueza de especies [5]. Consecuentemente, también sería conveniente realizar el ajuste del esfuerzo de muestreo teniendo en cuenta el mínimo de replicación necesario para representar la comunidad a nivel multivariante [6] para minimizar el error de tipo I en futuros estudios del bentos submareal de Ceuta.

Referencias

- [1] RF. Ambrose. Sampling Design. Methods for Performing Monitoring, Impact, and Ecological Studies on Rocky Shores, 74 (2002).
- [2] V. Parravicini, C. Morri, G. Ciribilli, M. Montefalcone, G. Albertelli, CN. Bianchi. Size matters more than method: visual quadrats vs photography in measuring human impact on Mediterranean rocky reef communities. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 81 (2009) 359-367.
- [3] J. Oksanen, R. Kindt, P. Legendre, B. O'Hara, MHH. Stevens, MJ. Oksanen, MASS. Suggests. The vegan package. Comm. Ecol. Pack. 10 (2007) 631-637.
- [4] MG. Chapman. Paucity of mobile species on constructed seawalls: effects of urbanization on biodiversity. Mar. Ecol. Prog. Ser. 264 (2003) 21-29.
- [5] J. Sempere-Valverde, E. Ostalé-Valriberas, F. Espinosa. Descripción espacial de las estrategias de alimentación de la comunidad intermareal del puerto de Ceuta. Proc. of JIs del Mar, Cádiz, Spain, 2018.
- [6] MJ Anderson, J. Santana-Garçon. Measures of precision for dissimilarity-based multivariate analysis of ecological communities. Ecol. Lett., 18 (2015), 66-73.

BEHAVIOR AND TOXICITY OF POLYSTYRENE NANOPLASTICS TO MARINE MICROALGA

Staffieri, Eleonora ⁽¹⁾; Blasco, Julián ⁽²⁾; Yeste, Pilar ⁽³⁾; Gatica, José Manuel ⁽³⁾;
Corsi, Ilaria ⁽¹⁾; Sendra, Marta ⁽²⁾

⁽¹⁾ Department of Environmental Sciences, University of Siena, Italy

⁽²⁾ Department of Ecology and Coastal Management, Institute of Marine Sciences of
Andalusia (CSIC), Puerto Real, Cádiz, Spain

⁽³⁾ Department of Material Science, Metallurgical Engineering and Inorganic
Chemistry, Faculty of Sciences, University of Cadiz, Puerto Real, Cádiz, Spain

Keywords: Phaeodactylum tricornutum, polystyrene, nanoplastics, toxicity, bioaccumulation

Nowadays, plastic waste pollution is considered one of the main risks for the marine and freshwater environment. In addition to macroscopic effects that plastic debris have on fauna and environment [1], more emphasis is being given to its effects on nano and micro scale in recent years. “Nanoplastics” (NPs) are defined as all plastic particles with dimensions smaller than 100 nm [2]. These can be classified, according to their origin, in “primary” and “secondary” NPs. The primary NPs are released directly into the environment by the products in which they are present (paints, biomedical devices, cosmetics and electronics products). The secondary NPs, instead, are generated through degradation and/or fragmentation process of larger plastics in the environment [2]. Currently, due to the lack of analytical methods, the detection of nanoplastics in the environment compartments is limited. However, the presence of colloidal-sized polymers in the ocean has recently been confirmed [3]. The goal of this study was to assess the behavior of different sizes of polystyrene nanoplastics PS NPs (50nm, 70nm, 100nm and 100nm fluorescent) and different NPs coatings (50 and 100 nm no functionalized; 70 nm functionalized with COOH⁻) in ultrapure and artificial marine water. Furthermore, in order to assess the potential interaction of PS NPs with primary producers, bioaccumulation and toxicity test were developed on marine diatom, *Phaeodactylum tricornutum*.

To study the primary and secondary characterization of PS NPs, size, shape, chemical nature and aggregation behaviour of the particles in ultrapure and artificial marine water through SEM, TEM, DLS, FTIR and Raman measurements were evaluated. To understand the effects of the NPs PS on the marine diatom *P. tricornutum*, alterations in the intrinsic cellular properties of the population, oxidative stress biomarkers, cytotoxicity and genotoxicity responses were assessed at different exposure concentrations; 0.1, 1, 5, 10, 20 and 50 mg·L⁻¹ for 50, 100 and 100 nm fluorescent and 0.1, 1, 5, 10 and 20 mg·L⁻¹ for 70 nm COOH⁻. For this purpose, responses such as growth, cell size, cell complexity, viability, membrane and mitochondrial potential, ROS concentration and DNA damage were measured by flow cytometry. Furthermore, the damage to the photosynthetic apparatus was assessed through effective quantum yield of PSII, chlorophyll content and apparent electron transport with Phyto Pam equipment. Finally, in order to evaluate the bioaccumulation of PS NPs onto/in microalgae cells over time (24, 48 and 72 h) an analysis to distinct (adsorption/absorption) was performed. In this protocol several washes cycles with PBS were realized to remove the PS NPs in the supernatant and Ps NPs onto cell surface. The samples obtained after every wash were analysed by flow cytometry through SSC, FSC and FL3 detector to assess the variations in cell complexity, cell volume and emission spectrum of 100 nm fluorescent PS NPs.

Regarding to the results, the agglomeration/aggregation of PS NPs was significantly different in ultrapure and marine water. All the particles showed a strong instability in the marine medium. This instability was also observed through changes in zeta potential in marine culture media compared to the value observed in ultrapure water, probably due to high ionic strength found in saltwater. Respect to toxicity of different PS NPs on marine microalgae, changes in inherent cell properties (volume, cell complexity and autofluorescence of chlorophyll A, microalgae growth, oxidative stress (ROS, H₂O₂ and O₂^{·-}), early apoptosis process, DNA damage and stress in photosynthetic apparatus were observed from 24h of exposure with a dose-response relation from the lowest concentrations tested (5 mg · L⁻¹) of PS NPs. In bioaccumulation assays changes in

complexity and cell volume were recorded after three consecutive washes with PBS in different exposure times (24, 48 and 72 h). Furthermore, in the third wash, the strong adsorption and/or internalization of fluorescent PS NPs (ex.488 / em.520 nm) were confirmed (Table 1; Figure 1).

Table 1: Bioaccumulation of Fluorescent nanoplastics. Values recorded with flow cytometry

| | | W0 | | W1 | | W2 | | W3 | | |
|-----|--------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------|
| | | mean fluorescence 488nm/520nm | SD | mean fluorescence 488nm/520nm | SD | mean fluorescence 488nm/520nm | SD | mean fluorescence 488nm/520nm | SD | |
| 24h | Control | - | - | 0,65 | 0,90 | 0,43 | 0,09 | 2,04 | 2,20 | |
| | 100 nm Fluorescent | 5 | 62,58 | 13,65 | 11,56 | 4,42 | 12,32 | 5,08 | 8,22 | 3,33 |
| | | 20 | 90,18 | 2,80 | 29,05 | 8,98 | 31,85 | 7,86 | 28,61 | 5,42 |
| | | 50 | 84,24 | 6,12 | 54,69 | 19,60 | 55,89 | 17,86 | 45,01 | 18,22 |
| 48h | Control | - | - | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 | 0,13 | 0,16 | |
| | 100 nm Fluorescent | 5 | 52,96 | 12,63 | 21,69 | 5,35 | 5,51 | 0,26 | 2,58 | 0,31 |
| | | 20 | 89,99 | 1,36 | 52,15 | 17,79 | 16,22 | 5,36 | 7,58 | 1,69 |
| | | 50 | 92,61 | 1,80 | 85,63 | 6,97 | 31,20 | 3,26 | 17,56 | 0,83 |
| 72h | Control | 0,00 | 0,01 | 0,36 | 0,38 | 0,49 | 0,57 | 0,65 | 0,24 | |
| | 100 nm Fluorescent | 5 | 14,15 | 1,86 | 18,35 | 2,27 | 9,49 | 1,58 | 5,35 | 0,51 |
| | | 20 | 64,18 | 8,72 | 26,20 | 4,95 | 15,18 | 1,14 | 9,26 | 1,52 |
| | | 50 | 91,42 | 2,90 | 63,02 | 9,93 | 35,50 | 4,78 | 20,39 | 4,12 |

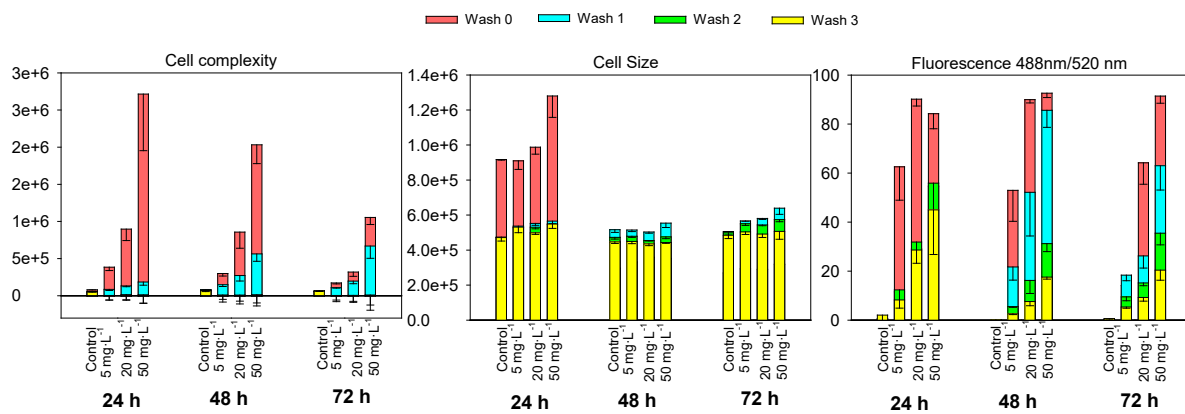


Figure 1: Bioaccumulation of Fluorescent nanoplastics. In conclusion, no significant differences in behavior were recorded for the different sizes and functionalized PS NPs in artificial marine water. However in toxicological tests differences in stress biomarkers, cytotoxicological and genotoxicological responses were recorded for all PS NPs tested.

The growth inhibition of microalgae showed a pattern in its response; the smallest particles (50nm) seemed to be more toxic than the others (70 and 100 nm).

Lastly, the evidence of bioaccumulation of PS NPs on/in microalgae was showed from the first hours of exposure. This adsorption or/and bioaccumulation could be responsible of unwanted physiological effects measured in this work.

Acknowledgements

This research has been funded by the Junta de Andalucía (CTM2016-75908-R) and FQM-110 group). We also grateful to Catalina Fernández for her support to nanoplastics characterization.

References

- [1] Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92 (1-2): 170–179.
- [2] Koelmans, A. A., Besseling, E., & Shim, W. J. (2015). Nanoplastics in the aquatic environment. Critical review. In *Marine anthropogenic litter* (pp. 325-340). Springer International Publishing.
- [3] Ter Halle, A., Jeanneau, L., Martignac, M., Jardé, E., Pedrono, B., Brach, L., & Gigault, J. (2017). Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Environmental Science & Technology*, 51(23): 13689-13697.

IRON SPECIATION ANALYSIS IN CYANOBACTERIA CULTURE

Villegas, Maria G ⁽¹⁾; Hunnestad, Annie Vera ⁽²⁾; Pehlivan, Ayten ⁽³⁾; Vogel, Anne Ilse Maria ⁽⁴⁾; Ardelan, Murat V. ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Norwegian University of Science and Technology, marivil@stud.ntnu.no

⁽²⁾ Norwegian University of Science and Technology, annie.v.hunnestad@ntnu.no

⁽³⁾ Norwegian University of Science and Technology, aytenp@stud.ntnu.no

⁽⁴⁾ Norwegian University of Science and Technology, anne.vogel@ntnu.no

⁽⁵⁾ Norwegian University of Science and Technology murat.v.ardelan@ntnu.no

Palabras Clave: *Synechococcus sp. PCC 7002, Particulate iron, Goethite, FeO(OH), colloidal iron, bioavailability of iron, FIA-CL, ICP-MS, iron hypothesis, Fe(II), Fe(III), total Fe, dissolved Fe, iron speciation*

Studies show that iron has a role in limiting phytoplankton productivity in the ocean [1], mainly due to low iron solubility in seawater [2] and ability of iron to easily form organic and inorganic complexes [3]. Many of these iron complexes are not readily available to biological organisms. Thus, iron speciation analyses are important to reveal information about biological uptake mechanisms and iron cycling. Generally, iron speciation refers to the physical and chemical forms of an element such as oxidation states, complexes, ion pairs, colloidal and particle forms. It has been suggested that some photosynthetic prokaryotic strains employ cell surface Fe(III) reduction mechanism for iron oxides to produce Fe(II) [4]. This is an important reduction due to high bioavailability of Fe(II) [5]. In the ocean, iron is often present as insoluble iron oxides to which its bioavailability is poorly understood. In this study, two different particulate iron species are used, crystalline goethite (FeO(OH)) and amorphous forms by ferric chloride (FeCl₃), in a cyanobacteria *Synechococcus sp. PCC 7002* culture to test for a potential biological iron reduction mechanism. To demonstrate biogenic Fe(III) reduction, Fe(II) and Fe(III) (total and dissolved) are determined using *in-line* Flow injection analysis with chemiluminescence detection and ICP-MS with seaFAST respectively. Our results show that Fe(II) is detected in culture grown with goethite (0.19+/-0.19nM n=9) and culture with ferric chloride (0.30+/-0.22nM, n=10). For control samples Fe(II) is detected at much lower concentrations for both goethite (0.06+/-0.07nM, n=9) and ferric chloride (0.04+/-0.22nM, n=10) samples. In addition, dissolved iron concentration show increase in culture with goethite (day 1: 7.69+/-0.52nM, n=3 and day 22: 35.49+/-3.69nM, n=3). In contrast, culture growing with FeCl₃ shows decrease in dissolved iron concentration (day 8: 40.53+/-2.23nM, n=3 and day 23: 3.26+/-1.95nM dFe, n=3). These preliminary results may infer different reduction rates between amorphous iron oxides and crystalline forms of iron. This work also implicates a biologically mediated reduction of particulate Fe (III) due to higher Fe(II) and dissolved Fe concentrations for *Synechococcus sp. PCC 7002* with ferric chloride and goethite relative to abiotic control.

Referencias

- [1] A. Tagliabue, T. Mtshali, O. Aumont, A. Bowie, M. Klunder, A. Roychoudhury, and S. Swart. *Biogeosciences*. 9 (2012) 6.
- [2] G.A. Cutter, J.W. Moett, M.C. Nielsdottir and V. Sanial. *Marine Chemistry*. 201 (2018) 77-89.
- [3] M. Gledhill and K. Buck. *Frontiers in Microbiology*. (2012) 3.
- [4] J.J. Lamb, R.E. Hill, J. J Eaton-Rye, & M. F. Hohmann-Marriott. *PLoS ONE*. 9 (2014) 8, E105761.
- [5] W. L. Miller and D. Kester *Journal of Marine Research*. 52(1994) 2.

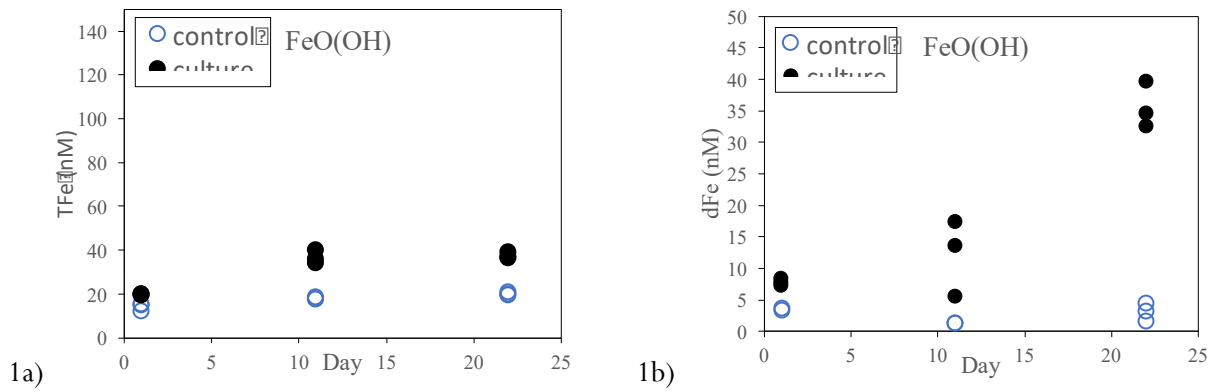


Figure 1: (a) Shows results for Total iron and (b) for dissolved iron for direct analysis on ICP-MS for *Synechococcus* sp. PCC 7002 culture and control using FeO(OH) as iron source. Three sample replicates are collected for each control and culture sampling day as shown above.

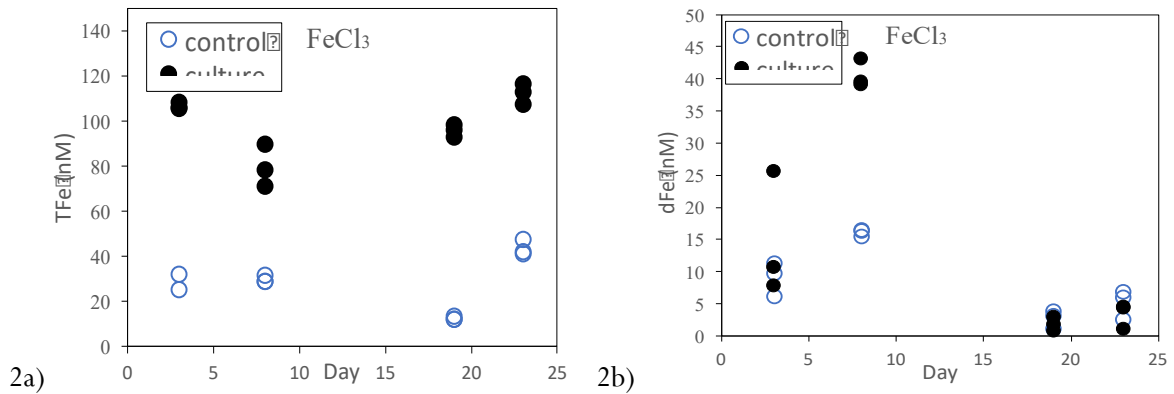
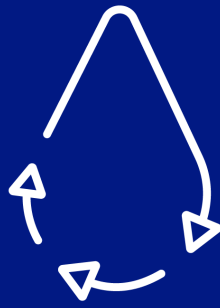


Figure 2: (a) Shows results for Total iron and (b) for dissolved iron for direct analysis on ICP-MS for *Synechococcus* sp. PCC 7002 culture and control using FeCl₃ as iron source. Three sample replicates are collected for each control and culture sampling day as shown above.

2.2. La gestión integrada del mar



TRANSPORT AND MOBILITY OF TOXIC ELEMENTS ALONG AN AMD AFFECTED ESTUARY (RIA OF HUELVA, SW SPAIN)

Basallote, M Dolores; Cánovas, Carlos; Pérez-López, Rafael; Macías, Francisco; Ollás, Manuel; Nieto, José Miguel

Department of Earth Sciences, University of Huelva, Spain

maria.basallote@dct.uhu.es; carlos.ruiz@dgeo.uhu.es; rafael.perez@dgeo.uhu.es;
francisco.macias@dgeo.uhu.es; manuel.ollas@dgyp.uhu.es;
manuel.ollas@dgyp.uhu.es

Palabras Clave: Acid mine drainage, riverwater, estuarine mixing, precipitation processes, metal mobility

The Ria de Huelva Estuary is formed by the confluence of the Tinto and Odiel rivers. Both rivers drain the Iberian Pyrite Belt (IPB), one of the most important metallogenic provinces in the world, extensively exploited by mining activities in the past and also at present days [1, 2]. As a consequence, the Ria de Huelva has been intensively affected by acid mine drainage (AMD) [3], caused by sulfide oxidation, leading to the release of mine leachates with high sulfate and metal concentrations. The mixing of acidic river waters with alkaline sea waters along the estuary leads to a variety of geochemical reactions that control the mobility of pollutants. Detailed samplings along the Odiel and Tinto river-estuary systems have been carried out to investigate the transport and mobility of these toxic elements. Furthermore, a global assessment of the spatial distribution of mining pollution and the metal partitioning between water and sediments along the estuary has been performed. This information will help to quantify the amount of elements reaching the estuary and through it to the Atlantic Ocean. Mixing processes and the assessment of the conservative or non-conservative behavior of contaminants has also been studied by means of laboratory assays and compared with sampling results. Although the most mobile elements cross the estuary and reach the Ocean, non-conservative metals are trapped in the estuarine sediments by Fe and Al oxyhydroxide precipitation and/or sorption processes, due to increasing pH values in the medium-high salinity zone of the estuary. On the other hand, some elements seem to be released from the particulate to the dissolved phase by desorption processes. Despite the environmental quality of the Ria of Huelva system has been previously studied in the last decades, the intensity of anthropogenic activities that affect the estuary has changed since then (i.e. reopening of mines and decreasing industrial activities). Thus, a new assessment of the metal transport processes, a quantification of the natural attenuation processes of contamination in the estuarine sediments, as well as to determine if these processes are temporary or permanent would help to conclude the currently environmental and toxicological implication of metal contamination in the Estuary of Huelva.

Acknowledgments

This work has been supported by Spanish Ministry of Economic and Competitiveness through the research project CAPOTE (CGL2017-86050-R). MD Basallote also thanks the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness for the Postdoctoral Fellowship granted under application references FJCI-2015-24765.

References

- [1] Nocete, F., Alex, E., Nieto, J. M., Sáez, R., and Bayona, M. R. (2005) An archaeological approach to regional environmental pollution in the south-western Iberian Peninsula related to Third millennium BC mining and metallurgy, *Journal of Archaeological Science* 32, 1566-1576.

- [2] Grande, J. A., Valente, T., de la Torre, M. L., Santisteban, M., Cerón, J. C., and Pérez-Ostalé, E. (2014) Characterization of acid mine drainage sources in the Iberian Pyrite Belt: base methodology for quantifying affected areas and for environmental management, *Environmental Earth Sciences* 71, 2729-2738.
- [3] Nieto, J. M., Sarmiento, A. M., Canovas, C. R., Olias, M., and Ayora, C. (2013) Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt: 1. Hydrochemical characteristics and pollutant load of the Tinto and Odiel rivers, *Environmental Science and Pollution Research* 20, 7509-7519

ORDENACIÓN DEL ESPACIO MARÍTIMO EN ESPAÑA. EXPERIENCIAS PILOTO Y COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA

Cervera Núñez, Cristina ⁽¹⁾; Gómez Ballesteros, María ⁽²⁾ y MSP Working Group*

⁽¹⁾ Instituto Español de Oceanografía, cristina.cervera@externos.ieo.es.

⁽²⁾ Instituto Español de Oceanografía, maria.gomez@ieo.es.

* Instituto Español de Oceanografía, Abaunza, P.; Tello, O.; González, S.; Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Lloret, A.; Murciano, C.; Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Arrieta, S.

Palabras Clave: Ordenación del Espacio Marítimo, Cooperación transfronteriza, Crecimiento Azul, SIMNORAT project, Grupos interesados

La Directiva 2014/89/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, establece un marco para la ordenación del espacio marítimo (OEM o MSP, por sus siglas en inglés), con vistas a fomentar el crecimiento sostenible de las economías marítimas y el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos ^[1]. Esta Directiva se transpuso al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la Ordenación del Espacio Marítimo y vinculado a la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. Parte de la constatación de que las zonas marinas y costeras son objeto de un número creciente de usos y actividades humanas, que no están suficientemente regulados ni coordinados entre sí, lo que da lugar a conflictos de uso, a una utilización ineficiente del espacio marítimo y a una explotación no óptima del potencial económico del mar. Su objetivo, por tanto, está estrechamente vinculado al denominado crecimiento azul: impulsar el crecimiento sostenible de las actividades marítimas y costeras, para lograr que puedan desarrollar al máximo su potencial, garantizando una óptima distribución del espacio marítimo, a través del enfoque ecosistémico.

En este contexto, la OEM puede desempeñar un papel muy útil a la hora de compatibilizar la gestión sostenible e integrada de las actividades humanas en el mar, la conservación de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos y los factores sociales y económicos. Además, en el desarrollo de esta planificación, pueden surgir conflictos transfronterizos, por ello, es esencial la cooperación transfronteriza para garantizar la coherencia de los planes a través en una misma región marina.

En el caso de España, la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas (CIEM) en su cuarta reunión del 30 de junio de 2015 adoptó la decisión de crear un grupo de expertos para la transposición de la Directiva 2014/89/CE de ordenación del espacio marítimo. Dicho grupo trabajó en la elaboración del texto de transposición, que culminó con la aprobación del Real Decreto 363/2017, de 8 de abril. En la quinta reunión de la CIEM, el 17 de marzo de 2017, se acordó reorientar el trabajo de este grupo, hacia la coordinación de los trabajos técnicos de puesta en marcha y aplicación de las obligaciones establecidas en el RD 363/2017, por lo cual, se estableció el Grupo de trabajo de ordenación del espacio marítimo (GT-OEM). Este se concibe como un foro de trabajo, intercambio y asesoramiento, no posee carácter decisorio y su objetivo último es apoyar el trabajo técnico y de negociación de la OEM, y elevar a la CIEM una propuesta de planes de OEM. Para llevar a cabo estos objetivos, el GT-OEM tendrá en cuenta la distribución espacial de usos y actividades, en el ámbito de las competencias de los diferentes departamentos interministeriales; las proyecciones a futuro de la distribución espacial de dichos usos y actividades; los tipos de fondos marinos, distribución de hábitats y especies marinas, parámetros físico-químicos y oceanográficos, etc.; la información estadística de índole económico y/o social relevante y cualquier otro tipo de información que pueda resultar de interés.

En general, la OEM está ganando importancia como un nuevo enfoque para la gobernanza de los mares y océanos a medida que las naciones marítimas ejercen un mayor control sobre sus aguas territoriales y, en muchos casos, sobre zonas económicas exclusivas que abarcan una extensión mayor ^[2]. El objeto de esta

planificación es revertir la degradación ambiental de los mares y facilitar el uso sostenible de los recursos marinos, tanto para usos tradicionales como la pesca y la navegación, como para usos más recientes, entre los que se incluyen las energías renovables y la maricultura^[3]. La OEM está siendo promovida a nivel mundial por Organismos intergubernamentales, ONGs, sectores interesados, Organismos de investigación científica, etc. ^[4], y un número creciente de naciones ya están elaborando planes espaciales para regular y potenciar el uso de sus territorios marinos.

En este marco, Organismos españoles como el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), coordinados por el MAPAMA, vienen participando en diferentes proyectos europeos cuyos objetivos se centran en experiencias piloto de OEM con especial énfasis en zonas transfronterizas. Por ejemplo, durante los años 2013 y 2014, se llevó a cabo el proyecto *Transboundary Planning in the European Atlantic* (TPEA) que surgió de una convocatoria de la DG_MARE (Comisión Europea), para realizar un proyecto de Planificación Espacial Marina y Gestión Integrada de Zonas Costeras en el Atlántico y el Mar Céltico. Los principales objetivos de este proyecto estaban enfocados a la elaboración de guías y directrices generales sobre cómo realizar una Planificación Espacial Marina en consonancia con la Gestión Integrada de Zonas Costeras en general, y aplicarlas a dos zonas piloto transfronterizas, localizadas una en el norte, entre Irlanda y Reino Unido y otra en el sur, entre España y Portugal^[5]. De este modo, los socios españoles y portugueses, desarrollaron un marco común para la región del Golfo de Cádiz desde tres ejes principales: el ambiental, el económico y el social, teniendo en cuenta las condiciones geográficas, presiones humanas, prioridades políticas y la planificación de los usos tradicionales.

Actualmente, tanto el IEO como el CEDEX están participando en dos proyectos europeos para el desarrollo piloto de OEM durante los años 2017-2018 en el Atlántico Norte, el proyecto *SIMNORAT*, y en el Mediterráneo Occidental, el proyecto *SIMWESTMED*. Estos proyectos se están llevando a cabo en colaboración con Francia y Portugal en el área atlántica, y Francia, Italia y Malta en el área mediterránea. El desarrollo de estos procesos de MSP constituye un desafío tanto para la acción pública como para la iniciativa privada, intentado integrar de manera proactiva a todos los actores interesados.

Involucrar a los actores interesados es esencial en la OEM ya que éste busca lograr objetivos múltiples (socioeconómicos, ecológicos etc.) y debe considerar las expectativas, oportunidades o conflictos que de las diferentes actividades puedan derivarse^[6]. Consecuentemente, tanto la Directiva como el Real Decreto español establecen que la participación pública y la consulta con los grupos de interés se llevarán a cabo desde las fases iniciales de la elaboración de los planes de ordenación del espacio marítimo^[11].

En el proyecto *SIMNORAT* se está llevando a cabo un ambicioso ejercicio para evaluar la metodología en la involucración de los grupos de interés. Por un lado, se van a llevar a cabo sistemáticamente en los tres países (Francia, España y Portugal) entrevistas a representantes de grupos de interés que serán analizadas con el objetivo de evaluar el grado de conocimiento que los sectores tienen del proceso, su interés o incluso el riesgo que ven en él.

Paralelamente, se celebrarán talleres nacionales en los tres países para divulgar el concepto de OEM con la intención de conseguir la apropiación del concepto por parte de los diferentes actores. Además, y unido a los Casos de Estudio que se desarrollan en el proyecto, se llevarán a cabo dos talleres transfronterizos con grupos de interés de Francia y España, por un lado y Portugal y España por otro. En estos talleres más locales se pondrá énfasis en los aspectos transfronterizos de la ordenación espacial marítima y cómo abordar los posibles conflictos que puedan surgir de ellos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con los proyectos europeos MARE/2012/08 “TPEA”, SIMNORAT EASME/EMFF/2015/1.2.1.3/03/SI2.742089 y SIMWESTMED “EASME/EMFF/2015/1.2.1.3/02/SI2.74210

Referencias

- [1] Real Decreto 363/2017, de 8 de abril,, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo (Boletín Oficial del Estado, 11 de abril de 2017, 86, pp.28802-28810).
- [2] Jay, S., 2010. Built at Sea: Marine management and the construction of marine spatial planning, *Town Planning Review*, 81 (2), 173-191.
- [3] Douvere, F., 2008. The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management, *Marine Policy* 32 (5) 762– 771.
- [4] HELCOM & OSPAR, 2003. Towards an Ecosystem Approach to the Management of Human Activities, unpublished document.
- [5] Jay, S., et al, , 2016. Transboundary dimensions of marine spatial planning: Fostering inter-jurisdictional relations and governance. *Marine Policy* 65 (2016) 85–96.
- [6] Ehler, C., and F. Douvere, 2009. *Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management*. Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6. UNESCO: Paris. 97 p. Available at: <http://www.unesco-ioc-marinesp.be>

POLIQUETOS COMO GRUPO CLAVE PARA MONITORIZAR CONTAMINANTES EN PUERTOS DEPORTIVOS. *SALVATORIA CLAVATA* COMO MODELO DE ESTUDIO

Fernández-Romero, Alejandro ⁽¹⁾; Moreira, Juan ⁽²⁾; Guerra-García, José M. ⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

⁽²⁾Departamento de Biología (Zoología), Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco, Madrid, España.

Palabras Clave: Contaminantes ambientales, Fouling, Monitorización, Poliquetos, Puertos deportivos, Salvatoria clavata.

Resumen

Los puertos deportivos son áreas donde se concentran contaminantes de origen antrópico y terminan afectando a los organismos marinos que habitan en estos ecosistemas. Sin embargo, faltan estudios que determinen el impacto generado sobre las comunidades epibiontes asociadas a estas estructuras artificiales. En el presente estudio, se analizaron los patrones de abundancia y distribución del poliqueto *Salvatoria clavata* en puertos deportivos de la Península Ibérica y áreas adyacentes. Se constató que, aunque esta especie se encuentra presente en todo el área de estudio, su abundancia está correlacionada positivamente con ciertos contaminantes como el nitrógeno, fósforo, materia orgánica y arsénico. Por esta razón, se discute la posibilidad de considerar a *S. clavata* como un organismo clave para monitorizar contaminantes en puertos deportivos.

Introducción

Los puertos deportivos son una de las infraestructuras marinas que han experimentado un mayor desarrollo en los últimos años. Sin embargo, la construcción de este tipo de estructuras artificiales genera también una serie de alteraciones ambientales en el medio marino como el incremento de sedimentos en suspensión, de materia orgánica o de ciertas partículas contaminantes de origen antrópico. Todo ello termina alterando los patrones de abundancia y distribución de los organismos que habitan en estos ecosistemas [1]. De hecho, las superficies sumergidas proporcionadas por los puertos deportivos son susceptibles de ser colonizadas por especies bentónicas que forman parte de las comunidades del *fouling*. De entre todos ellos, los poliquetos han demostrado ser unos organismos muy útiles en la detección de contaminantes ambientales debido a su gran capacidad de respuesta frente a perturbaciones en áreas antropizadas [2]. No obstante, el efecto de los puertos deportivos sobre los poliquetos epibiontes que habitan en las comunidades del *fouling* ha sido poco estudiado y en la actualidad existe un escaso conocimiento sobre cuáles son sus requerimientos ecológicos en dichas estructuras artificiales. Por ello, el objetivo principal del presente estudio es determinar qué factores ambientales generados por los puertos deportivos contribuyen al establecimiento y proliferación del sílido *Salvatoria clavata* (Claparède, 1863). Esta especie fue elegida como modelo de estudio por ser el poliqueto dominante asociado al briozoo *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758), que a su vez constituye el principal sustrato arborecente presente en las comunidades del *fouling* de los puertos deportivos de la Península Ibérica y aguas adyacentes.

Material y métodos

El área de estudio abarcó las costas de la Península Ibérica y la costa norte de Marruecos. Se seleccionaron un total de 42 puertos deportivos. Se recolectaron tres colonias de *B. neritina* de estructuras sumergidas en cada puerto deportivo, conservándose posteriormente en etanol al 90%. Los datos de todos los parámetros ambientales fueron extraídos de trabajos similares realizados en el mismo área de estudio [3]. En el laboratorio, los poliquetos fueron separados de otros grupos taxonómicos e identificados hasta nivel de especies. Los valores de abundancia fueron expresados como número de individuos/1000 ml de sustrato. Los patrones de distribución de *S. clavata* fueron analizados mediante Modelos Lineales Generalizados (GLM) usando el lenguaje de programación R v.3.3.2. Por un lado, el componente de presencia/ausencia fue modelado mediante una distribución Binomial (logit link) mientras que el componente de abundancia fue modelado con una distribución Binomial Negativa (log link). Para obtener modelos más robustos, se introdujeron términos cuadráticos de las variables predictoras en ambos análisis. La selección de los mejores modelos se llevó a cabo según el criterio de información de Akaike de segundo orden (AICc).

Resultados

Salvatoria clavata estuvo presente a lo largo de todo el área de estudio y registró unos valores de abundancia que oscilaron entre 1001 y 5000 individuos por 1000 ml de sustrato. De entre todos los modelos binomiales analizados, el que mejor explicó la aparición de *S. clavata* (con un valor de AICc de 51,1) fue aquel que incluyó la combinación de las variables predictoras temperatura² y turbidez. La turbidez se relacionó negativamente con la presencia de *S. clavata* ($p < 0,05$) mientras que para el caso de la temperatura², la probabilidad de encontrar *S. clavata* aumenta conforme se incrementa el valor de dicha variable llegando hasta un máximo de 21°C; esta relación fue muy significativa ($p < 0,001$). Para el patrón de abundancia de *S. clavata* (condicionada por presencia), el mejor modelo Binomial negativo contó con un valor de AICc de 170,2. El presente modelo englobó un total de 10 variables predictivas. Estos factores fueron los términos no lineales: temperatura², número de amarres², frecuencia de sustrato², TOC² y P² además de las variables: frecuencia de sustrato, As, N, P y TOC. Estos últimos cuatro factores ambientales adquieren una especial relevancia en el estudio, ya que se tratan de contaminantes de origen antrópico que se acumulan comúnmente en los puertos deportivos. En el caso específico de *S. clavata*, todas estas variables se relacionaron positivamente con sus valores de abundancia, influyendo además de forma significativa ($p < 0,001$ para todas ellas exceptuando As que mostró un valor de $p < 0,05$).

Discusión y conclusiones

Las relaciones existentes entre el conjunto de poliquetos epibiontes y los contaminantes ambientales han sido poco exploradas en puertos deportivos. No obstante, nuestros resultados ponen de manifiesto el potencial que presentan ciertos poliquetos asociados a comunidades del *fouling* para ser utilizados como monitores biológicos en la detección de diferentes fuentes de contaminación. El presente estudio destaca la elevada capacidad que posee *S. clavata* para tolerar el exceso de enriquecimiento de nutrientes y de ciertos metales pesados biodisponibles en este ecosistema particular; así su abundancia parece responder positivamente y de forma significativa en la concentración de dichas variables. Por todo ello, *S. clavata* podría considerarse un organismo clave para monitorizar ciertos contaminantes de origen antrópico, al menos en los puertos deportivos muestreados. No obstante, varios estudios centrados en sustratos duros naturales señalan la alta sensibilidad que posee estos organismos en condiciones de enriquecimiento orgánico, llegando a disminuir bastante su abundancia cuando dicho parámetro es elevado [4]. Sin embargo, algunos autores han señalado recientemente que *S. clavata* podría englobar un conjunto de distintas especies crípticas [5]. Este hecho podría explicar el por qué nuestros resultados difieren de forma tan notable con los trabajos realizados en otro tipo de ecosistemas, ya que el poliqueto de estudio podría tratarse de una especie diferente a la citada en la bibliografía y por ello responde de distinta forma ante un mismo factor ambiental. Por tanto, son necesarios estudios taxonómicos exhaustivos con el fin de esclarecer la diversidad real de poliquetos presentes en los puertos deportivos de la Península Ibérica y poder así facilitar su aplicación en el biomonitorio de contaminantes en zonas antropizadas.

Referencias

- [1] Bulleri, F. & Chapman, M.G. *Journal of Applied Ecology*. 47 (2010) 26-35.
- [2] Metcalfe, K.N. & Glasby, C.J. *Journal of Sea Research*. 59 (2008) 70-82.
- [3] Ros, M., Vázquez-Luis, M. & Guerra-García, J.M. *Marine Pollution Bulletin*. 98 (2015) 247-258.
- [4] Giangrande, A., Licciano, M. & Musco, L., 2005. *Marine Pollution Bulletin*. 50 (2005) 1153-1162.
- [5] San Martín, G. *Records of the Australian Museum*. 57 (2005) 39-152.

LA VUELTA AL MUNDO EN 69 ESPECIES. ESTUDIO ECOLÓGICO, APROXIMACIÓN FILOGENÉTICA Y RECONSTRUCCIÓN FILOGEOGRÁFICA DE LA FAMILIA DENDRODORIDIDAE (MOLLUSCA: GASTROPODA: HETEROBRANCHIA: NUDIBRANCHIA)

Galià Camps, Carles; Ballesteros Vázquez, Manuel

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avinguda Diagonal 643, 08028 Barcelona, España
carlesgalia@gmail.com, mballesteros@ub.edu

Palabras Clave: Dendrodorididae, Biodiversidad, Filogénia, Tectónica de placas, Metabarcoding

La familia Dendrodorididae O'Donoghue, 1924 (1864) (Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia: Nudibranchia), se caracteriza por la ausencia de rádula, su elevada variabilidad cromática y la abundancia en todas las aguas templadas someras de alrededor del mundo. Compreendida por tres géneros: *Dendrodoris* Ehrenbergh, 1831, con 46 especies; *Doriopsilla* Bergh, 1880, que integra 22 especies aceptadas hasta el momento y *Cariopsilla* Ortea & Espinosa, 2006, con un único representante dentro del género, se considera que se alimentan de distintas especies de poríferos, pues su hábitat principal se localiza en áreas ricas en estos organismos sobre los cuales pastan.

Debido a la ausencia del carácter fundamental de la rádula, órgano que debido a su morfología específica permite especialización en la dieta y la correcta identificación de especies, esta familia precisa de estudios esclarecedores tanto para sus relaciones filogenéticas como para su régimen alimentario. A pesar de ello, esta controvertida familia nunca ha sido, hasta día de hoy, revisada bajo las nuevas técnicas moleculares, delimitando de esta manera las distintas especies que se consideran polimórficas y/o cosmopolitas, como tampoco cuál es su principal fuente de alimentación.

Este estudio prolongado a lo largo de dos años (comprendiendo así TFG y TFM) ha servido para esclarecer, en parte, las relaciones filogenéticas de la familia Dendrodorididae así como su distribución y ecología, con especial atención a la costa mediterránea y la población estable identificada como *Dendrodoris herytra* ubicada en Cubelles.

Caracterización de la costa mediterránea y la población de Cubelles

Póster número XX

Alimentación de la población de Cubelles. El nudibranquio vegetariano

Pese a la creencia de que el género *Dendrodoris* y la familia en general se alimenta de esponjas, la ausencia de una rádula que les permita raspar la dura y resistente superficie de éstas, provoca cierto recelo a la hipótesis actual alimentaria. Además, la playa de Cubelles no presenta ninguna especie de esponja bajo las rocas en las que se encuentran estos nudibranquios, consolidando la hipótesis de que no se alimentan de poríferos. En este estudio se procedió a la amplificación de los contenidos digestivos de diferentes ejemplares de *D. herytra* de la población de Cubelles de una pequeña región del COI. Los productos de PCR fueron secuenciados por Illumina y se llevó a cabo un análisis de metabarcoding para identificar molecularmente los distintos taxones que se encontraban en su interior. El resultado demuestra que la especie *D. herytra* no se alimenta de esponjas, si no de las diatomeas epibiontes que se encuentran en ellas.

Aproximación filogenética de la familia Dendroborididae. Una historia de dos caminos:

La monofilia de la familia está bien soportada a nivel morfológico debido a los caracteres sinapomórficos que presenta (ausencia de rádula, branquia dorsal). No obstante, las relaciones entre los distintos géneros dentro de ella no parecen tener una gran base sobre la cual soportarse. *Dendroboris* y *Doriopsilla* se diferencian por la presencia o ausencia de espículas en el dorso, más o menos abundantes. A pesar de ello, la morfología dentro del género *Dendroboris* es muy variable, teniendo estructuras dorsales complejas en forma de tubérculos o siendo completamente lisas. Mediante filogenias moleculares empleando fragmentos de los marcadores moleculares COI, 16S y H3 se confirman las distintas monofilias de los géneros dentro de la familia. Se desvelan las relaciones filogenéticas entre los distintos taxones (Figura 1), de los cuales destaca el género *Dendroboris*, formado por un clado de organismos de dorso liso y otro de dorso tuberculado.

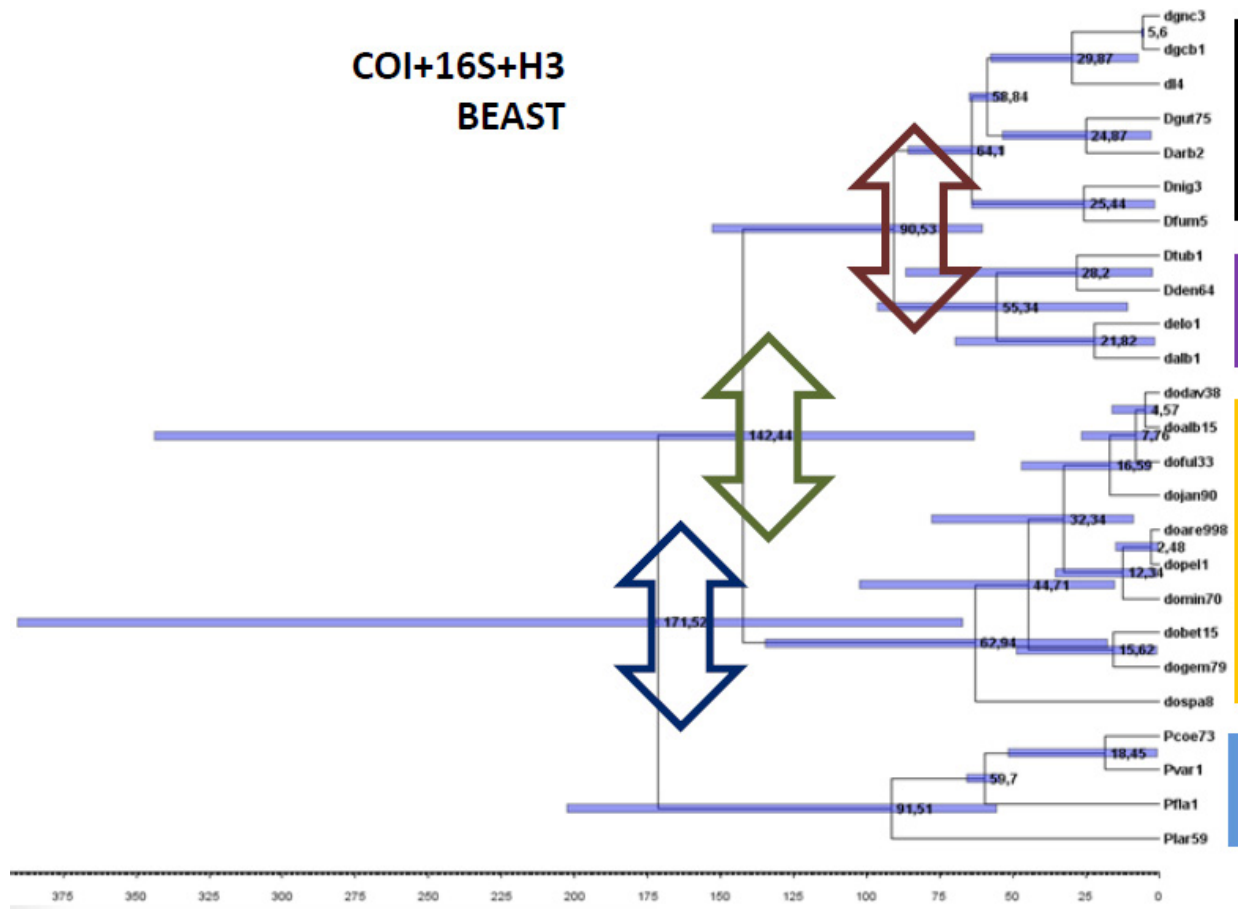


Figura 1: Filogenia obtenida mediante Inferencia Bayesiana con BEAST para los marcadores COI, 16S y H3 concatenados. En los nodos se indica la edad de separación de los diferentes clados, con sus barras de error. Las flechas indican la edad de los clados principales. Leyenda derecha de colores: Negro: *Dendroboris* de dorso liso; Morado: *Dendroboris* de dorso tuberculado; Amarillo: *Doriopsilla*; Azul: *Phyllidia*.

Evaluando los tiempos de divergencia. Factores evolutivos:

Se cree que el filo de los moluscos apareció hace alrededor de 525Ma, radiando por los mares y continentes alrededor del mundo. Al ser un clado que se originó en una época muy ancestral, sus historias evolutivas tienen largos recorridos donde la tectónica de placas y los cambios climáticos han jugado un papel importante en su actual distribución. Dentro de la familia hermana de Dendroborididae, Phyllididae, el género *Phyllidia* tiene todos sus integrantes en el océano Indo-Pacífico, a excepción de una única especie residual en el mar Mediterráneo fruto de la separación del mar de Tethys hace 60Ma aproximadamente. Este momento geológico puede utilizarse como calibrador en el reloj molecular de la superfamilia, asimismo como el cierre del estrecho de Gibraltar hace 5.6 Ma, que provocó la separación de las especies hermanas *Dendroboris grandiflora*

y *Dendrodoris herytra*. Aplicando estas condiciones *a priori* sobre la filogenia obtenida de la concatenación de COI, 16S y H3 se infiere la edad de origen de los distintos géneros de la familia Dendrodorididae (Figura 1), los cuales ven relacionadas su aparición con eventos de extinción marinos.

Agradecimientos

El autor principal quiere agradecer en primera estancia a Owen Wangensteen, por su implicación en los análisis de metabarcoding. También a todos aquellos nombrados en el póster XX. Muchas gracias.

MICRO-EXTRACCIÓN DE CONTAMINANTES METÁLICOS PRIORITARIOS Y EMERGENTES (CD, AG, PD) EN AGUAS MARINAS MEDIANTE BARRAS DE DISOLVENTE BASADAS EN LÍQUIDOS IÓNICOS

Herce Sesa, Belén; López López, José Antonio; Moreno Aguilar, Carlos

Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CeI·Mar), Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, belen.herce@uca.es

Palabras Clave: Metales, Agua de mar, Micro-extracción Líquida, Barras de disolvente, Líquidos Iónicos

Metales como cadmio, paladio y plata son tóxicos incluso a las bajas concentraciones en las que se encuentran en las aguas marinas. El cadmio es considerado una sustancia prioritaria según la Directiva Marco Europea del Agua (DMA), mientras que la plata y el paladio son contaminantes emergentes debido a su creciente aplicación en productos de uso personal, así como, en aplicaciones médicas.

Tradicionalmente en la preparación de muestras para el análisis metales en aguas marinas se han utilizado la extracción líquido-líquido y la extracción en fase sólida. Sin embargo, estas técnicas requieren grandes volúmenes de muestra y un consumo elevado de reactivos y disolventes que en ocasiones presentan altos valores de toxicidad. Con el fin de lograr un mejor perfil ambiental, miniaturizar el sistema y aumentar la eficacia de extracción de los metales se ha aplicado la micro-extracción líquida en barras de disolvente (SBME). Esta técnica se basa en el transporte del metal desde la muestra a un volumen de disolución receptora pequeño (interior de la fibra). No obstante, la aplicación de la micro-extracción con barras de disolvente está limitada por la disponibilidad de agentes de extracción eficaces en muestras salinas y largos tiempos de extracción. En este sentido, los líquidos iónicos, sales orgánicas líquidas a temperaturas inferiores a los 100 °C, se han propuesto para mejorar estos aspectos, aunque la capacidad de extracción en muestras naturales ha sido poco explorada. Por ello, el objetivo de este trabajo es el desarrollo y la aplicación de un sistema de micro-extracción con barras de disolvente para cadmio, paladio y plata en diferentes matrices de agua, principalmente salinas e hiper-salinas, utilizando el líquido iónico Cyphos® 101 como extractante.

En primer lugar, se ha realizado el estudio de los distintos factores que afectan a la eficacia de extracción de los metales: pH de la muestra, concentración de líquido iónico, velocidad de agitación y tiempo de extracción. Posteriormente se ha evaluado el efecto de la salinidad y la materia orgánica en la muestra sobre la eficacia de extracción. Además, para evaluar el perfil medio ambiental del sistema, se ha estudiado la estabilidad del líquido iónico en los poros de la fibra. La cuantificación de la extracción se ha medido mediante espectroscopía de absorción atómica con atomizador de llama, mientras que la pérdida de disolución desde la fibra hacia la muestra se ha calculado como la diferencia de concentración de carbono orgánico disuelto en la muestra antes y después de la extracción.

El sistema se ha optimizado para un tiempo de extracción de 30 minutos, una velocidad de agitación de 800 rpm, un 50% de Cyphos® 101 en la disolución orgánica y muestras con pH 8. Se ha visto que la eficacia de extracción para cadmio y paladio permanece constante o aumenta con el incremento de la salinidad en la muestra, mientras que para plata esta tiende a disminuir a partir de los 10 g L⁻¹ de NaCl. En relación a la materia orgánica, la eficacia de extracción no se ve afectada por la presencia de la misma en la muestra en el caso de muestras salinas. Sin embargo, para muestras no salinas se ha observado un descenso en la extracción, siendo este más remarcable para cadmio y plata. En cuanto a la pérdida de disolución desde la fibra hacia la muestra, ésta fue inferior al 0,1% en todos los casos.

Finalmente, el método ha sido aplicado para la extracción de plata, cadmio y paladio en muestras de agua naturales. Las mayores eficacias de extracción se han obtenido para muestras salinas (Tabla 1). A excepción del agua procedente de depuradora, las eficacias de extracción fueron superiores al 90% para paladio, cercanas al 100% para cadmio y entre el 93-95% para plata.

Tabla 1. Eficacias de extracción en muestras de aguas naturales

| Muestra | pH | DOC (mg L ⁻¹) | NaCl (g L ⁻¹) | Extracción Pd | Extracción Ag | Extracción Cd |
|--------------------|-----|------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Agua de red | 8,0 | 1,6 | <0,1 | 90,1 ± 1,9 | 27,5 ± 3,2 | 5,2 ± 3,9 |
| Río Tinto | 1,8 | 2,4 | <0,1 | 88,1 ± 1,1 | 51,8 ± 13,3 | 18,3 ± 5,4 |
| Depuradora | 7,6 | 12,0 | 0,3 | 11,8 ± 2,3 | 11,7 ± 0,1 | 15,3 ± 8,4 |
| Río San Pedro | 8,0 | 2,6 | 46,2 | 95,6 ± 1,3 | 79,4 ± 1,5 | 100,5 ± 1,3 |
| Laguna hipersalina | 8,4 | 5,2 | 59,8 | 93,0 ± 3,9 | 72,6 ± 1,1 | 101,6 ± 1,2 |

En conclusión, el sistema propuesto es una alternativa con un menor consumo de reactivos y disolventes, simple y rápida para la extracción de contaminantes traza como plata, cadmio y paladio en diferentes aguas naturales, incluyendo matrices con altos valores de salinidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Proyecto CTM-2013-47549-P) y por el programa de ayudas para la formación del profesorado del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (FPU15/03924).

EVALUACIÓN DE 67 PLAYAS EN ECUADOR CONTINENTAL Y GALAPAGOS DESDE UN ENFOQUE PAISAJÍSTICO

Mestanza, Carlos ^(1,2,3); Anfuso, Giorgio ⁽¹⁾; Mooser, Alexis ⁽¹⁾
Chica, Adolfo ⁽¹⁾; Pranzini, Enzo ⁽⁵⁾; Botero, Camilo ⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Puerto Real,
Cádiz, España cmestanza@ug.uchile.cl
ganfuso@uca.es achica@uca.es

⁽²⁾ Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Sucumbíos
EC210150, Ecuador

⁽³⁾ Green Amazon, Research Center, Nueva Loja, Sucumbíos, Ecuador.

⁽⁴⁾ Universidad de La Costa, Grupo GESSA, Colombia; playascol@gmail.com

⁽⁵⁾ University of Florence, Dipartimento di Scienze della Terra, Italy;
enzo.pranzini@unifi.it

Palabras Clave: paisaje, playas, Ecuador, Galápagos

Ecuador tiene como objetivo en los próximos años convertirse en un referente del turismo en la región, haciendo del turismo un elemento clave para el desarrollo sustentable social y económico. En Ecuador, el turismo es la tercera fuente de ingresos no petroleros, que representa el 5,1% del producto interno bruto (PIB). Ecuador contiene más de 1000 kilómetros de costa y pondera la existencia de la región insular. Después de un gran número de encuestas realizadas alrededor del mundo, se encontró que los parámetros en los que se basan los turistas, a la hora de seleccionar una playa, son: la seguridad, los servicios, la calidad del agua, la limpieza y el paisaje [4]. Para analizar el estado de ocupación del litoral es necesario entender la situación en la que se encuentran las zonas costeras a nivel global. Estamos en un mundo cada vez más urbanizado, sobre todo en lo que respecta a las áreas litorales [1]. Además, las tendencias actuales presentan un escenario futuro en el que la población seguirá concentrándose de forma progresiva en las áreas litorales. Por lo tanto, aquellas zonas, se han convertido con el tiempo en áreas estratégicas, en las que los retos son múltiples desde varios puntos de vista: físico-natural, socioeconómico y político [2].

El objetivo de la investigación se basó en clasificar las playas más atractivas de Ecuador continental y Galápagos desde el criterio paisajístico. Para esto, se empleó una metodología basada en una serie de 18 parámetros físicos (acantilados, playas, plataformas rocosas, dunas, valles, relieve, mareas, rasgos geomorfológicos, color del agua y restos de vegetación) y 8 antrópicos (ruido, basura, aguas residuales, grado de modificación del medio, accesos, horizonte y estructuras humanas). Los parámetros fueron calificados de 1 a 5, siendo 1 una calificación que denota ausencia o mala calidad y 5, excelencia. Cada parámetro no tiene la misma importancia, por lo cual, con el fin de ponderarlos y cuantificar la incertidumbre y disminuir la subjetividad, se utilizó un programa de lógica difusa [3]. Como resultado, se obtuvo un índice, el cual reflejó el valor atractivo de cada playa evaluada, además de establecerlas dentro de una de las 5 clases: 1 correspondiendo a una zona litoral sumamente atractiva y 5 a una playa urbana muy poco atractiva [3].

El primer paso corresponde al trabajo de campo y a la toma de datos. Una vez llegado al sitio, el observador tendrá que calificar cada uno de los 26 parámetros según una escala de atributo de 1 a 5, siendo 1 una calificación que denota ausencia o mala calidad y 5 excelencia. Es relevante señalar que la evaluación del área de estudio suele basarse en un tramo de aproximadamente 500 metros. El segundo paso, consiste en pasar los datos en un programa complejo basado en lógica matemática y matrices ponderadas (fuzzy logic mathematics - parameter weighting matrices), que permite corregir eventuales errores en las observaciones y dar la

correcta importancia a cada parámetro, ya que no tienen todos la misma importancia. El resultado final es un Índice de evaluación (D) que refleja el valor atractivo del paisaje costero evaluado: más elevado es el índice, más atractivo es el paisaje. A partir del índice obtenido, se pueden clasificar las playas o áreas de estudio en una de las 5 clases: (i) Clase 1: $D \geq 0.85$. Sitios naturales extremadamente atractivos con valores muy altos de paisaje, actividades antrópicas bajas o nulas que no afectan la belleza natural del sitio. (ii) Clase 2: D entre 0.65 y 0.85. Sitios naturales o semi-naturales con valores altos de paisaje y actividades antrópicas aceptables. (iii) Clase 3: D entre 0.40 y 0.65. Principalmente áreas urbanas con valores bajos de paisaje, afectadas en algún grado por actividades humanas. (iv) Clase 4: D entre 0 y 0.40. Principalmente zonas urbanas con valores bajos de paisaje y altamente dañadas por actividades antrópicas. (v) Clase 5: $D < 0$. Áreas urbanas poco o nada atractivas con un desarrollo intensivo asociado a un uso muy alto, bajos valores paisajísticos.

Los resultados arrojan que las playas clasificadas en la presente investigación un 22% (15) pertenecen a la clase 1, de las cuales 8 están en Galápagos lo cual refleja la riqueza paisajística de la región Insular. De las playas evaluadas un 46% (31) se encuentran en categoría 4-5 lo que demuestra la pobreza de belleza escénica en la zona costera continental de Ecuador.

Se concluye que la zona de Galápagos es potencia en turismo de sol, playa y arena, mientras que, la zona continental debe trabajar en otros aspectos si desea competir con potencias de turismo playero. El color de la arena es uno de los aspectos más solicitados del turismo internacional, pero en Ecuador hay pocas playas atractivas desde este punto de vista, excepto las de Galápagos, por esta razón, si deseamos desarrollar actividades económicas, debemos centrarnos en otros aspectos requeridos por los turistas, como la limpieza, el entorno natural, la seguridad y la calidad de los servicios

Bibliografía

- [1] Anfuso, G., Williams, A.T., Cabrera, J.A., Pranzini, E., 2014. Coastal scenic assessment and tourism management in Western Cuba. *Tour. Manag.* 42:307–320.
- [2] Barragann Munzoz J.M. (2014). *Política, Gestión y Litoral, una nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales*. Tebar Flores, ISBN: 978-84-7360-518-2.
- [3] Ergin, A., Williams, A. T., & Micallef, A. (2006). Coastal scenery: appreciation and evaluation. *Journal of Coastal Research*, 22(4), 958e964.
- [4] Williams, A. T. (2011). Definitions and typologies of coastal tourism beach destinations, in: Jones, A. & Phillips, M. R. (Ed.) *Disappearing Destinations: Climate Change and Future Challenges for Coastal Tourism* (Wallingford: CABI).

LA GESTIÓN INTEGRADA DEL CONTROL DE LAS FRONTERAS EXTERIORES DE LA UNIÓN EUROPEA. LA GUARDIA EUROPEA DE FRONTERAS Y COSTAS ANTE LAS CRISIS HUMANITARIAS

Padilla Espinosa, Lucía Ione

Universidad de Huelva, departamento de Derecho Público, Grupo de investigación
DERGO (Derecho Público para la Gobernanza), lucia.padilla@dpub.uhu.es

En los últimos años los numerosos naufragios de inmigrantes provenientes de los llamados países del Mediterráneo sur en sus intentos por llegar a Europa, han provocado la alarma de la comunidad internacional y numerosos organismos internacionales. Desde el año 2000, más de 20 mil personas han muerto intentando llegar a Europa, en tanto el 75% de los mismos perdieron la vida en esa ruta marítima [1]. El Mar Mediterráneo se ha convertido en una de las rutas más mortíferas del mundo.

El Campus de Excelencia Internacional del Mar no puede permanecer ajeno al análisis de esta realidad que se vive en el medio marino. Teniendo en cuenta que CEIMAR tiene como estrategia lograr una comunidad de conocimiento responsable y comprometida socialmente, pretendemos con esta comunicación, arrojar luz sobre un tema de actualidad y a la vez tan añejo como la propia Europa. En un escenario de análisis científico, se busca subrayar la necesidad de desarrollar un programa de sensibilización social y difusión de buenas prácticas para la gestión de las fronteras marítimas, incidiendo en la naturaleza vanguardista, innovadora, solidaria y comprometida con la sociedad con la que se presenta el campus. Un campus para todos, que sirva también de medio para llamar la atención sobre la realidad social y humanitaria que se vive en el mar. Es otra visión del mar la que se ofrece: un mar de naufragios, un mar de trata de personas, de mafias, un mar de huida, de salvamento y sobre todo un mar de esperanzas para todos los que escapan de la guerra y de la pobreza. No existen vías de acceso seguro al territorio para quienes huyen de la persecución o de las guerras, convirtiéndose el mar en el único medio y la única opción para llegar a país seguro. La gestión del mar desde el Derecho está condicionada por las particularidades que presenta este medio, por esta razón, es necesario que la gestión del mismo tenga la idónea adecuación al Derecho Internacional, en aras de salvaguardar la protección de los Derechos Humanos.

Esta comunicación pretenderá aportar reflexiones sobre las medidas que la Unión Europea ha implantado en los últimos años para solucionar dicha crisis humanitaria mediante la externalización de las fronteras comunitarias, así como la lucha contra las organizaciones criminales. Todo ello acompañado por el establecimiento de otras disposiciones que dificultan el acceso legal y seguro al territorio, así como el endurecimiento de las condiciones para la admisión y la condición de refugiado, a los que consiguen llegar a los países comunitarios.

En cuanto al método empleado, cabe mencionar que el trabajo es fruto de una labor de análisis sistemático, lo que conlleva el estudio de un conjunto interconectado de normas. Se trata en esencia, de un análisis de la normativa aplicable tanto internacional como supranacional (Derecho derivado de la Unión Europea), por tanto, hemos aplicado la técnica metodológica lógico-deductiva. Todo ello aderezado con el estudio de artículos y libros de la doctrina española e internacional protagonistas de los más importantes debates en torno al tema. Del mismo modo, se ha recurrido a diversos informes específicos como las Comunicaciones de la Comisión y los diferentes Consejos Europeos celebrados en la materia, que evidencia las continuas interrelaciones entre las instituciones, Estados y Organismos internacionales.

Tras la tragedias vividas, y a la vista de la insuficiente reacción por parte de las Instituciones y Estados miembros de la Unión Europea, se decide la adopción de la Agenda Europea de Migración [2]. La Agenda se centra en ofrecer una serie de soluciones que permitan a Europa avanzar en la gestión de las crisis migratorias, poniendo especial énfasis en el control de las fronteras externas. El pretexto de esta gestión es la conformación de un sistema técnico y operativo de cooperación entre los Estados Miembro. En este marco, se crea la

Agencia Europea para la Gestión de la Cooperación Operativa en las Fronteras Exteriores de los Estados miembros, popularmente conocida como FRONTEX [3] que supuso un paso trascendental en la manera de abordar el control fronterizo.

Este instrumento ha sido objeto de constantes reformas como respuesta a una serie de acontecimientos acaecidos de manera casuística y que están íntimamente relacionados con los flujos migratorios. Es en el estallido de los mismos, donde verdaderamente se ha podido apreciar las deficiencias y debilidades de las que adolecía la propia Agencia. A todo ello, además hay que añadir la complejidad de las operaciones marítimas, protagonizadas en buena parte por la necesidad de patrullar en aguas extraterritoriales y el elenco de dificultades de diverso calibre y desigualdades sociales que afectan al área geográfica en cuestión [4].

Para tratar de paliar estas deficiencias, en 2016 se aprobó el Reglamento 2016/1624[5], por el que se crea la Guardia Europea de Fronteras y Costas (GEFC), que sustituye a FRONTEX y da continuidad a todas sus operaciones, otorgándole mayor capacidad de gestión en materia de control de fronteras y en el abordaje de situaciones de búsqueda y salvamento marítimo que puedan surgir, las cuales deberán desarrollarse de conformidad con el Derecho Internacional del Mar [6].

Tras una valoración general de la nueva normativa, cabe resaltar la creación de un contingente de reacción rápida permanente en cualquier Estado miembro; mayor financiación y transparencia en los acuerdos de trabajo; el control permanente de las fronteras a través de análisis de riesgos y evaluaciones de vulnerabilidad obligatorias; el avance positivo en la protección de los derechos humanos mediante la implantación de un mecanismo de denuncia [6]. No obstante, es necesario mencionar que estos desarrollos normativos positivos no parecen suficientes para resolver todas las deficiencias y limitaciones que presentaba FRONTEX, ni para gestionar retos migratorios concretos.

En el presente estudio se aborda el comportamiento de la crisis migratoria en el Mediterráneo a través de analizar la evolución de la regulación de FRONTEX, y las causas de las sucesivas revisiones de su mandato, culminadas en la nueva Agencia GEFC, para dilucidar si realmente supone un verdadero paso hacia una política común en materia de control de las fronteras exteriores.

Europa está viviendo la peor crisis de desplazados desde la Segunda Guerra Mundial, con el arribo de miles de personas a sus costas. Los mares no solo son protagonistas en la actualidad por el rápido deterioro de los ecosistemas marinos y su grave repercusión en el planeta, sino también porque en él se realizan operaciones de las que depende la vida de las personas migrantes y refugiadas, y por ende la preservación del derecho de asilo. Este fenómeno ha generado una fuerte presión en el Sistema Europeo Común de Asilo, y una división entre los Estados Miembros. Debemos recordar que la Unión Europea se fundamenta en los valores de dignidad humana, libertad, democracia, igualdad, Estado de derecho y respeto de los derechos humanos, por lo que son los Estados Miembros los obligados a cumplir y garantizar estos valores en todos los ámbitos, incluida la gestión de las fronteras externas [8]. Aunque la Agencia se concibe como un organismo de cooperación y refuerzo de la gestión de las fronteras, son los Estados miembros los principales responsables de la gestión de sus propias fronteras. Por ello, una eficaz y eficiente gestión de las fronteras exteriores que solvante la grave crisis migratoria conlleva una mayor y necesaria voluntad y participación de los Estados miembros y de las instituciones de la Unión.

Referencias

- [1] FRONTEX (2015). Véase <http://www.latercera.com/noticia/mundo/2015/04/678-626087-9-en-2015-se-triplica-llegada-de-inmigrantes-irregulares-a-europa.shtml>
- [2] COM (2015) 240 final, de 13-05-2015.
- [3] FRONTEX se crea en virtud del Reglamento del Consejo 2007/2004, de 26 octubre de 2004. (DOUE L 349 de 25 de octubre de 2004).
- [4] TUGBA BASARAN , “Saving Lives at Sea: Security, Law and Adverse Effects”. *European Journal of Migration and Law* 16 (2014), pp. 365-387.

- [5] Reglamento (UE) 2016/1624 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de septiembre de 2016, sobre la Guardia Europea de Fronteras y Costas, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2016/399 del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se derogan el Reglamento (CE) n°863/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, el Reglamento (CE) n°2007/2004 del Consejo y la Decisión 2005/267/CE del Consejo (DOUE L 251/1, de 16 de septiembre de 2016).
- [6] La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, hecha en Montego Bay, diciembre 1982 (BOE n°39, de 14 febrero de 1997), de la que todos los Estados miembros de la UE y la propia UE son parte. Lo relativo a estas operaciones en el Convenio sobre Derecho del Mar se complementa, con el Convenio Internacional sobre búsqueda y salvamento marítimo, (Convenio SAR “Search and Rescue”) (BOE n°103, de 30 abril de 1993), y también con el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar de 1974 (Convenio SOLAS, “Safety of Life at Sea”) (BOE n°144, de 16 de junio 1980).
- [7] SOLER GARCIA, C. “La Guardia Europea de Fronteras y Costas: ¿Un avance respecto a FRONTEX? Una valoración provisional”. Revista Electrónica de Estudios Internacionales (2017), pág.43.
- [8] Artículo 1 bis, Tratado de la Unión Europea, de 7 de febrero de 1992. (DOUE núm. 340 de 10 Noviembre de 1997 y BOE de 13 Enero de 1994). Vigencia desde 01 Mayo de 1999. Modificaciones introducidas por el Tratado de Lisboa firmado el 13 de diciembre de 2007 y que entró en vigor el 1 de diciembre de 2009.

ANÁLISIS PROPOSITIVO DE LA GESTIÓN DE UN SOCIOECOSISTEMA COMPLEJO TRANSFRONTERIZO: EL ESTUARIO DEL RIO GUADIANA

Pallero Flores, Cristina ⁽¹⁾; Barragán Muñoz, Juan Manuel ⁽²⁾; Scherer, Marinez⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto Universitario de Investigación para el Desarrollo Social Sostenible (INDESS) – Universidad de Cádiz (UCA), cristina.pallero@uca.es

⁽²⁾ Grupo de investigación de Gestión Integrada de Áreas Litorales, Universidad de Cádiz

⁽³⁾ Grupo de Pesquisa de Gerenciamento Costeiro Integrado (LabGECI), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Palabras Clave: Gestión Integrada, Servicios Ecosistémicos, Políticas Públicas, Estuario

Introducción

Los estuarios, además de ser un sistema de transición por sus características físico-naturales, también lo son en cuanto a su complejidad jurídico-administrativa. Las competencias definidas legalmente para la administración del uso y ocupación de espacio y recursos se encuentran con un mosaico heterogéneo de unidades territoriales administrativamente diferentes que coexisten. Esto se debe a que las diferentes administraciones o autoridades definen su competencia en virtud de criterios específicos que en un socio-ecosistema se yuxtaponen, coinciden o incluso se superponen.

La gestión compartida de cuencas hidrográficas, además de la coordinación en las fronteras marítimas que pasa a través de los estuarios transfronterizos, es asunto de peso en la gestión de usos y recursos entre España y Portugal, aunque ilustra una situación común para todos los países que comparten recursos y donde se busca mantener una calidad ambiental y bienestar humano.

Objetivos

- Diagnóstico de estado y evolución de la gestión en caso de estudio
- Proposición de marco para la gestión de estuarios compartidos a partir de un caso de estudio

Metodología

- 1º Delimitación del sistema de transición procediendo a realizar una zonificación basada en criterios de ecosistemas, consideración de impulsores de cambios en el sistema y relación causal de los principales conflictos [1, 2, 3], proponiendo una delimitación y representación esquemática del ámbito de gestión del socio-ecosistema funcional.
- 2º Análisis del nivel de dependencia sistémica de los principales sectores de actividad en el sistema analizando su ubicación, tipo de servicio del ecosistema y beneficios asociados, basándose en los tipos identificados en MAE [4] y datos del sistema estuarino del Guadiana como GIT-AAA [1], Instituto Nacional de Estadística - España; Instituto Nacional de Estadística - Portugal; Informes sectoriales del Gobierno de Andalucía; entre otras fuentes.
- 3º Retrospectiva de las actuaciones de gestión tanto de la cuenca hidrográfica del Guadiana como de los ecosistemas estuarinos y zonas costeras. De esta forma, se realiza una línea evolutiva donde se relacione actuaciones con respuestas del sistema y reacción política-administrativa consecuente.

- 4º Análisis de los elementos multiescales intervinientes (local, regional, nacional e internacional) así como el contexto de interrelación e integración actual, y la evolución de propuestas e iniciativas de gestión integrada. Se consideran las inversiones realizadas relacionadas con la gestión, recursos compartidos, cooperación y espacios naturales protegidos. Se analiza su implementación e impacto para el estado del estuario del Guadiana y de su gestión. Asimismo, se establecen: actuaciones de gestión, justificación y principales impactos; e iniciativas políticas y administrativas a escala de cuenca hidrográfica y cooperación/colaboración/co-gestión internacional y/o transfronteriza del Guadiana y zona costero-marina colindante.
- 5º Propuesta de guías para la gestión integrada del sistema estuarino transfronterizo del Guadiana, además de elementos clave para la extrapolación a otros casos.

Resultados

El análisis del contexto socio-ecológico del estuario permitió diferenciar dos secciones principales sobre la intensidad de los usos y actividades, su distribución y la variedad de unidades ambientales, diferenciando claramente el estuario superior e inferior.

La identificación de los principales usos y actividades y su relación con los servicios ecosistémicos incluye la interconexión entre la dimensión física y natural (unidades ambientales, procesos y servicios de los ecosistemas), la dimensión socioeconómica (usos, actividades, beneficiarios y contexto social del sistema) y la dimensión político-administrativa. Estas interrelaciones, dependencias e impactos/presiones dentro del sistema (impulsores del cambio) indican una conectividad socio-ecológica que describe la unidad funcional. El análisis de esta conectividad permite también la identificación de los actores involucrados en la gestión del sistema, la asociación de componentes que se influyen mutuamente, el vínculo a la posible respuesta a los cambios de estado y la identificación de las consecuencias ambientales y sociales [5, 6].

En la zona baja del Guadiana existen varias áreas sujetas a diferentes tipos de protección ambiental, cuya presencia es fundamental para el establecimiento de cualquier estrategia de desarrollo socioeconómico siguiendo los valores y potencialidades del río y su estuario. Por lo tanto, existe un escenario con un extraordinario potencial de avance socioeconómico respaldado por criterios de sostenibilidad ambiental. Asimismo, se plantea la necesidad de establecer sectores preferenciales (no exclusivos) en la planificación y gestión desde una perspectiva integrada del sistema. De esta manera, las actividades y sectores prioritarios y estratégicos son elementos indispensables para la implantación de medidas y acciones, con el fin de avanzar en la planificación y ejecución de una gestión integrada y basada en los ecosistemas.

Además, las fórmulas de gestión no siempre se corresponden con la realidad socioecosistémica, tal y como ha ocurrido en el estuario transfronterizo del Guadiana. Por ello, es esencial proponer una categoría de protección que, junto con su gestión eficaz e instrumentalizada, responda a las necesidades de conservación y desarrollo sostenible con el territorio. A esto se suma la necesidad de integrar a todos los actores intervinientes en un contexto internacional. Una sugerencia factible sería establecer un mosaico socio-ecológico protegido y un paisaje protegido internacional, correspondiente a los límites propuestos del sistema socio-ecológico funcional del estuario del río Guadiana, en el contexto de la cooperación internacional europea.

Conclusiones

Los estuarios constituyen un espacio estratégico para el diagnóstico socio-ambiental de cuencas hidrográficas y zonas costero-marinas. Permiten detectar la gestión y estado de las cuencas hidrográficas a la vez que anticipan ciertas manifestaciones de las alteraciones en el medio costero-marino adyacente. Además, los socioecosistemas estuarinos compartidos son indicadores de las relaciones intersectoriales, intra-sectoriales y político-administrativas.

No ha trascendido una definición para la administración atendiendo al papel integrador tierra-mar y a las particularidades sociales y físico-naturales más allá del análisis disciplinar de sus características.

Para la gestión del socioecosistema estuarino, es necesario incorporar la gestión del agua como un modelo complementario al de ordenación territorial (y marina) y de los espacios protegidos para el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas que generan servicios y para preservar el estado y resiliencia de la unidad funcional.

Los estuarios transfronterizos presentan una complejidad añadida al enfrentar en un socioecosistema estuarino cuya escala es local-regional, cuestiones estratégicas nacionales e internacionales. Por ello, se proponen para el caso ejemplo del estuario transfronterizo del río Guadiana una serie de recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

De este modo, se considera que los pasos básicos para realizar una propuesta adaptada de gestión integrada y basada en las particularidades socioecosistémicas estuarinas, implican abordar tres cuestiones básicas: 1) La delimitación y elección de una figura adaptada y reconocible para su gestión integrada; 2) La integración institucional e instrumental del reparto competencial en el sistema estuarino; y 3) Sectores (usos y actividades) catalizadores de la gestión integrada del socioecosistema estuarino

Referencias

- [1] Gabinete de Iniciativas Transfronterizas Alentejo, Algarve y Andalucía (GIT-AAA), 2011, Estudio-Diagnóstico Multidisciplinar del río Guadiana. Informe Final, Programa POCTEP 2007-2013, Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía, 488 pp.
- [2] Instituto Español de Oceanografía y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (IOCMAGRAMA), 2012, Estrategia Marina. Demarcación Marina Sudatlántica. Evaluación y Buen Estado Ambiental, 131 pp.
- [3] Costa M.D.S. y Fraidias J., 1997, Modelo de gestión del estuario del río Guadiana, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
- [4] Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- [5] Pallero C., Scherer M. y Barragán J.M., 2017, Methodology of delimitation and zoning of transitional systems: Application to the Mampituba river estuary (Brazil), *Ocean & Coastal Management* 145, 62-71 pp., <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.05.010>
- [6] Pallero C., Barragán JM and Scherer M., 2018, Management international estuarine systems: The case of the Guadiana river (Spain-Portugal), *Environmental Science and Policy* 80, 82-94 pp., <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.005>

¿EXISTEN PLANARIAS MARINAS (PLATYHELMINTHES: POLYCLADIDA) EN CÁDIZ? ¡GIRA LAS ROCAS DE NUESTRAS COSTAS Y LAS ENCONTRARÁS!

Pérez-García, Patricia ⁽¹⁾; Noreña, Carolina ⁽²⁾; Cervera, Juan Lucas ^(1,3)

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), Puerto Real (Cádiz), España.

E-mail: patricia.perezgarcia@uca.es

⁽²⁾ Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), España. E-mail: mcnnj92@mncn.csic.es

⁽³⁾ Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz), España. E-mail: lucas.cervera@uca.es

Palabras Clave: Policlados, Biodiversidad, Taxonomía, Península Ibérica, Andalucía

¿Planarias? ¿Eso qué es? ¿Es que les interesa a alguien? Estas y otras más son las preguntas que nos hacemos cuando oímos la palabra Policlado. También conocidos como planarias marinas, este nombre hace referencia a la forma de su intestino, queriendo decir “muchas ramas” [1]. Se trata de animales fundamentalmente marinos pertenecientes al Filo Platelminthos, escasamente estudiados a nivel mundial y de los que en la Península Ibérica sólo se han registrado algunas especies (43 en total). Estas especies fueron encontradas sobre todo en el litoral Mediterráneo, como Murcia, Alicante y Cataluña, mientras que del Atlántico únicamente se han citado en costas de Galicia y Asturias. Al igual que otros invertebrados, las planarias viven debajo de las rocas alimentándose de una gran variedad de organismos marinos con los que comparte hábitat, pasando totalmente desapercibidas.

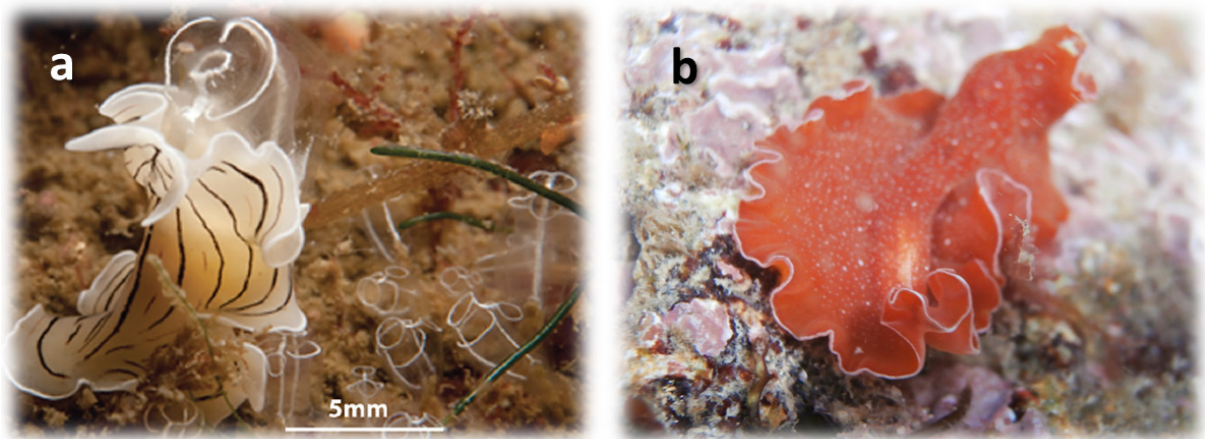


Figura 1. Policlados en su ambiente natural: a *Prostheceraeus vittatus* (Montagu, 1815) sobre *Clavelina lepadiformis* (Müller, 1776) en costas de Galicia (tomado de Noreña *et al.*, 2014 [2]); b *Yungia aurantiaca* (Delle Chiaje, 1822) sobre algas *Lithophyllum incrustans* Philippi, 1837, en la Playa de Santa María del Mar (Cádiz)

Pero... ¿qué es lo que hace que los Policlados hayan recibido tan poca atención? En el siglo XIX las especies de planarias marinas con frecuencia se encontraban entre las descripciones de babosas de mar, debido al gran parecido que se ha observado en varias especies de estos dos grupos. Esto quiere decir que, históricamente, han sido confundidas con otros animales. ¡Existen incluso especies de planarias que imitan las formas y colores de los nudibranchios! [3]

Por otro lado, hay especies que son especialmente difíciles de ver, camuflándose a la perfección entre las algas, los briozoos y las ascidias. Muchos de ellos muestran incluso un cuerpo casi transparente y de muy pequeño tamaño, siendo especialmente esquivos [4]. Sin embargo, no deben ser subestimados por su apariencia, ya que se han encontrado en ellos toxinas letales que utilizan a modo de defensa [5]. Otro motivo que ha dificultado su estudio es su extrema fragilidad, ya que es frecuente que acaben fragmentándose si no se toman las precauciones adecuadas durante su recolección en el campo. No obstante se ha demostrado una gran capacidad regenerativa en sus tejidos [6] siendo objeto de estudios de regeneración celular. También hay que tener especial cuidado en su manipulación, ya que es habitual que las planarias tiendan a la autólisis ante el estrés. En cuanto a la fijación para su estudio, se trata de un proceso que requiere de cierto tiempo, usándose la formalina congelada como fijador o un reactivo conocido como Bouin. Para su correcta clasificación taxonómica (e incluso en ocasiones su identificación), se recurre a las técnicas histológicas, haciéndose una reconstrucción del aparato reproductor y comparándose con el de otras especies similares.

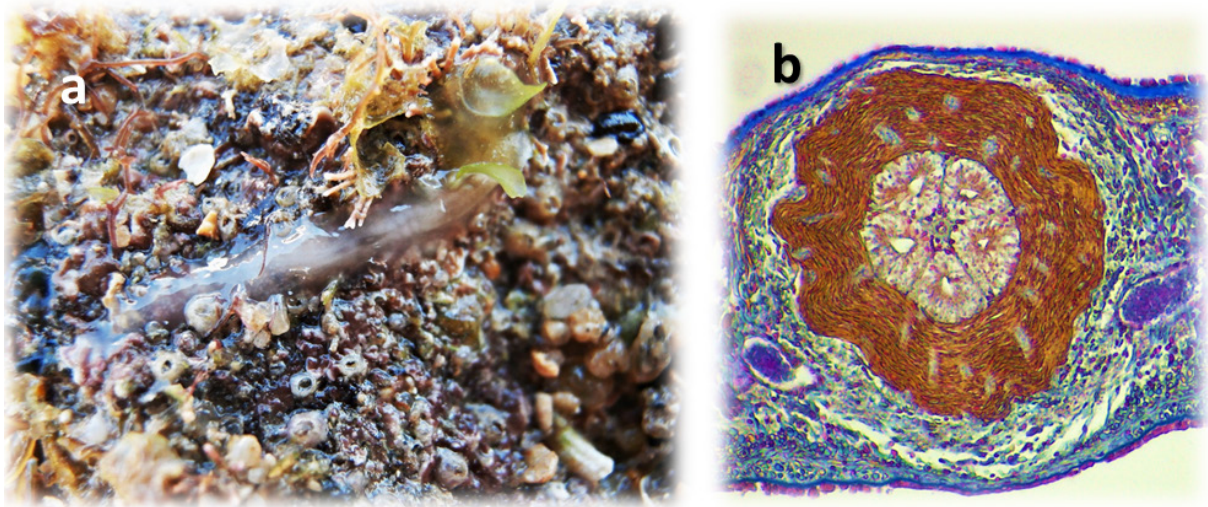


Figura 2. *Pleioplana sp. nov.*: a Especie de Policlado encontrada en las rocas de La Caleta (Cádiz), camuflada entre algas y otros organismos; b Corte transversal del reproductor de *Pleioplana sp. nov.*

Esta nueva línea de investigación acerca de la biodiversidad de Policlados comenzó en el verano de 2013, a partir de la cual se llevaron a cabo una serie de muestreos mensuales por las costas de la provincia de Cádiz hasta Julio de 2015. Como resultado, se encontraron un total de 23 especies de Policlados, 14 de ellas ya citadas en la Península Ibérica y 6 en Andalucía, describiéndose adicionalmente 6 especies nuevas para la ciencia: *Parviplana sp. nov.*, *Phaenoplana sp. nov.*, *Pleioplana sp. nov.*, *Stylochus sp. nov.*, *Imagine sp. nov.* y *Pseudobiceros sp. nov.*. Este estudio supone una contribución sustancial al conocimiento sobre la biodiversidad del sur de la Península, ya que hasta ahora la diversidad de este grupo de invertebrados no había sido explorada en el litoral andaluz. Desde entonces, seguimos ampliando el espacio geográfico, explorando y volteando rocas de las costas de Andalucía y el sur de Portugal. ¿Te atreves a conocer un poco más sobre el mundo de las planarias marinas?

Agradecimientos

Queremos agradecer este trabajo a todas aquellas personas que han contribuido de forma totalmente desinteresada a la recolección del material. A la ya Doctora Deneb Ortigosa, Sandra Calero, Karla Araújo, Fernando Cortés, Josep Roma, Mikel Rodríguez, Dyana Vitale, Jorge Rodríguez y Daniel Marquina. Muy especialmente al Dr. Antonio Medina y a Agustín Santos por su apoyo y profesionalidad a la hora de instruir en el arte y la interpretación de los cortes histológicos. Y por supuesto a Manuel Martínez, Marina Poddubetskaia y a Philippe Bourjon, personas a veces invisibles que nos expresan su apoyo y ánimo para seguir investigando sobre estos curiosos animales, incluso aunque nos separen kilómetros de tierra y mar.

Referencias

- [1] Invertebrates. Brusca, R.C., Moore, W. y Shuster, S.M. Tercera Edición, Editorial Sinauer, 2016.
- [2] Noreña, C., Marquina, D., Pérez, J. y Almon, B. Zookeys 404 (2014) 1-22.
- [3] Newman, L.J. y Cannon, L.R.G., Mem. Queensl. Mus. 37-1 (1994) 205-266.
- [4] Marine flatworms: The world of Polyclads. Newman, L.J. y Cannon, L.R.G. (Eds), CSIRO Publishing, 2003.
- [5] Ritson-Williams, R., Yotsu-Yamashita, M. y Paul, V.J., Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 103-9 (2006) 3176-3179.
- [6] Egger, B., Gschwentner, R. y Rieger, R. Dev. Genes Evol. 217 (2007) 89-104.

EL PAPEL DE LA ORDENACIÓN DEL ESPACIO MARÍTIMO EN EL IMPULSO A LA ENERGÍA AZUL EN EL MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA

Quero García, Pablo

Grupo de Investigación en Gestión Integrada de Áreas Litorales, Universidad de Cádiz

pablo.querogarcia@gmail.com.

Palabras Clave: ordenación espacial marítima, energía renovable, Unión Europea.

En los últimos años asistimos a la apuesta decidida de la Unión Europea por la energía procedente de los océanos como medio para la descarbonización del sistema energético europeo. Las energías marinas ofrecen la posibilidad de aumentar la eficiencia en la explotación de los recursos energéticos, reducir al mínimo la exigencia del sector en materia de uso del suelo y recortar las emisiones de gases de efecto invernadero (alrededor de 65 millones de toneladas de CO₂ en 2020) [1]. De acuerdo con los planes de acción nacionales de energía renovable elaborados por los Estados miembros, el objetivo en 2020 es contar en el espacio marítimo con una potencia instalada de 41,97 GW de energía eólica offshore y 2,25 GW en sistemas de energía oceánica [2].

Pese a contar con un panorama político favorable, el desarrollo de las renovables offshore se enfrenta aun a barreras económicas y técnicas (propias de una tecnología que todavía no ha alcanzado su estado de madurez), a las que se unen las dificultades propias de un entorno marino cada vez más industrializado: regulación compleja y en evolución, falta de conocimiento sobre el posible impacto ambiental de la actividad o conflictos espaciales con otros usos tradicionales o emergentes. En efecto, el rápido despliegue de las tecnologías renovables supone también un reto para la gobernanza marítima pues los aspectos legales y políticos que rodean a la explotación de los recursos renovables han evolucionado a menor ritmo que la tecnología [3]. En este contexto, la ordenación del espacio marítimo (OEM) se ha impuesto en la mayor parte de los Estados miembros como herramienta fundamental para la gestión integrada y sostenible de las actividades humanas en el medio marino.

Este trabajo evalúa el modo en que la OEM puede beneficiar a la expansión de la energía azul en Europa y contribuir a la consecución de los objetivos nacionales de producción de energía limpia en los océanos. Para ello se han estudiado los procesos de OEM de los Estados miembros con mayor éxito en la implantación de energía marina medido en términos de potencia instalada (GW): Reino Unido, Alemania y Países Bajos. En cada caso se han analizado un conjunto de 6 ítems (política marítima y energética, instituciones, instrumentos estratégicos, instrumentos operativos, información y participación pública) con el objeto de definir aquellos elementos de la OEM que tienen impacto en el aprovechamiento energético renovable en los océanos. Para la selección de los ítems se han considerado los aspectos clave que integran el “decálogo de gestión integrada” definido por Barragán [4] para áreas litorales y la metodología para implementar y aplicar la OEM propuesta por la Ehler y Douvere [5].

El análisis realizado muestra como los procesos de ordenación espacial marina están influidos en gran medida por las características físicas del espacio a gestionar, las actividades y los usos predominantes, el marco normativo e institucional de cada estado y el nivel de madurez de la industria renovable offshore. De este modo, los diferentes contextos han dado lugar a una diversidad de enfoques para implementar la OEM [6]: adaptación de instrumentos legales existentes para incluir los principios de la OEM (caso de Alemania, donde la gestión de la zona económica exclusiva se basa en la modificación de 2004 de la Ley Federal de Ordenación del Territorio), desarrollo de sistemas de gobernanza totalmente nuevos (como en Reino Unido con la *Marine Coastal Access Act*). Algunos Estados miembros han optado por planes de gestión integrados o estratégicos (por ejemplo, el *Nationaal Waterplan* en Países Bajos, que incorpora las directrices del gobierno neerlandés para la gestión marítima) [7]. Esta diversidad se refleja también en el tratamiento que los diferentes instrumentos de OEM dan a las renovables offshore, resultando en una amplia configuración de esquemas de autorización,

sistemas de zonificación, requisitos para asegurar la protección ambiental de los ecosistemas marinos o mecanismos para la participación de los agentes del sector. A pesar de las diferencias, es posible identificar una serie de efectos positivos de la planificación espacial marina en el desarrollo de las renovables offshore: su correcta aplicación favorece la toma de decisiones; simplifica y acelera la obtención de permisos; mejora la compatibilidad de usos; integra a los stakeholders en la planificación; previene el deterioro ambiental de zonas sensibles; potencia la disponibilidad de información; promueve la cooperación transfronteriza, y facilita la integración con el sistema de gestión terrestre.

En efecto, la OEM permite integrar los distintos elementos que conforman el régimen de gestión de las energías renovables marinas y definir un marco común para el desarrollo de estas actividades, lo que supone la toma de control por parte de las autoridades y la capacidad de balancear los intereses de protección del medio natural con los de desarrollo económico. Por otro lado, la OEM ayuda a definir de manera más o menos clara las condiciones bajo las cuales estas actividades pueden llevarse a cabo, evita conflictos por usos competitivos y da seguridad a los inversores de la industria energética offshore. Estos son elementos clave para eliminar las barreras que impiden al sector alcanzar un estado de madurez de manera rápida y eficaz, sobre todo en el caso de las energías oceánicas.

No obstante, de las experiencias analizadas se pueden extraer un conjunto de retos a los que la OEM tendrá de dar respuesta en el corto-medio plazo. Así, la concesión de licencias y permisos para los proyectos de generación eléctrica de mayor envergadura es ajena a los organismos responsables de la gestión marina. Es necesario dejar atrás el enfoque sectorial y progresar hacia modelos integrados que faciliten la coordinación de los usos y la coherencia en la aplicación de las políticas marinas, siguiendo ejemplos como el del Marine Scotland [8]. Otro aspecto a tener en cuenta por la siguiente generación de planes de ordenación marina es la dimensión transfronteriza en materia de redes eléctricas e instalaciones para la generación de energía offshore, sobre todo en las áreas marinas con gran demanda de espacio y confluencia de fronteras como el Mar del Norte o el Mar Báltico. Los nuevos planes deberán materializar los requisitos de la Directiva 2014/89 en forma de objetivos específicos para potenciar la cooperación y los sistemas de gobernanza multinivel a nivel internacional, incorporando los resultados y las lecciones extraídas de los proyectos internacionales y otras iniciativas conjuntas que se desarrollan actualmente [9]. Por último, el uso múltiple del espacio se perfila como opción a considerar por los gestores para optimizar el uso del espacio, reducir conflictos y sacar partido de las sinergias ambientales y económicas generadas por emplazamiento conjunto de instalaciones renovables offshore y actividades como la pesca, la acuicultura e incluso la conservación de zonas naturales [10]. Si bien el concepto ya se ha incorporado como prioridad en planes como el neerlandés, la industrialización de los océanos, y en especial la introducción progresiva de instalaciones para la producción de energía oceánica, harán necesaria la incorporación sistemática de técnicas para la co-localización de usos durante la planificación espacial como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

Referencias

- [1] European Commission, COM(2012) 494 final - Blue Growth, (2012).
- [2] European Commission - Joint Research Centre, NREAPs and progress reports DATA PORTAL, (2017). <http://iet.jrc.ec.europa.eu/remea/nreaps-and-progress-reports-data-portal> (accessed May 6, 2017).
- [3] G. Wright, Ocean Energy: a legal perspective, *J. Ocean Technol.* 8 (2013) 26–32.
- [4] J.M. Barragán Muñoz, Política, gestión y litoral. Una nueva visión de la gestión integrada de Áreas Litorales, Editorial Tebar Flores, 2014.
- [5] C. Ehler, F. Douvère, Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management., Rachel Dah, Paris, 2009. doi:10.5670/oceanog.2010.100.
- [6] A.M. O'Hagan, Marine Spatial Planning (MSP) in the European Union and its Application to Marine Renewable Energy, *Annu. Rep. Implement. Agreem. Ocean Energy Syst.* (2011) 101–109. http://www.ocean-energy-systems.org/ocean_energy/in_depth_articles/msp_in_the_european_union/.
- [7] A. Meiner, Integrated maritime policy for the European Union - consolidating coastal and marine information to support maritime spatial planning, *J. Coast. Conserv.* 14 (2010) 1–11. doi:10.1007/s11852-009-0077-4.

- [8] Scottish Government, Marine Scotland Licensing and Consents manual. Covering Marine Renewables and Offshore Wind Energy Development, Mar. Scotl. (2012) 1–167. <http://www.scotland.gov.uk/Resource/0040/00405806.pdf>.
- [9] S. Jay, F.L. Alves, C. O’Mahony, M. Gomez, A. Rooney, M. Almodovar, K. Gee, J.L.S. de Vivero, J.M.S. Gonçalves, M. da Luz Fernandes, O. Tello, S. Twomey, I. Prado, C. Fonseca, L. Bentes, G. Henriques, A. Campos, Transboundary dimensions of marine spatial planning: Fostering inter-jurisdictional relations and governance, Mar. Policy. 65 (2016) 85–96. doi:10.1016/j.marpol.2015.12.025.
- [10] K.L. Yates, D.S. Schoeman, C.J. Klein, Ocean zoning for conservation, fisheries and marine renewable energy: Assessing trade-offs and co-location opportunities, J. Environ. Manage. 152 (2015) 201–209. doi:10.1016/j.jenvman.2015.01.045.

LA INTERRELACIÓN DE REGÍMENES JURÍDICOS Y LA COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS Y TERRITORIALES

Rodríguez Redondo, Antonio Jesús

Universidad de Huelva, Facultad de Derecho, Grupo DERGO (Derecho Público para la Gobernanza), antonio.rodriguez@dpub.uhu.es

Palabras Clave: protección aguas; gestión integral; directiva aguas; aguas marinas; cooperación transfronteriza

Para la realización de la comunicación se va a utilizar el método inductivo, de tal manera que a partir de lo observado en la tendencia seguida por las normas jurídicas y en la protección requerida a nivel científico de los ecosistemas, se puede llegar a unas conclusiones que permita lograr que los límites que puedan imponerse a través de las normas a la hora de definir ámbitos territoriales de aplicación no sea un obstáculo para la protección del medio marino desde una perspectiva científica. Por lo que instrumentos como el Convenio sobre la contaminación del medio marino producida por buques (en adelante Convenio MARPOL, por sus siglas en inglés) [1], entre otros, no puede ser la única herramienta para la protección de las aguas marinas, dado que no tiene en cuenta otros ámbitos que tienen bastante relevancia. De esta manera el principal objetivo de la presente comunicación es establecer las oportunidades que la interrelación de regímenes jurídicos ofrece para la protección de las aguas territoriales y marinas. Desde esta perspectiva, se ha de considerar dos cuestiones fundamentales, por una parte los ríos son un aporte de agua, sedimentos y contaminantes que finalmente contribuye a la calidad de las aguas marinas y por consiguiente al buen estado de los ecosistemas y por otra parte al hablar de gestión integral de los recursos hídricos se hace referencia a todo el ciclo del agua, evitando de esta manera caer en la tendencia de separar jurídicamente lo que son aguas terrestres de lo que son aguas marinas que conlleva a contradicciones entre regímenes jurídicos que en definitiva deben perseguir un último objetivo, el buen estado de las aguas. Todo ello, se conecta con una de las cinco áreas temáticas de interés de CEIMAR como es la gestión integrada del mar.

De esta manera, la ya derogada Ley de Aguas de 1985 [2] no incluía en el ámbito de aplicación las aguas territoriales y marinas, lo cual supone una regulación jurídica de una parte del ciclo hidrológico, correspondiente a aquellas aguas continentales superficiales así como las subterráneas, no teniendo una base científica para tal limitación. No obstante, se da un cambio de paradigma en el ámbito jurídico respecto de la regulación de este recurso natural, cuyo origen se puede encontrar en primer lugar en el Convenio de Helsinki de 1992 dado que resalta la necesidad de prevenir, controlar y reducir la descarga de sustancias peligrosas en el medio acuático terrestre que puedan causar la contaminación del medio marino. Esta misma cuestión es destacada en la Directiva Marco de Aguas (en adelante DMA) [3], que va a propiciar una armonización de la legislación de los Estados miembros [4] en dicha materia que incluso amplía su objeto, de tal manera que se incluye, además de la protección de las aguas continentales, la protección de las aguas marinas y territoriales (art. 1).

Conseguir los objetivos medioambientales del buen estado ecológico, del buen estado químico, del buen estado cuantitativo o del buen potencial ecológico, dependiendo del tipo de masa de agua de que se trate, en cuencas hidrográficas comprendidas exclusivamente en la jurisdicción territorial de un Estado es difícil pero no plantea problemas a nivel de acciones nacionales que pueden tomarse. Pero en aquellas cuencas hidrográficas que son compartidas por más de un Estado la cuestión puede complicarse, teniendo además en cuenta que nada más que con Portugal se comparten cinco cuencas hidrográficas que representan un área total de 268.500 Km² [5]. De esta manera la DMA introduce el concepto legal de cuenca hidrográfica internacional, para la cual se hace imprescindible recurrir a la cooperación transfronteriza para garantizar que se logran los objetivos ambientales y por consiguiente se produzca una reducción de la contaminación que llega a las aguas costeras. Esta cooperación transfronteriza se da a dos niveles, por un lado entre Estado-Estado

y por otro lado entre entidades subestatales. La primera de ellas es realizada a través de los órganos creados por el Convenio de Albufeira [6] que tiene un enfoque basado en la propia DMA dado que ésta estaba siendo negociada a la vez que dicho convenio, tal como señala A. EMBID [7] y A. SERENO [8]. A través de estos órganos por lo tanto, se intenta de establecer un único plan hidrológico para la cuenca internacional o si no es posible deberá de coordinar los planes hidrológicos que realice cada uno de los Estados.

La segunda de ellas se realiza a través el marco jurídico que proporciona principalmente el Consejo de Europa, el Convenio Marco sobre cooperación transfronteriza [9], que dada su generalidad fue concretado en el caso hispano-luso mediante el Tratado de Valencia [10] el cual apuesta por los convenios de cooperación como instrumento jurídico para intentar dar solución al problema de la contaminación de las aguas desde niveles subestatales. En el caso de andaluz, se concreta con la firma el Convenio de cooperación transfronteriza para la constitución de la Eurorregión Alentejo-Algarve-Andalucía. Desde este nivel se van a realizar acciones tendentes a contribuir a los objetivos ambientales, y que principalmente van a ser financiados a través de los proyectos INTERREG como por ejemplo el Proyecto VALAGUA, que tiene como objetivo la valorización ambiental y la gestión integrada del agua y de los hábitats en el bajo Guadiana. No obstante, según A. SERENO existe una falta de comunicación entre las eurorregiones y los órganos creados por el Convenio de Albufeira [11] lo cual puede conducir a problemas de coherencia en las acciones entre esos dos niveles de acción.

Con todo lo expuesto cabe concluir que los impactos ambientales que se producen en el mar y los océanos no son generados exclusivamente por las actividades que se desarrollan en ellos, sino que aquellas actividades realizadas en tierra que tienen un efecto negativo en la calidad de las aguas y en los ecosistemas vinculados a éstas tienen también un impacto sobre las aguas y los ecosistemas marinos. Es fundamental por ello que la gestión integral incluya todo el ciclo del agua, desde que discurre por la tierra hasta que finalmente se mezcla con el agua salina y por ello el enfoque dado por la DMA es el más correcto, no sólo desde el punto de vista jurídico sino desde el punto de vista científico. Pero o obstante, como muchos de los ríos nacen en un Estado y en su discurrir pueden atravesar o desembocar en otro, se hace necesaria la cooperación transfronteriza que al darse en dos niveles, entre Estado-Estado o bien entre entidades subestatales, se debe garantizar que se establezca una coordinación entre ambos niveles para evitar de esta manera posibles contradicciones que puedan dar lugar a una menor eficacia en el cumplimiento de las normas ambientales sobre la materia. Sólo de esta manera se puede garantizar que las medidas establecidas sobre las cuencas hidrográficas internacionales pueden contribuir a mejorar el estado de las aguas territoriales y marinas.

Referencias

- [1] Convenio para prevenir la contaminación producida por el transporte marítimo internacional, modificado por los Protocolos de 1978 y 1997. España firmó el protocolo de 1978 en Londres el 16 de mayo de 1979 y posteriormente sería publicado en el BOE núm. 249 de 17 de octubre de 1984. Asimismo, se adhiere al Protocolo de 1997 mediante el instrumento de adhesión publicado en el BOE núm. 251 de 18 de octubre de 2004.
- [2] Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. Publicado en BOE núm. 189, de 8 de agosto de 1985
- [3] Directiva 2000/60/CE del Parlamento y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por el que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, DOCE L 327 de 22 de diciembre de 2000.
- [4] Actualmente en España se encuentra vigente el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, publicado en el BOE núm. 176, de 24 de julio de 2001.
- [5] BARREIRA, A.: *La gestión de las cuencas hispano-portuguesas: El Convenio de Albufeira*. Paper presentado en el Panel científico-técnico de seguimiento de la Política de Aguas, Fundación Nueva Cultura del Agua/ Ministerio de Medio Ambiente, Sevilla, 2007, p. 1.
- [6] Convenio sobre la cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas, hecho <<ad referéndum>> en Albufeira el 30 de noviembre de 1998. Publicado en BOE núm. 37, de 12 de febrero de 2000.

- [7] EMBID IRUJO, A.: “La política de aguas y su marco jurídico”, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, núm. 14/2008, p.5
- [8] SERENO ROSADO, A.: *Ríos que nos separan, aguas que nos unen, análisis jurídico de los Convenios Hispano-Lusos sobre aguas internacionales*, Ed. Lex Nova, Valladolid, 2011, p.101
- [9] Convenio Marco Europeo sobre cooperación transfronteriza entre comunidades o autoridades territoriales del Consejo de Europa, hecho en Madrid el 21 de mayo de 1980. Instrumento de ratificación publicado en BOE núm. 248, de 16 de octubre de 1990.
- [10] Tratado bilateral ente el Reino de España y la República Portuguesa sobre cooperación transfronteriza entre entidades e instancias territoriales, hecho en Valencia el 3 de octubre de 2002. Publicado en BOE núm. 219, de 12 de septiembre de 2003
- [11] SERENO ROSADO, A. *op. cit.* p.50

INTEGRATED COASTAL AND OCEAN MANAGEMENT OF AREAS HOSTING CETACEANS: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE STRAIT OF GIBRALTAR AND THE SALISH SEA

Scuderi, Alessia ^(1,2,3); García Sanabria, Javier ⁽¹⁾ Cardoso Martins, Filomena ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Research group on Integrated Coastal Zone Management, Marine and Environmental Science Faculty, University of Cadiz, (Spain), alessia.scuderi1@gmail.com, javier.sanabria@uca.es

⁽²⁾ MMIRC LTD, Marine Mammal Information Research and Conservation, Gibraltar, (United Kingdom)

⁽³⁾ ECOLOCALIZA, Responsible Whale Watching, Environmental Education, Research and Conservation. Campo de Gibraltar (Spain)

⁽⁴⁾ GOVCOPP and CESAM Research Units, Department of Environment and Planning, University of Aveiro, (Portugal), filomena@ua.pt

Palabras Clave: Integrated management, cetaceans, Strait of Gibraltar, Salish Sea, DAPSI(W)R(M), Decalogue method.

The management of marine and coastal areas strongly benefits from a multidisciplinary and adaptive approach to face the many and diverse challenges and processes into place in such complex systems. In fact, a more comprehensive perspective helps overcoming the obstacle of management fragmentation as depicted, for example, in EU Directives (e.g. the Marine Strategy Framework and Maritime Spatial Planning Framework Directives) and in Canadian strategies (i.e. Canada's Oceans Strategy and British Columbia Marine Protected Area Network Strategy).

Here we present our ongoing research programme aimed at investigating the current practices and best practices/guidelines of integrated management in the presence of cetaceans through national and international examples, assessing the services and benefits created by the occurrence of cetaceans and analysing the relationship and interactions between cetaceans and the natural, social and economic systems of the Strait of Gibraltar and the Salish Sea areas. These areas are both multi-boundaries marine spaces characterised by narrow passages, intense anthropogenic activities and host cetacean populations. The Strait of Gibraltar is the unique point of connection between the Mediterranean Sea and Atlantic Ocean encompassing Spanish, Moroccan, and British waters. The Salish Sea in the Pacific Ocean is located between Vancouver Island (British Columbia, Canada) and Washington State (U.S.A.) and includes Canadian and U.S.A. waters. This research focuses specifically on Whale Watching (WW) activities, considering its strong presence in both study areas, its positive economic impact as well as the potential detrimental effects that such activities could have on cetaceans when not carried out in a responsible way. In 2008 alone, an estimated 13 million WW tourists worldwide have contributed a total of \$2.1 billion USD with 13,000 people employed in this sector in 119 countries. In the decade between 1998 and 2008 a significant 11% and 4,2% annual increase in the number of WW customers have been reported for Spain and the Salish Sea, respectively [1].

The links between natural, social and economic systems in both areas are being evaluated through a combination of the two methodologies DAPSI(W)R(M) [2] and Decalogue method [3]. Both approaches are primarily implemented, but not limited to, the relations between cetaceans and the WW industry. By using the DAPSI(W)R(M) approach we consider (1) the Drivers of basic needs; (2) the Activities required by these needs; (3) the Pressures determined by these activities; (4) whether or not these pressures have led to Changes of the status of natural systems and human Welfare; and (5) which are the Responses and Measures put into place to mitigate these impacts. Policies, legal frameworks, institution and jurisdiction, management

tools and trainings, economical resources, knowledge and research, education on sustainability and public participation are, moreover, investigated through the Decalogue methodology.

In this study interviews using semi-structured and structured questionnaires addressed to WW operators and their customers, alongside dedicated questionnaires for experts of the areas, as well as in situ observations, requests of information, analysis of public and institutional official documents and workshops, are being carried on in both areas. The questionnaires directed to WW customers are organised in 4 different sections to investigate their interest on and knowledge of WW activities, their perception of the conservation status of the area and of the cetaceans hosted therein, the contribution to the economy of the areas through their purchases and expenditures. Experts and WW operators of the Strait of Gibraltar and the Salish Sea are interviewed on drivers, activities and pressures, changes of the status, impacts on welfare and responses to impacts. The questionnaire directs to the experts also investigated in depth their knowledge on policies, legal framework, institution and jurisdiction, management tools and trainings, economical resources, knowledge and research, education on sustainability and public participation.

In addition, the status of cetacean populations occurring in the Strait of Gibraltar is also being monitored in strict collaboration with local WW operators and by using opportunistic platforms and data. In this context, the WW companies TURMARES, based in Tarifa (Spain), and Dolphin Adventure, based in Gibraltar (UK), with Marine Mammal Information, Research & Conservation (MMIRC Ltd - <https://www.mmirc.com>), have signed an agreement for the investigation, conservation and management of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Strait of Gibraltar. Furthermore, a monitoring programme of cetaceans, supported by the Fundació Baleària and of MMIRC Ltd., is regularly carried out through surveying fixed transects using ferries as platforms of opportunity on the routes Algeciras – Tanger Med and Algeciras – Ceuta. Finally, opportunistic data on the presence of cetaceans collected during the sea bird monitoring programs RAM (*Red de observación de Aves y Mamíferos Marinos* - <http://redavesmarinas.blogspot.ca>) and those contributed by the Foundation MIGRES (<http://www.fundacionmigres.org>) are also being used as an integral part of our research activities towards a better understanding of the presence and distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar.

A dialogue-based, multi-disciplinary approach and processes in tandem with monitoring programmes are pivotal to build collaborations and strengthen cooperation between the actors operating in the Strait of Gibraltar (i.e. WW companies, research groups, foundations and universities). With the development of our approach and through the methodologies applied within we aim at contributing for a better understanding of the complex natural, social and economic systems studied, and with suggestions and guidelines, encouraging ecotourism and whale watching good practices, towards a sustainable management strategy of the Strait of Gibraltar and the Salish Sea.

Referencias

- [1] Whale Watching Worldwide. Tourism numbers, expenditures and expanding economic benefits. A special report from IFAW – the International Fund for Animal Welfare, Yarmouth MA, USA, prepared by Economists at Large, 2009.
- [2] M. Elliott, D. Burdon, J.P. Atkins, A. Borja, R. Cormier, V.N. de Jonge and R.K Turner. “And DPSIR begat DAPSI(W)R(M)!” - A unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*. 118, 1-2 (2017) 27-40.
- [3] Las Comunidades Autónomas y la Gestión Integrada de las Áreas Litorales de España. Proyecto Red Española de Gestión Integrada de Áreas Litorales REGIAL. Cádiz, 2011.

Agradecimientos

Thanks to the MMIRC’s crew, to the ECOLOCALIZA association, to Lauren McWhinnie and JAEB, to the CORAL lab and to the University of Cádiz. A special thanks to the Erasmus programme KA102 SMS 2016/7 and *Ayudas de movilidad UCA - Internacional 2016/17 -2017/18*.

COOPERACIÓN HISPANO-MARROQUÍ EN MATERIA DE SEGURIDAD MARÍTIMA, ESPECIAL REFERENCIA A LA COORDINACIÓN CONJUNTA SAR

Siham, Zebda
siham.zebda@uca.es
Universidad de Cádiz

Palabras Clave: Seguridad marítima, zonas SAR, España, Marruecos, inmigración irregular.

Abstract

La cooperación entre España y Marruecos en materia de seguridad marítima, se considera una de las más importantes en el marco de las relaciones entre estos dos países vecinos, tanto a nivel bilateral como multilateral.

Una de las herramientas para esa cooperación se refleja en materia de la búsqueda y salvamento marítima.

Los dispositivos nacionales de búsqueda y salvamento marítimo (SAR) establecidos por los Estados que ratificaron el Convenio SAR de 1979 se consideran un importante sistema internacional para la seguridad marítima. España y Marruecos ratificaron el Convenio SAR y crearon sus dispositivos nacionales SAR que tienen por misión nacional, regional e internacional, el rescate de vidas humanas en el mar.

España, a través del Centro Nacional de Coordinación de Salvamento de Madrid, y Marruecos, a través de le Centre de Coordination du Sauvetage Maritime de Bouznika se lleva a cabo la organización operacional de las misiones SAR. Estos centros cooperan entre sí y desarrollan actividades conjuntas para búsqueda y salvamento de vidas humanas en el mar.

Una de las misiones fundamentales de estos dispositivos es la búsqueda y rescate de inmigrantes irregulares en las zonas SAR establecidas por España y Marruecos.

Ahora bien, ¿En qué consiste la cooperación entre España y Marruecos en materia de seguridad marítima? ¿Cómo se desarrolla la coordinación conjunta hispano-marroquí de operaciones SAR? ¿Es eficaz esa herramienta, principalmente para la búsqueda y rescate de inmigrantes irregulares? Son algunas de las cuestiones que intentaremos contestar en esta comunicación.

PRÁCTICAS, DISCURSOS Y APROPIACIONES EN SOCIEDADES LITORALES ESTUARIO DEL RÍO MAULLÍN – REGIÓN DE LOS LAGOS – CHILE Y ESTUARIO DEL RÍO GUADALQUIVIR – PROVINCIA DE SEVILLA – ESPAÑA

Stuardo Ruiz, Galicia
Universidad Austral de Chile
galiana23@gmail.com

Palabras Clave: Estuario, Maullín, Guadalquivir, gestión integrada.

La práctica no es solo el ejercicio de la acción, el discurso no es solo la palabra pronunciada y la apropiación no es solo la posesión material.

Prácticas, discursos y apropiaciones son una presencia dinámica que se expresa en la construcción del territorio, mismas que se complejizan a medida que las sociedades que les dan vida las combinan en redes, identidades e intereses a tal grado de intensidad que alcanzan la matriz misma del territorio habitado^[1]

En esta línea, es importante destacar la función de los estuarios como hábitats críticos para muchas especies de peces que nacen río arriba, así como su alta capacidad asimilativa debido a que las plantas, bacterias y animales que se encuentran en ellos descomponen y reciclan rápidamente la materia orgánica, lo que permite su alta productividad. Dicha importancia, tanto para el territorio como para este estudio, se basa en la dependencia de uso de recursos y su impacto en las comunidades costeras que se han asentado allí básicamente por la existencia de un río.

En Chile, en el estuario del río Maullín, confluyen diversas actividades, entre las que destacan: pesca artesanal, concesiones marítimas para cultivo de pelillo y extracción de oro. Usos ancestrales culturales y religiosos de las comunidades indígenas Mapuche Williche (entre los más importantes), todas con influencia en la actividad económica y productiva ligada al estuario y litoral de las caletas de Quenuir, Lepihue y Maullín. Como consecuencia de estas relaciones el estuario del río Maullín configura un devenir complejo a raíz de la presencia de diversos actores que tensionan el territorio, demandando cada uno sus prioridades e intereses, presionando sobre los recursos comunes y produciendo la emergencia continua del conflicto por uso y aprovechamiento de los recursos asociados a él. Por otro lado en España, el río Guadalquivir es parte de un territorio compartido entre miles de personas y actividades productivas, que van desde la pesca artesanal, la agricultura intensiva y extensiva, hasta los espacios protegidos. Como efectos de estas relaciones el estuario y sus marismas se ven cada vez más presionados por las relaciones de poder y apropiación que cada implicado individual y comunitario demanda del territorio y sus recursos.

En este plano, la gestión aparece como un elemento del autogobierno de las comunidades, se trata de asumir que la gestión para ser integrada tiene que ofrecer más que su cara administrativa y se enfrenta por tanto a una de acción colectiva. En este plano hablamos de las relaciones mismas y de cómo los actores locales, institucionales y comunitarios maniobran para alcanzar sus propósitos y transitan por las transformaciones que impone la gestión del territorio y sus especies convertidas en recursos.

¹ En el sentido de Godelier M. 1989. El territorio es el espacio que una sociedad reivindica como el lugar donde sus miembros han encontrado permanentemente las condiciones y los medios materiales de existencia y lo que reivindican al apropiarse de un territorio es el acceso, el control y el uso, tanto respecto a las realidades visibles como a las potencias invisibles que lo componen, entre las que parece estar repartido el dominio de las condiciones de su reproducción y de los recursos de que dependen.

Teniendo esto presente este trabajo busca describir y caracterizar prácticas, discursos y apropiaciones que las sociedades litorales de ambos estuarios despliegan en sus modos de relacionarse con el territorio que habitan.

Para cumplir este propósito se desarrollará una estrategia de investigación comparativa entre ambos estuarios, fundamentalmente en el plano de sus relaciones económicas, sociales y con la naturaleza.

En este contexto conviene destacar los referentes teórico metodológicos en los que se inscribe esta investigación. Para ello lo primero es pensar el estudio del litoral estuarino en relación a las prácticas, discursos y apropiaciones que despliegan sus comunidades, situándose de lleno en la línea del discurso y la cultura, así como también lo hace la ecología política concibiendo a la naturaleza como una construcción social y campo en tensión, debido a su construcción discursiva, elementos relativos al ámbito del poder y lo político [2,3]. Una segunda línea en relación a la economía ecológica que aborda el problema del intercambio ecológico y socialmente desigual de las especies convertidas en productos y mercancías [4,5]. Finalmente una tercera vinculada al gobierno de los bienes comunes y la acción colectiva como forma de establecer una cooperación más allá de la privatización como opción del mercado, o la administración del estado en la gestión de los bienes comunes [6].

Para ello se analizará bibliografía especializada, normativa de ordenación y planificación territorial de ambos países y regiones, además de trabajo etnográfico en el que se aplicaran entrevistas semi estructuradas a sujetos clave de cada territorio. El número de la muestra se determinará por saturación de la información.

Objetivos

- Conocer las formas de organización de pescadores artesanales que desarrollen su actividad en los litorales estuarinos de los ríos Maullín y Guadalquivir.
- Identificar las prácticas y discursos de apropiación (material o no) de los recursos/especies más relevantes que desarrollan las comunidades litorales del río Maullín y Guadalquivir.
- Describir e identificar las relaciones que han establecido con la institucionalidad pública en la administración de ambos estuarios.
- Describir e identificar las respuestas que los pescadores artesanales y sus organizaciones han generado ante las presiones derivadas del mercado y la industrialización de la pesca en el territorio que habitan.

Este trabajo se trata de una investigación en curso, por esta razón no es posible incluir resultados aún. En este momento se está desarrollando la etapa etnográfica y aplicando el instrumento de investigación en el Río Guadalquivir. La etapa metodológica en Chile ya se realizó. Se contará con los resultados a la fecha del congreso.

Referencias

- [1] Lo ideal y lo material: pensamiento, economías, sociedades. Editorial Taurus. Godelier, Maurice 1989.
- [2] Leff, Enrique. La Ecología Política en América Latina: un campo en construcción. Sociedade e Estado, Brasília, 18, (2003) 17-40.
- [3] Leff, Enrique. Decrecimiento o Deconstrucción de la Economía: Hacia un Mundo Sustentable. Polis 21, (2008).
- [4] El Ecologismo de los pobres. Editorial Icaria, Martínez-Alier, Joan, 2009.
- [5] Martínez-Alier J. Macroeconomía ecológica, metabolismo social y justicia ambiental RHA, 9 (2011), 149-168.
- [6] El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. Fondo de cultura económica. 2^o edición 2015. Ostrom, Elinor.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS Y EMISIONES DE ESCAPE DEL TRÁFICO MUNDIAL DE BUQUES CRUCEROS A PARTIR DE DATOS AIS

Vicente-Cera, Isaías; Acevedo-Merino, Asunción; López-Ramírez, Juan Antonio;
Nebot, Enrique

Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Facultad de Ciencias del Mar y
Ambientales. INMAR-CEIMAR. Universidad de Cádiz. Isaías.vicente@uca.es

Palabras Clave: Crucero, AIS, agua residual, emisiones de escape, CO₂, presión medioambiental.

La industria del turismo de cruceros ha experimentado en todo el mundo un importante crecimiento en los últimos años en términos de nuevos pasajeros y flota. Esto la ha llevado a convertirse en una parte importante del sector turístico con un creciente proceso de popularización y una enorme importancia como factor económico en todo el mundo. Además, la industria de cruceros moderna es también uno de los ejemplos más destacados de la globalización, con más y más puertos y destinos en todo el mundo cada año. En consecuencia, los principales impactos ambientales de esta actividad deben ser abordados científicamente: emisiones de CO₂ por consumo de combustible, aguas residuales, producciones de desechos, etc. La Organización Marítima Internacional (OMI) es la agencia especializada de la ONU responsable de la seguridad, protección de la navegación y la prevención de la contaminación del mar por los buques. El Convenio internacional de la OMI para la seguridad de la vida humana en el mar obliga a cualquier buque de pasaje, incluidos los cruceros, a utilizar el AIS (sistema de identificación automática, de sus siglas en inglés) a bordo. El AIS proporciona información útil para la navegación: como el número de identificación, la posición, la velocidad y el rumbo de los buques entre otros. En este trabajo, se ha utilizado el AIS para evaluar los aspectos ambientales relacionados con el tráfico de cruceros a lo largo de sus rutas. La metodología propuesta utiliza datos AIS (2015), informes de agencias ambientales y de empresas, rutas de buques y bases de datos de Autoridades Portuarias para evaluar los impactos ambientales de la flota mundial de cruceros en los mares y océanos. Integrando estas bases de datos, se han desarrollado diferentes índices innovadores que ayudan a evaluar las interacciones ambientales de la flota mundial de cruceros. Los principales resultados obtenidos a partir de la metodología propuesta, muestran que, la flota mundial de cruceros produce 29,518 kt · año⁻¹ de CO₂ y 46,55 hm³ · año⁻¹ de aguas residuales, entre otras emisiones y residuos encontrados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio Español de Economía y Competitividad-FEDER. Proyecto AVANTE [CTM2014- 52116-R, 2014].

PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS MARINOS EN EL OCÉANO GLOBAL

Viejo Marín, Josué ⁽¹⁾; Cózar Cabañas, Andrés ⁽²⁾

⁽¹⁾ Alumno predoctoral de la Universidad de Cádiz, departamento de Biología;
josue.viejomarin@alum.uca.es

⁽²⁾ Profesor Titular de la Universidad de Cádiz, departamento de Biología;
andres.cozar@uca.es

Palabras Clave: Residuos marinos, Plásticos, Contaminación.

Introducción

Resulta muy significativo que el hombre haya inundado con residuos plásticos todos los océanos con solo unas décadas. La contaminación marina por plásticos es uno de los asuntos que mejor ilustra la capacidad del hombre para modificar la apariencia y composición del planeta. La acumulación de basuras en el medio marino es una de las principales y crecientes amenazas sobre el buen estado ecológico de los océanos. Los residuos plásticos constituyen la mayoría de los desechos marinos, típicamente a niveles entre 60% y el 80% de los desechos totales ¹. Diversos trabajos muestran la existencia de altas concentraciones de residuos plásticos, de diversidad de tamaños, flotando en amplias regiones del océano ². Sin embargo, la totalidad de la concentración de plásticos en el océano no se halla en superficie, sino que existen mecanismos, a gran escala, que retiran de forma eficiente plástico de la superficie, llevando a la acumulación de plásticos en fondos y costas entre otros reservorios marinos ³ interacting with its atmosphere, cryosphere, land, and biosphere to produce planetary conditions. It also directly influences human welfare through the provision and transport of food and resources, as well as by providing cultural and economic benefits. The Ocean also contributes to human welfare indirectly through the regulation of atmospheric gas content and the distribution of heat and water across the planet. This chapter examines the extent to which regional changes to the Ocean can be accurately detected and attributed to anthropogenic climate change and ocean acidification, building on the conclusions of Chapter 6, which focuses on the marine physiological and ecological responses to climate change and ocean acidification. Detailed assessment of the role of recent physical and chemical changes within the Ocean to anthropogenic climate change is provided in WGI AR5 (particularly Chapters 2, 3, 13, and 14. Estos mecanismos hacen que la superficie pueda contener menos del 1% de todo el plástico que se estima acumulan mares y océanos ². Existe además gran incertidumbre acerca de los posibles efectos de la contaminación marina por plásticos a nivel ecosistémico ⁴ o incluso sobre la salud humana ⁵. Así se ha documentado que la biota ⁵ puede interactuar con el plástico, ya sea a través de la ingesta de los mismos o a través de otros mecanismos con el enredamiento. Invertebrados de consumo humano, como mejillones, también ingieren y acumulan fragmentos de plástico ⁶ including resin pellets, fragments and microscopic plastic fragments, contain organic contaminants, including polychlorinated biphenyls (PCBs).

La dimensión de la problemática de la contaminación por plásticos abarca desde aguas superficiales hasta los fondos oceánicos más profundos. Asimismo, y aun existiendo una clara trasferencia de residuos entre los sistemas oceánicos, la mayoría de los estudios focalizan sus esfuerzos en describir la distribución y almacenamiento de residuos en un único compartimento oceánico. Este tratamiento generalmente parcial del problema se une a dos limitaciones más. Primero, las metodologías de muestreo y análisis son altamente dependientes del tipo de ecosistema o compartimento considerado. En fondos someros, por ejemplo, a menudo se realizan los muestreos con buzos, en zonas profundas se emplean buques oceanográficos con arrastreros ⁷ from beaches to the most remote points in the oceans. On the seafloor, marine litter, particularly plastic, can accumulate in high densities with deleterious consequences for its inhabitants. Yet, because of the high cost involved with sampling the seafloor, no large-scale assessment of distribution patterns was available to date. Here, we present data on litter distribution and density collected during 588 video and trawl surveys across 32 sites in European waters. We found litter to be present in the deepest areas and at locations as remote from land as the Charlie-Gibbs Fracture Zone across the Mid-Atlantic Ridge. The highest

litter density occurs in submarine canyons, whilst the lowest density can be found on continental shelves and on ocean ridges. Plastic was the most prevalent litter item found on the seafloor. Litter from fishing activities (derelict fishing lines and nets y/o vehículos por control remoto (ROV) ⁸. En estos casos, el tipo de información puede variar de forma importante (ej. área muestreada, tamaño mínimo muestreado, eficiencia de recolección), lo que dificulta la comparación de resultados. La segunda limitación es debida a que existe gran diversidad metodológica en relación a la clasificación de los residuos, donde en ocasiones únicamente se realiza una clasificación en función del material constituyente (plástico, madera, metal, etc.) u otras por tipología (botellas, latas, envases, bolsas, etc.), sin existir un consenso en cuanto a unas tipologías definidas. Todo esto provoca que exista una enorme heterogeneidad en los datos publicados, dificultando enormemente su comparabilidad y la obtención de una evaluación amplia y multi-ecosistémica de la problemática que están ocasionando los residuos marinos.

Es en la variabilidad de información, su falta de armonización, y dificultades de integración donde se enmarca el objetivo final de esta comunicación.

Objetivo general del proyecto

El objetivo principal del proyecto plantea realizar un estudio sobre la distribución y acumulación que presentan los residuos marinos teniendo en cuenta la profundidad a la que se encuentran y su distancia a costa, así como desvelar el principal factor causante de la acumulación de los residuos marinos.

La hipótesis inicial plantea que el principal factor de acumulación de residuos plásticos marinos está directamente relacionado con la población que habita en las costas, así como al nivel económico y de desarrollo socio-turístico de los países. Sin embargo, cabe la posibilidad de que la explicación del comportamiento de los patrones de acumulación de plásticos se deba a otra serie de variables (corrientes oceánicas, posición latitudinal, etc.). Así pues, es esperable una mayor cantidad de residuos cerca de costa o en profundidades someras, que irá en decremento a medida que la distancia o la profundidad aumenten.

Metodología

Tras la recopilación de bases de datos disponibles en la literatura científica, plataformas de asociaciones no gubernamentales (ciencia ciudadana) y programas de dirección nacional y supranacional (OSPAR, Marine LitterWatch, etc.) se llevó a cabo un proceso de armonización y estandarización de las distintas bases de datos por ecosistemas, localización, profundidad y rango de tamaños. El resultado final fue la construcción de una base de datos comprehensiva y global bajo un formato común, aplicando una metodología de escrutinio base sobre la que se le iba añadiendo los datos conforme a su estructura establecida. Seguidamente, para llevar a cabo la integración de información y evaluación del grado de contaminación en los distintos sistemas estudiados, se realizó la estandarización en base a una única unidad de medida de densidad, en este caso, unidades de número de residuo por área muestreada (ej. Item plástico·Km⁻²). En estudios futuros, la concentración vendrá dada en unidades de masa por área muestreada (ej. Kg de residuo·Km⁻²) para mayor comparabilidad. Finalmente, y para ver la relación entre la población y la acumulación de residuos, se usaron datos de densidad poblacional procedentes del LandScan en una franja de 50 Km. Dicha relación se diferenció en varias regiones del planeta, como la zona Mediterránea o la Indonésica.

Resultados y discusión

Los primeros resultados evidenciaron una clara tendencia: la concentración de residuos presenta una relación exponencial inversa en función a la profundidad oceánica (Figura 1). Aparentemente, esto es en parte debido a que los residuos más voluminosos, y por tanto más pesados, sedimentan y se acumulan en los fondos marinos cercanos de las costas, en profundidades relativamente someras. Los residuos plásticos de baja densidad pueden ser arrastrados por las corrientes y fenómenos mareales hasta áreas alejadas de costa. Por otra parte, las actividades marítimas suponen una fuente adicional significativa de residuos en zonas profundas.

En cuanto a la población como principal factor que describe la acumulación de residuos marinos no se llega a apreciar ningún comportamiento o tendencias claras (Figura 2). Es posible que su efecto quede enmascarado por la influencia de otros eventos o fenómenos de carácter natural.

Finalmente, cabe destacar diferencias significativas entre las distintas regiones del planeta en cuanto a concentración y tipología de residuos predominantes.

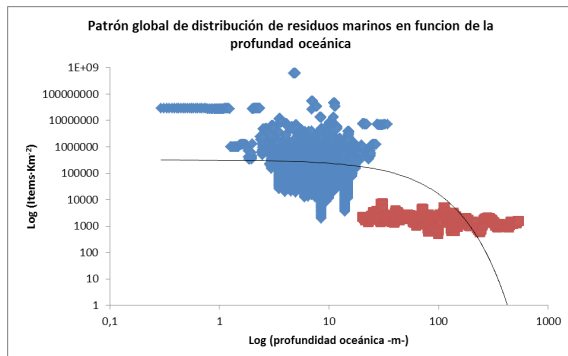


Figura 1: Patrón global de la concentración de residuos marinos en función de la profundidad. Puntos azules indican a zonas de profundidad somera y los puntos rojos a zonas profundas.

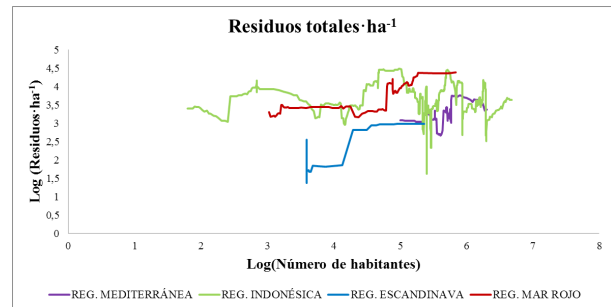


Figura 2: Representación de diagrama de dispersión de la concentración de residuos respecto a la densidad de población.

Referencias

- [1] Derraik JGB. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar Pollut Bull.* 2002;44(44):842-852. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V6N-46MD4CM-1&_user=4423&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1131504578&_rerunOrigin=scholar.google&_acct=C000059605&_version=1&_urlVersion=0&_userid=4423&md5=a8cb92.
- [2] Cózar A, Echevarria F, Gonzalez-Gordillo JI, et al. Plastic debris in the open ocean. *Proc Natl Acad Sci.* 2014;111(28):10239-10244. doi:10.1073/pnas.1314705111.
- [3] Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR. Plastic waste inputs from land into the ocean. *sc.* 2015;(January):1655-1734. doi:10.1017/CBO9781107415386.010.
- [4] Sussarellu R, Suquet M, Thomas Y, et al. Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. *Proc Natl Acad Sci.* 2016;113(9):2430-2435. doi:10.1073/pnas.1519019113.
- [5] Rochman CM, Tahir A, Williams SL, et al. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci Rep.* 2015;5(1):14340. doi:10.1038/srep14340.
- [6] Teuten EL, Saquing JM, Knappe DRU, et al. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2009;364(1526):2027-2045. doi:10.1098/rstb.2008.0284.
- [7] Pham CK, Ramirez-Llodra E, Alt CHS, et al. Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins. *PLoS One.* 2014;9(4). doi:10.1371/journal.pone.0095839.
- [8] Buhl-Mortensen L, Buhl-Mortensen P. Marine litter in the Nordic Seas: Distribution composition and abundance. *Mar Pollut Bull.* 2017;125(1-2):260-270. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.08.048.

2.3. El mar como fuente de recursos



SURRÓN: SUPERVIVENCIA DEL TIBURÓN

Barragán-Méndez, Cristina ⁽¹⁾; Sánchez-García, Josefina ⁽²⁾; Sobrino, Ignacio ⁽³⁾;
Mancera, Juan Miguel ⁽¹⁾; Ruiz-Jarabo, Ignacio ^(*1)

⁽¹⁾ Departamento Biología, Facultad Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz (UCA), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR)

⁽²⁾ Departamento Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Facultad Ciencias, UCA, CEI-MAR

⁽³⁾ Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Cádiz

*email: ignacio.ruizjarabo@uca.es

Palabras Clave: Tiburones, Mortalidad, Pesca, Fisiología

En el Golfo de Cádiz hay una pesquería de arrastre de fondo donde se capturan tiburones demersales. Teniendo en cuenta que la captura se realiza bajo las mismas condiciones para todas las especies, el presente trabajo busca comprender las diferencias de mortalidad entre ellas. De ese modo, se ha realizado una aproximación holística, empleando diferentes herramientas para comprender por qué unas especies de tiburones mueren más que otras tras la pesca de arrastre.

Los condriictios carecen de vejiga de los gases, por lo que se puede descartar una muerte debida a procesos bruscos de descompresión de la misma. Al ser peces cartilaginosos, la estructura corporal se mantiene por el músculo esquelético. Por tanto, nuestra primera hipótesis es que aquellas especies con un músculo más robusto presentan tasas de supervivencia mayores.

Por otro lado, se ha descrito que los procesos de estrés post-captura desencadenan una serie de respuestas fisiológicas, tales como cambios en el balance osmótico, producción de lactato y el incremento de potasio en plasma [1]. Se postula que altos niveles de potasio pueden ocasionar la muerte de peces severamente estresados [2] debido a desequilibrios del músculo cardíaco [3].

El corazón de los condriictios tiene una producción endógena de noradrenalina (la principal catecolamina en este taxón) en el seno venoso [4], además de la producción normal en el tejido cromafín. De este modo, altos niveles de potasio en sangre pueden afectar directamente a los cardiomiocitos mediante el desacople del proceso de excitación-contracción, o mediante la liberación de catecolaminas desde el seno venoso o el tejido cromafín, las cuales provocan cambios en la frecuencia cardíaca y pueden llevar al colapso del corazón.

Durante una serie de campañas oceanográficas de arrastre de fondo, lideradas por el Instituto Español de Oceanografía (IEO), se evaluaron las tasas de mortalidad de diferentes tiburones, y se tomaron muestras de músculo y plasma sanguíneo. Las especies estudiadas fueron *Scyliorhinus canicula*, *Squallus blainville*, *Mustelus mustelus*, *Heptranchias perlo*, *Galeus atlanticus*, *G. melastomus*, *Etmopterus spinax* y *Deania profundorum*. Se realizó un perfil de texturas del músculo abdominal y se analizó el contenido de agua en el mismo. En plasma sanguíneo se analizaron una serie de parámetros relacionados con las respuestas secundarias al estrés. También se realizaron incubaciones *ex vivo* de corazón de *S. canicula* para testar el efecto del potasio y las catecolaminas sobre la frecuencia cardíaca.

El perfil de texturas en músculo arrojó unos resultados inesperados, pues no se encontró relación alguna entre los parámetros analizados y la mortalidad de los condriictios capturados mediante red de arrastre en el Golfo de Cádiz (Figura 1A). Sin embargo, se encontró que el contenido de agua en músculo sí presenta una relación directa con la mortalidad (Figura 1B). Se sabe que procesos de estrés en vertebrados provocan desequilibrios osmóticos, como la deshidratación muscular. Este dato nos lleva a pensar que altas tasas de mortalidad en condriictios pueden ser debidas a desiguales respuestas al estrés en estas especies.

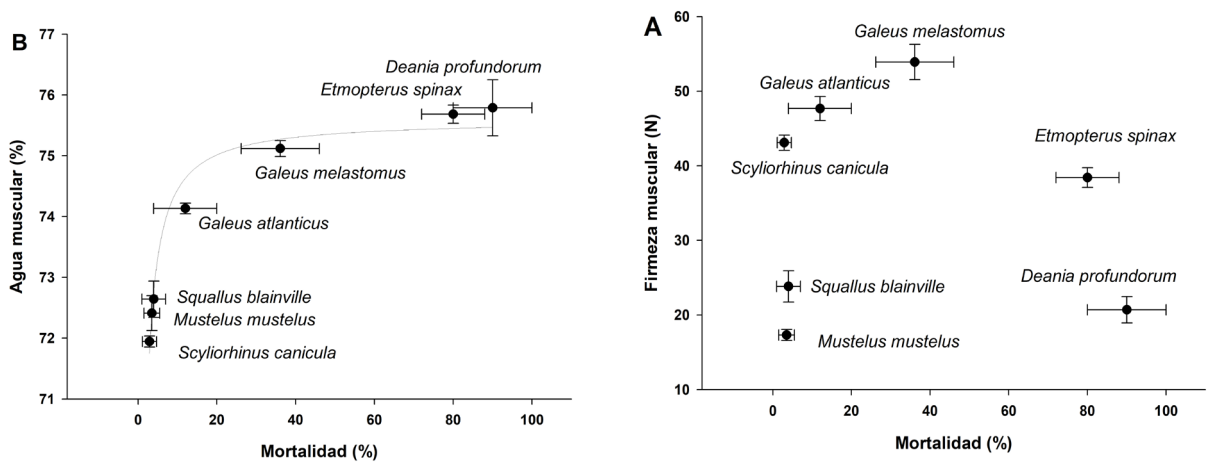


Figura 1. Tasas de mortalidad frente a firmeza (A) y contenido de agua (B) en músculo de varias especies de tiburones capturados mediante red de arrastre de fondo en el Golfo de Cádiz (España). Los valores vienen dados por la media \pm ESM.

Esta hipótesis es confirmada por los niveles de potasio en plasma, única variable analizada que guarda relación directa con la mortalidad, (Figura 2).

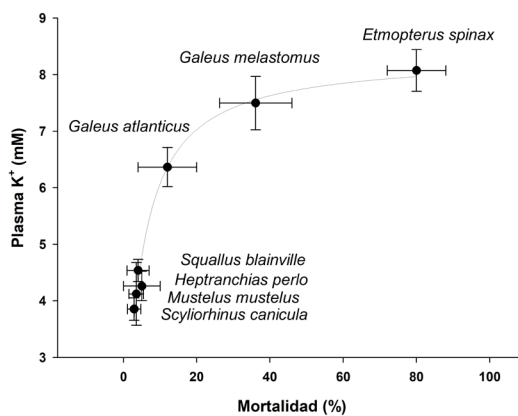


Figura 2. Tasas de mortalidad frente a concentración de potasio en plasma de varias especies de tiburones capturados mediante red de arrastre de fondo en el Golfo de Cádiz (España).

Los resultados obtenidos nos hicieron probar si el potasio influye directamente en la frecuencia cardiaca de uno de estos condriictios, o si la posible miocardiopatía viene dada por la acción indirecta de este ión al liberar catecolaminas. Los experimentos *ex vivo* de corazón de *Scyliorhinus canicula* muestran que el potasio por sí mismo no afecta a la frecuencia cardiaca (manteniendo unas 49 pulsaciones por minuto). Por tanto, descartamos las hipótesis de que el potasio afecte directamente a los miocardiocitos, así como que induzca la liberación de catecolaminas endógenas en el corazón.

Este estudio sienta las bases para el conocimiento de las causas fisiológicas de la muerte de tiburones tras episodios de captura. Habría que realizar más estudios, con más especies y con diferentes artes de pesca, para poder tener una visión general de los procesos de estrés que más afectan a estas especies.

Agradecimientos

Este estudio se ha financiado en parte por el Proyecto SUREDEPAR (Fundación Biodiversidad, MAPAMA). Gracias al IEO de Cádiz y a la tripulación del B/O Miguel Oliver por su generosidad y disposición.

Referencias

- [1] L.H. Frick, R.D. Reina, T.I. Walker, J. Exp. Bio. Eco. 385 (2010) 29-37.
- [2] L.H. Frick, R.D. Reina, T.I. Walker, Fish. Res. 106 (2010) 344-350.
- [3] F.F. Martini, in Effects of capture and fasting confinement on *S. acanthias*. Cornell Univ., NY, 1974, p. 208.
- [4] S. Saetersdal, E. Sorensen, R. Myklebust, K.B. Helle, Cell. Tiss. Res. 163 (1975) 471-490.

EVALUATION OF MICROALGAE BIOMASS OF *NANNOCHLOROPSIS GADITANA*, *PYROCYSTIS LUNULA* AND *ARTHROSPIRA PLATENSIS* AS A POTENTIAL SOURCE OF SUGARS AND POLYALCOHOLS, IN THE CONTEXT OF THE “CIRCULAR ECONOMY”

Carrasco, Rafael ⁽¹⁾; Fajardo, Carlos ⁽¹⁾; Carrera, Ceferino ⁽¹⁾; Palmira Guarnizo ⁽²⁾;
A. Vallejo, Roberto ⁽³⁾; Fernandez-Acero, Francisco J. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Microbiology Laboratory, Institute for Viticulture and Agri-food Research
(IVAGRO), University of Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Spain

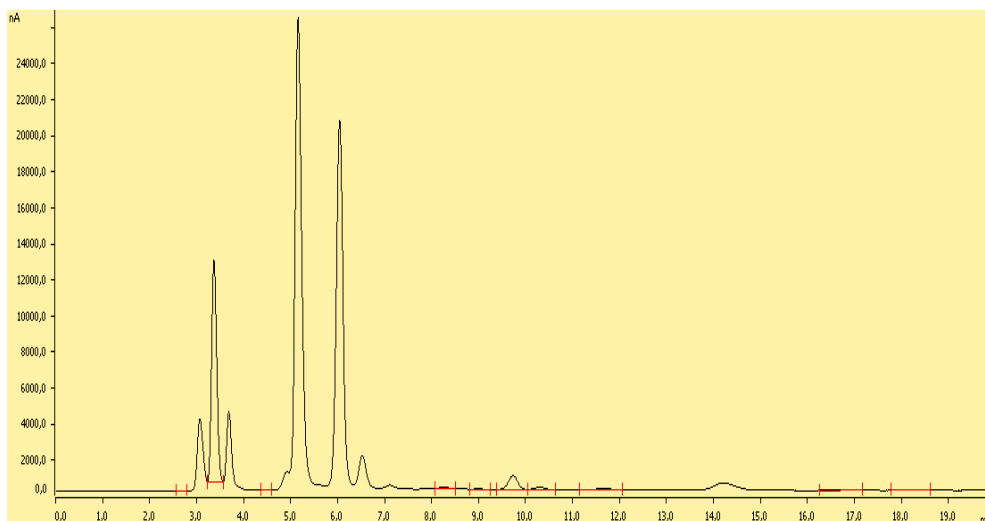
⁽²⁾ Novatecia, Planta I+D de microalgas-UPT Litoral, Carboneras, Almería

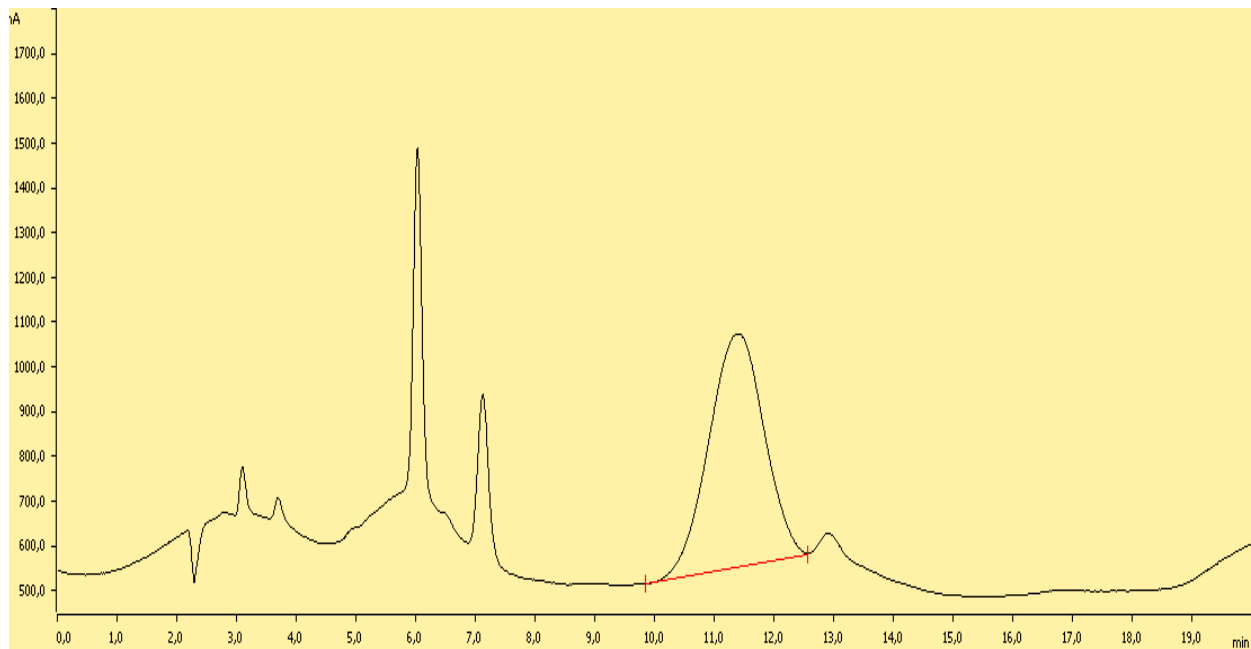
⁽³⁾ Research Project Manager of Innovation Department (Endesa Generación, S.A.)

Palabras Clave: Microalgae1, Bluegrowth2, Carbohydrates3, Circular economy4.

In this study we explore the production of sugars and polyalcohols from three species of microalgae in the context of the EU Blue Growth initiative (“circular economy”). Using both fresh and atomized samples [1] different extraction methods were assayed and the saccharides analyzed by HPLC. *Nannochloropsis gaditana* presented a high content of carbohydrates and polyalcohols, especially glucose and mannitol, whereas *Arthrospira platensis* showed moderate diversity of carbohydrates and lower concentration; *Pyrocystis lunula* was the least interesting species in terms of carbohydrate diversity and concentration. Thus *N. gaditana* is considered a promising species as a source of carbohydrates from the sea. This finding may open new routes for the commercial exploitation of microalgae biomass as a completely novel raw material for industry. Some of the particular carbohydrates identified are used principally in high quality food production and in medicine. Microalgae are potentially positioned as an alternative and environmentally-friendly source of these carbohydrates [2].

The identification of compounds was made by comparison of retention times with pure standards. A stock solution of standards was prepared by dissolving different concentrations of selected carbohydrates in ultrapure water. The correlation coefficient (R²) was greater than 0.999 in all cases.





The best results were shown by Atomized *N. gaditana* samples, which showed a higher saccharide concentration with mechanical lysis than with ultrasonic lysis, for Glycerol (36573 versus 25418 ppm), whereas the concentration was lower with mechanical lysis than with ultrasonic lysis, for: Glucose (20391 versus 29326 ppm), Galactose (1781 versus 2588 ppm), Fructose (238 versus 349 ppm), Maltose (1855 versus 2139 ppm), Inositol (1844 versus 2554 ppm), and Mannitol (44498 versus 62724 ppm).

Our results show that microalgae offer a variety of important carbohydrates. After quantifying the total carbohydrates, 20 different mono-saccharides, di-saccharides and polyalcohols were individually quantified. Given the concentrations and varieties of carbohydrates found in microalgae, the way is now open for the use of the extracted sugar in different production processes, particularly in the food and biopharmaceutical industries. The composition of

polyalcohols was also studied and quantified. These polyalcohols are widely used in medicine for the treatment of many human diseases. This is the first report published that explores the extraction of sugars from the sea, in these microalgae species, as a potential alternative to other sources of biomass orientated to biofuels applications. Microalgae thus represent a valuable new resource for key industries.

Referencias

- [1] N.N. Meeravali, S.J. Kumar, Slurry-sampling with rapid atomization versus microwave digestion with conventional atomization for the determination of copper, manganese and nickel in algae matrix using transverse heated-electrothermal atomic absorption spectrometry, *Anal. Chim. Acta.* 404 (2000) 295–302. doi:10.1016/S0003-2670(99)00714-X.
- [2] P. Spolaore, C. Joannis-Cassan, E. Duran, A. Isambert, Commercial applications of microalgae, *J. Biosci. Bioeng.* 101 (2006) 87–96. doi:10.1263/JBB.101.87.

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE *RHODOTORULA MUCILAGINOSA* EN PIENSOS PARA JUVENILES DE DORADA (*SPARUS AURATA*)

Céspedes, M. J.⁽¹⁾ ; Sáez, M.I.; Vizcaíno, A.J.; Galafat, A.; Chourak, Y.; Alarcón, F.J.;
Martínez, T.F

Departamento de Biología y Geología. Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de
Almería, E04120 Almería (España);

⁽¹⁾ mjosecl13@gmail.com

Palabras Clave: próbiotico, prebiótico, Rhodotorula, Sparus aurata, funcionalidad digestiva.

En los últimos años el empleo de los probióticos y prebióticos en el campo de la acuicultura ha adquirido una gran relevancia, sobre todo a raíz de las limitaciones regulatorias del uso de antibióticos como aditivos zootécnicos en producción animal. En este sentido, son numerosos los estudios que han demostrado que las levaduras son una alternativa valiosa para la prevención de enfermedades. Dentro de las levaduras que constituyen la microbiota autóctona del intestino de peces carnívoros marinos se han propuesto como potenciales probióticos las especies *Debaryomyces hansenii* y *Rhodotorula mucilaginosa*, aunque en el caso de *R. mucilaginosa* no hay apenas estudios de dichos efectos en peces [1].

En este contexto, el objetivo principal del presente trabajo de investigación ha consistido en la evaluación del potencial probiótico y prebiótico de *R. mucilaginosa* para estudiar su posible viabilidad para una futura utilización comercial. Para ello, se ha llevado a cabo un ensayo *in vivo* con juveniles de dorada (*Sparus aurata*), los cuales fueron alimentados con un pienso comercial suplementado con *R. mucilaginosa* a dos niveles de inclusión (0,1 % y 0,01% p/p), y en dos formatos en función de su viabilidad de forma activa (A) frente a inactivada (I) con calor, más un pienso control con la misma formulación pero sin levadura.

Se determinó el aprovechamiento nutritivo del alimento y se cuantificaron las actividades enzimáticas digestivas (proteasa alcalina, α -amilasa, tripsina, quimotripsina, leucina aminopeptidasa, fosfatasa alcalina [2]). Además, se evaluó el contenido en inmunoglobulinas totales [3] (figura 1) y se valoró el grado de peroxidación lipídica basado en la capacidad de los peróxidos para reaccionar con el ácido tiobarbitúrico (TBA), denominada por las siglas TBARS (figura 2) (tiobarbituric-reactive substances), generando como producto malonil-dialdehído (MDA) [4].

Para completar la evaluación de su posible inclusión en dietas comerciales se estudió su efecto sobre la histología y ultraestructura de la mucosa intestinal de las doradas alimentadas con el pienso experimental con levadura activa (A) a un nivel de inclusión del 0,01% (0, 1g/ Kg) mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), en el Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Almería.

Los resultados han mostrado que la adición de *R. mucilaginosa* a los piensos de juveniles de dorada, no causó ningún incremento en el crecimiento de los animales, ni tampoco causó efecto negativo alguno sobre las actividades enzimáticas digestivas, independientemente de la dosis administrada y de la viabilidad de las mismas (activa frente a inactivada).

En general, la adición de *R. mucilaginosa* provocó efectos favorables sobre algunas actividades enzimáticas digestivas, como la proteasa alcalina total, tripsina, amilasa y fosfatasa alcalina, así como en el contenido en inmunoglobulinas totales (Figura1) y en sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) (Figura 2).

Por otro lado, la suplementación del pienso comercial con levadura viva (A) fue determinante para la estimulación de la actividad proteasa alcalina, tripsina y el contenido en TBARS (Figura2). Sin embargo, la actividad α -amilasa y el contenido en inmunoglobulinas totales mostraron un efecto claramente dosis-dependiente, independientemente de la viabilidad de las mismas. Este hecho podría ser clave para un potencial uso como preparado de levadura inactiva con efectos inmunoestimulantes (Figura1).

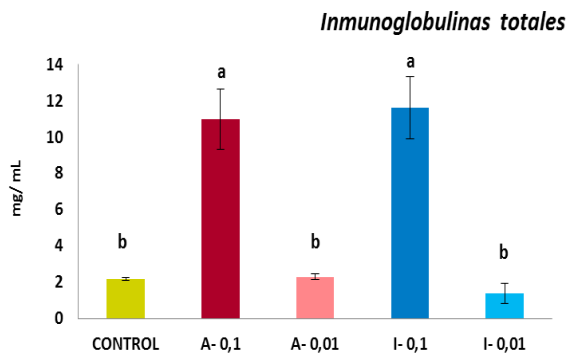


Figura 1: Contenido en inmunoglobulinas totales (mg/mL) en suero de juveniles de dorada alimentados con diferentes dietas experimentales.

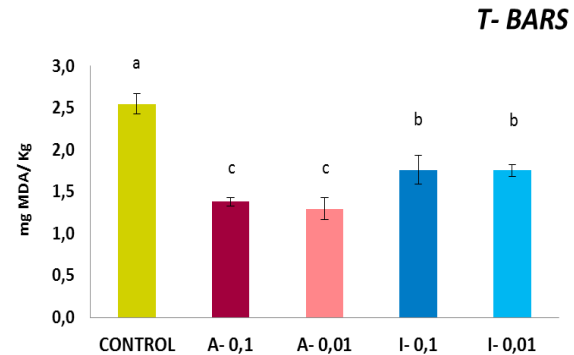


Figura 2: Contenido en sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS, mg MDA/kg músculo) en hígado de los juveniles de dorada alimentados con diferentes dietas experimentales.

Los ensayos preliminares *in vivo* han confirmado que *R. mucilaginoso* ejerce efectos biológicos significativos tras su administración en juveniles de *S. aurata*. Sin embargo, son necesarios otros ensayos de mayor duración en los que se evalúe estos efectos junto con otros factores relacionados con una mayor suplementación de *R. mucilaginoso* y/o analizar otras respuestas fisiológicas en los peces de diferentes edades.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa Lifebioencapsulation S.L. por la cesión del microorganismo y la fabricación de los piensos para el desarrollo de los ensayos experimentales.

Referencias

- [1] D.Tovar-Ramírez, M.Reyes-Becerril, L.Guzmán-Villanueva, V. Gleaves-López, R. Civera -Cerecedo, F. Ascensio -Valle, V.Gracia-López, V. Barbosa-Solomieu, E. Gisbert- Casas, K.B. Amdree, C.A.Álvarez -González, F.J.Moyano-López, J.L.Ortiz-Galindo, P.Hinojosa-Baltazar, J.N.Gutierrez-Rivera, A.A.Millán-Martínez, & M.Linares-Aranda. probiotics in Aquaculture: Recent Advances in the Use of Yeasts in Marine Fish. (2008) 237–257.
- [2] A.J. Vizcaíno, G. López, M.I. Sáez, J.A. Jiménez, A.Barros, L. Hidalgo, J. Camacho, T.F.Martínez, M.C. Cerón, F.J. Alarcón. Effects of the microalga *Scenedesmus almeriensis* as fishmeal alternative in diets for gilthead sea bream, *Sparus aurata*, juveniles. *Aquaculture*. (2014) 431, 34-43.
- [3] A.K. Siwicki, and D.P. Anderson. Immunostimulation in fish: measuring the effects of stimulants by serological and immunological methods. Abstract Symposium on Fish Immunology, Lysekil, Sweden. (1993).
- [4] J.A.Buege,; S.D. Aust. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*. (1978) 52:302-310.

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y DE LA FUNCIÓN INTESTINAL EN JUVENILES DE LENGUADO SENEGALÉS ALIMENTADOS CON PIENSOS SUPLEMENTADOS CON LA MACROALGA *ULVA OHNOI*

Chourak, Yasmina⁽¹⁾; Galafat, Alba⁽¹⁾; Céspedes, M. José⁽¹⁾; Vizcaíno, Antonio J.⁽¹⁾; Sáez, M. Isabel⁽¹⁾; Balebona, M. Carmen⁽³⁾; Anguís, Victoria⁽²⁾; Fernández-Díaz, Catalina⁽²⁾; Martínez, Tomás F.⁽¹⁾; Alarcón, F. Javier⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología Aplicada. Universidad de Almería.
E-mail: yasmina.ch.ma@hotmail.com

⁽²⁾ IFAPA Centro El Toruño, El Puerto de Santa María (Cádiz).

⁽³⁾ Departamento de Microbiología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga.

Palabras Clave: Solea senegalensis, Ulva ohnoi, funcionalidad intestinal, enzimas digestivas.

La biomasa de algunas especies de macroalgas marinas constituye un ingrediente/aditivo de potencial interés para su utilización en la elaboración de piensos para acuicultura, debido principalmente a su contenido en proteínas, su perfil de ácidos grasos y sus niveles de vitaminas y minerales [1]. En este contexto, el presente estudio evalúa qué efecto ejerce la inclusión de la macroalga *Ulva ohnoi* sobre el crecimiento, la composición proximal y la funcionalidad intestinal en juveniles de lenguado senegalés (*Solea senegalensis*). Para el estudio, los ejemplares juveniles fueron distribuidos al azar en 6 tanques de cultivo, y alimentados durante 90 días con dos tratamientos experimentales; un pienso control (CT) formulado de acuerdo con la composición utilizada para el engorde del lenguado senegalés, y otro pienso suplementado con un 5% de harina de *U. ohnoi* (U-5). Ambos tratamientos fueron ensayados por triplicado. En distintos momentos del ensayo (a los 45 y 90 días) se pesó de forma individual y aleatoria una muestra de ejemplares del tanque en una balanza de precisión, y se obtuvieron muestras biológicas que fueron posteriormente procesadas para los análisis de la composición proximal, para el estudio de las actividades enzimáticas digestivas, y para la visualización de la mucosa intestinal mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de barrido (SEM).

La inclusión de *U. ohnoi* hasta 5% no afectó al crecimiento y la composición proximal de los peces. En general, la inclusión de *U. ohnoi* no ejerció efectos negativos sobre las actividades enzimáticas asociadas a la mucosa intestinal (leucina aminopeptidasa y fosfatasa alcalina). Los ejemplares alimentados con U-5 mostraron niveles de actividad fosfatasa alcalina significativamente mayores ($p < 0,05$) a los observados en los peces alimentados con el pienso control (Figura 1). Estos resultados podrían estar relacionados con una mejora en los procesos de digestión y absorción a nivel intestinal, dado el importante papel que ambas enzimas juegan en éstos. Por contra, la actividad proteolítica total fue significativamente menor en los peces alimentados con un 5% de *Ulva*, especialmente en la región posterior del intestino. Este hecho podría ser debido a la presencia de inhibidores de proteasa en la biomasa algal. Este efecto se comprobó tanto a los 45 como a los 90 días de ensayo, lo cual pondría de manifiesto que periodos largos de administración de un pienso suplementado con esta macroalga parecen ejercer un efecto negativo sobre la fisiología digestiva de esta especie. Finalmente, el análisis de las imágenes obtenidas mediante microscopía electrónica confirmó la ausencia de alteraciones en la integridad del borde en cepillo de los enterocitos. Los resultados obtenidos del análisis morfométrico de las imágenes TEM y SEM mostraron que la inclusión de *U. ohnoi* en el alimento produjo cambios significativos en la morfología de la mucosa intestinal (Tabla 1). A los 45 días, se observó un incremento significativo ($p < 0,05$) de la superficie de absorción por enterocito en los peces alimentados con U-5, que podría estar relacionado con una mejor capacidad de absorción a nivel intestinal en estos ejemplares. Sin embargo, este incremento no se observó en a los peces alimentados durante 90 días con este mismo pienso, observándose en este caso valores similares en ambos grupos.

A la luz de los resultados, se comprueba que la inclusión de *U. ohnoi* en el alimento no ejerce efectos negativos sobre el crecimiento y la funcionalidad digestiva en juveniles de lenguado senegalés. Sin embargo, se recomienda utilizar un nivel bajo de y no prolongar excesivamente en el tiempo la administración de piensos suplementados con esta macroalga, dada la reducción en los niveles de actividad proteasa alcalina que se ha observado.

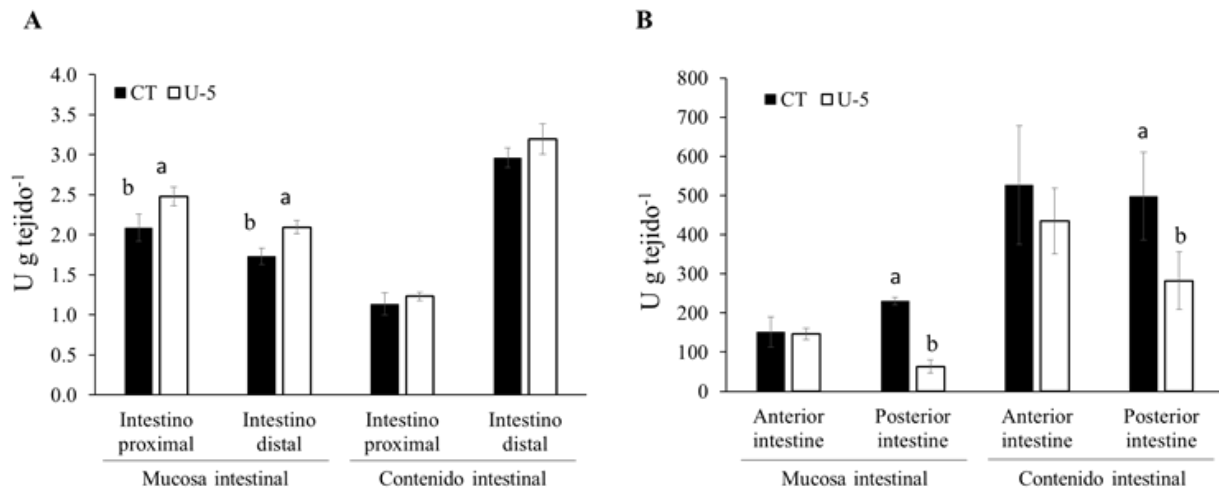


Figura 1. Actividad fosfatasa alcalina (A) y proteasa alcalina total (B) medida en los extractos intestinales de juveniles de lenguado senegalés alimentados con las dietas experimentales durante 90 días. La letras en minúscula indican diferencias significativas atribuibles al tipo de pienso suministrado ($p < 0,05$) ($n = 12$).

Tabla 1. Análisis morfométrico realizado en la mucosa intestinal de los ejemplares de lenguado senegalés tras 45 y 90 días administración de los piensos experimentales (media \pm SD de 100 mediciones).

| | LM (μm) | DM (μm) | AE (μm^2) | SAE (μm^2) |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| <i>45 días</i> | | | | |
| CT | 1,37 \pm 0,14 | 0,12 \pm 0,02 | 22,56 \pm 2,03 | 539,22 \pm 48,57 |
| U-5 | 1,32 \pm 0,16 | 0,11 \pm 0,01 | 29,07 \pm 3,61 | 833,71 \pm 103,66 |
| <i>90 días</i> | | | | |
| CT | 1,63 \pm 0,22 | 0,12 \pm 0,01 | 17,07 \pm 2,99 | 526,28 \pm 92,19 |
| U-5 | 1,21 \pm 0,20 | 0,14 \pm 0,01 | 21,72 \pm 7,19 | 486,16 \pm 160,89 |

LM y DM, longitud y diámetro del microvilli; AE y SAE, área y superficie de absorción por enterocito. Los valores con distinto superíndice indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Agradecimientos

Parte de la investigación ha sido financiada por los proyectos INIA (RTA2014-00023-C02-02), los fondos FEDER, y el proyecto europeo SABANA (# 727874).

Referencias

- [1] Rupérez, P., Saura-Calixto, F., 2001. Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *Eur. Food Res. Technol.* 212, 349–354.

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF ZOO- PLANKTON COMMUNITY STRUCTURE IN THE GULF OF CADIZ (SW SPAIN)

de Carvalho-Souza, Gustavo F. ^(1,2); Vilas, César ⁽³⁾; Baldó, Francisco ⁽¹⁾; González, Carmen ⁽¹⁾; Jiménez, Maria Paz ⁽¹⁾; Licandro, Priscila ⁽⁴⁾; Llope, Marcos ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Cádiz, Cadiz (Andalusia), Spain

⁽²⁾ CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, 70040-020, Brasília, Brazil

⁽³⁾ Instituto de Investigación y Formación Agraria Pesquera (IFAPA), Centro El Toruño, El Puerto de Santa María (Andalusia), Spain

⁽⁴⁾ Stazione Zoologica Anton Dohrn, Villa Comunale, Napoli, Italy

Key words: Mesozooplankton composition, Seasonal variation, North Atlantic Ocean

Zooplankton play a pivotal role in marine food webs, transferring energy from phytoplankton to the next trophic levels. Given their short life cycles, zooplankton dynamics and the mechanisms driving their variability are highly sensitive to changes in the environmental conditions [1]. At the same time, these variations can propagate across the food web [2,3]. Therefore, the monitoring of species composition, abundance and community structure over space and time is essential for detecting ecological changes in marine ecosystems. Here, we for the first time describe the spatio-temporal variability of zooplankton in the Gulf of Cadiz (GoC). To do this, we recovered and analysed archived samples collected 3 times per year (winter, summer, autumn) between 2001-2015 in 11 stations (Guadalquivir mouth, coastal and offshore) distributed along 5 transects in the northeastern part of this basin. Zooplankton was counted (number of individuals per cubic meter) and identified at the lowest possible taxonomic level. A total of 172 species belonging to 15 taxonomic groups were identified and grouped into 5 functional groups; 2 by lifestyle: holoplanktonic or meroplanktonic, and 3 by their diet preferences: carnivorous, herbivorous and omnivorous [4,5]. Holoplankton dominated the community (156 taxa) compared with the sixteen meroplanktonic taxa (16 taxa). Omnivores were composed primarily of copepod species, the majority of herbivores were cladocerans, while carnivores were dominated by chaetognaths. The top 14 most abundant species consisted of eight copepod taxa (*Copepodites*, *Paracalanus* sp., *Oithona* sp., *Oncaea media* complex, *Paracalanus parvus*, *Oncaea* sp., *Acartia* (*Acartiura*) *clausi* and *Euterpina acutifrons*), three cladocerans (*Penilia avirostris*, *Pleopis polyphemoides* and *Pseudevadne tergestina*), one larvacean (*Larvacea* indet.), crustacean (*Cirripedia* larvae) and fish larvae (*Teleostei* larvae). Overall zooplankton abundance displayed a seasonal variation. Abundance remained low during the autumn (mean: 1518.61 ind. m⁻³) then slightly increased in the winter/spring (mean: 1590.37 ind. m⁻³) and peaked in the summer (mean: 2575.72 ind. m⁻³). Zooplankton community analyses highlighted differences in assemblage structure both spatially and seasonally. The Shannon's diversity index increased in summer and decreased from autumn to winter. The values of Evenness index and richness index showed a similar seasonal variation, whereas Dominance index showed the opposite pattern, with highest values in winter. Community diversity was highest in the oceanic stations (1.96) followed by the coastal (1.46) and river mouth stations (1.43). Diversity and abundance appear to be positively associated with environmental factors (e.g. temperature, river discharges) and mesoscale features (e.g. upwelling events), which contribute to shape the zooplankton spatial distribution.

Acknowledgments

GFCS would like to thank CAPES and Science without Borders for the fellowship provided (99999.013763/2013-00).

References

- [1] Blanco-Bercial, L. Álvarez-Marqués, F., Cabal, J.A. Changes in the mesozooplankton community associated with the hydrography off the northwestern Iberian Peninsula. *ICES J. Mar. Sci.*, 63 (2006), pp. 799-810.
- [2] Banse K. Zooplankton: pivotal role in the control of ocean production: I. Biomass and production. *ICES J. Mar. Sci.*, 52 (1995), pp. 265-277.
- [3] Beaugrand G. Monitoring pelagic ecosystems using plankton indicators. *ICES J Mar Sci.*, 62(3) (2005), pp. 333-8.
- [4] Llope M., Licandro P., Chan, K-S., Stenseth N.C. Spatial variability of the plankton trophic interaction in the North Sea: a new feature after the early 1970s. *Glob. Change Biol.* 18 (2012), pp. 106–117.
- [5] Benedetti, F., Gasparini, S., Ayata S-D. Identifying copepod functional groups from species functional traits, *J. Plankton Res.*, 38,1, (2016), pp. 159–166.

ESTRÉS Y DIVERSIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA: CONTRIBUCIÓN AL CULTIVO DEL BESUGO *PAGELLUS BOGARAVEO*

Fernández-Castro, Miriam ⁽¹⁾; Ruiz-Jarabo, Ignacio ⁽¹⁾; Barragán-Méndez, Cristina ⁽¹⁾;
Jerez-Cepa, Ismael ⁽¹⁾; Pérez, Montse ⁽²⁾; Pérez, Evaristo ⁽²⁾; Mancera, Juan Miguel ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR),
Puerto Real, Cádiz, España, email: miriam.fernandez@uca.es

⁽²⁾ Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Vigo,
Vigo, Spain.

Palabras Clave: estrés, acuicultura, besugo, Pagellus bogaraveo.

El besugo (*Pagellus bogaraveo*) es una especie de alto valor e interés comercial. Tras el desarrollo de las técnicas para su cultivo en cautividad, dentro de un Plan Nacional español que finalizó en 2003, hoy únicamente se cría con fines comerciales en una empresa de A Coruña (Galicia, España). Su escasa expansión se debe, en gran parte, a los cuellos de botella que se presentan durante el proceso de cría larvaria y mantenimiento en cautividad. En este sentido la falta de conocimiento sobre las respuestas fisiológicas al estrés, las cuales afectan al crecimiento y bienestar de los animales, constituyen un importante problema que afecta negativamente a su cultivo a escala industrial.

El objetivo del presente estudio se ha centrado en conocer las respuestas fisiológicas ante un estrés agudo, situaciones típicas de la práctica acuícola (*i.e.* labores diarias de manutención en tanques de cultivo, transferencia de tanques, etc).

Para ello se llevó a cabo un experimento en el mes de noviembre de 2017 en la planta de cultivo del Centro del Instituto Español de Oceanografía en Vigo (España). Un total de 54 animales (25.3 ± 0.2 cm y 270.6 ± 6.0 g) procedentes de acuicultura, fueron distribuidos y aclimatados en 18 tanques de 400 L. Se establecieron dos grupos experimentales: a) un grupo control, y b) un grupo estresado (emulando labores diarias de limpieza de los tanques [1]). Cada grupo estaba compuesto por 9 tanques. Tras el proceso de estrés, se tomaron muestras de sangre a los tiempos 0, 5 y 24 h, en triplicado (3 tanques con 3 animales por tanque). El diseño experimental está representado en la Figura 1.

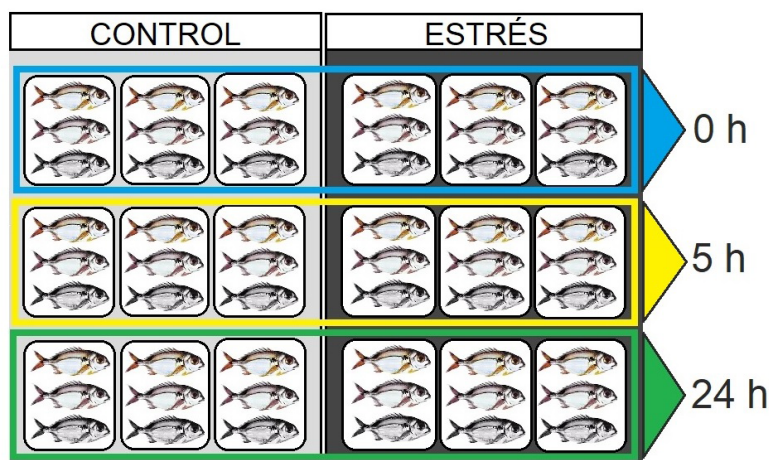


Figura 1. Diseño experimental. Se muestra la división de los ejemplares de *Pagellus bogaraveo* en los diferentes tanques con los respectivos tiempos en los que se llevó a cabo la toma de muestras.

Se analizaron diversos marcadores fisiológicos de la respuesta al estrés: cortisol, osmolalidad y varios metabolitos energéticos (glucosa, lactato, triglicéridos y proteínas) a nivel plasmático.

El cortisol, principal hormona glucocorticoide en peces teleósteos, muestra un aumento significativo justo después de la situación de estrés, disminuyendo sus valores con el tiempo hasta alcanzar los valores del grupo control a las 24 h (Fig. 2a). El lactato en plasma muestra una tendencia similar al cortisol, indicando un aumento en las tasas de glucólisis anaerobia en los peces estresados, volviendo a valores basales tras 5 h de recuperación (Fig. 2b).

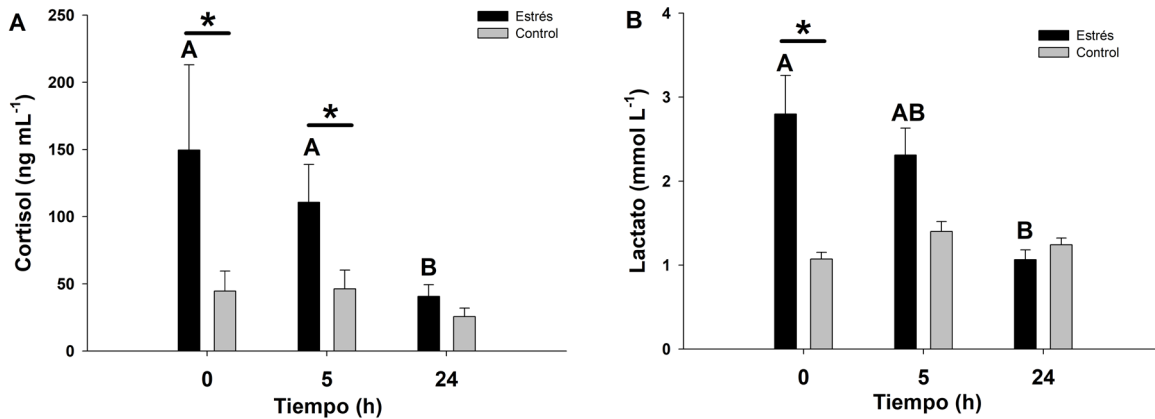


Figura 2. Niveles de cortisol (ng mL⁻¹) (A) y de lactato (mmol L⁻¹) (B) en plasma. En negro se muestra el grupo estresado y en gris el grupo control. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tiempos para el grupo estresado; Asterisco (*) indica diferencias entre el grupo control y el estresado para un tiempo determinado ($p < 0.05$, ANOVA de dos vías seguido del test de Tukey).

La liberación de cortisol como respuesta primaria al estrés se traduce en una movilización de las reservas energéticas y un aumento en el consumo de éstos. En este sentido, se observa un incremento en la concentración de glucosa en plasma tras 5 h de recuperación, (5.5 ± 0.4 mmol L⁻¹ en el grupo estresado frente a 3.2 ± 0.1 mmol L⁻¹ en el grupo control). Esto podría indicar un alto consumo de este metabolito en las primeras fases del estrés [2], no siendo apreciable un aumento de su concentración en plasma a tiempo 0 h. Este hecho se apoya en unos altos niveles de lactato en el grupo estresado en los primeros momentos tras el estrés, indicando una estimulación de la glucólisis anaerobia, lo que coincide con otros teleósteos estudiados [2-3]. Así pues, tras 5 horas de recuperación, el besugo muestra signos de recobrar su homeostasis metabólica tras un estrés agudo.

Como conclusión, podemos decir que en tras un episodio de estrés agudo, similar al producido tras la limpieza rutinaria de los tanques de cultivo, el besugo necesita de al menos 5 horas para recuperarse. Esto ha de tenerse en cuenta a la hora del diseño de las instalaciones de mantenimiento y de las actividades de manejo de la especie.

Agradecimientos

Este Proyecto se ha llevado a cabo gracias a una encomienda de la Secretaría General de Pesca (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) y a la colaboración de la Planta de Cultivos del IEO en Vigo.

Referencias

- [1] M. Gesto, J. Hernandez, M.A. Lopez-Patino, J.L. Soengas, J.M. Miguez, J. M. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 188 (2015) 65-69.
- [2] B. Costas, L. Conceicao, C. Aragao, J.A. Martos, I. Ruiz-Jarabo, J.M. Mancera, A. Afonso. Aquaculture. 316 (2011) 68-76.
- [3] A. Frisch, T. Anderson. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 140 (2005) 317-327.
- [4] R. Laiz-Carrion, P.M. Guerreiro, J. Fuentes, A. V.M. Canario, M.P. Martin Del Rio, J.M. Mancera. Journal of Experimental Zoology Part A Comparative Experimental Biology, 303A (2005) 563-576.

APLICACIONES EN ACUICULTURA DE UNA MICROALGA EXTREMÓFILA

Fuentes, Juan Luis ⁽¹⁾; Montero, Zaida ⁽¹⁾; Cuaresma, Maria⁽¹⁾; Herrera, Marcelino ⁽²⁾;
Bonjiorno, Tiziana ⁽³⁾; Tibaldi, Emilio ⁽³⁾; Vilchez Lobato, Carlos ⁽¹⁾

⁽¹⁾Algal Biotechnology Group, CIDERTA and NATURHE, University of Huelva,
Spain

⁽²⁾IFAPA, Aguas del Pino, El Rompido, Cartaya. Spain.

⁽³⁾Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali (Di4A) of the
University of Udine, Italy

Palabras Clave: Microalgas, acuicultura, extremófilos, multitrófico.

La creciente demanda de productos marinos, la sobrepesca y la contaminación están causando un grave impacto en los procesos de captura directa del mar, lo cual hace que la acuicultura se vaya afianzando como alternativa para satisfacer dicha demanda. Sin embargo, la creciente demanda de pienso animal para acuicultura, el cual procede de forma tradicional de las propias capturas de pescado (aceites y/o harinas), hace que sean necesarias nuevas fuentes de suministro de proteínas.

Las microalgas han demostrado ser de interés para la industria alimentaria por su perfil rico en ácidos grasos poliinsaturados así como por su elevado contenido proteico; constituyendo una fuente extraordinaria de proteína y aminoácidos esenciales. Además contienen una gran cantidad de vitaminas (A, D, B9 y B12, entre otras) y minerales (entre los que podemos destacar Fe, P, Mg y K). Por estos motivos las microalgas pueden postularse como una alternativa en la alimentación de peces en acuicultura sustituyendo parcialmente a la harina y/o aceite de pescado. En concreto, el uso de microalgas extremófilas tiene además ciertas ventajas propias de la naturaleza de estos microorganismos. Por definición, pueden crecer en ambientes considerados normalmente adversos, por lo que no compiten ni por el agua ni por el espacio de producción con otros cultivos de microalgas o agrícolas. Además, las microalgas extremófilas tienen, en general, la capacidad de acumular compuestos de interés para la salud humana y animal, por ejemplo, compuestos con actividad antioxidante como carotenoides. Además, las microalgas extremófilas presentan en general una amplia plasticidad para adaptarse a distintos ambientes, pudiendo ser cultivadas en medios muy diversos [1].

El aumento de la actividad acuícola lleva consigo asociado una serie de problemas derivados de la actividad intensiva, como son la generación de aguas contaminadas por los desechos de peces, antibióticos, restos de pienso, etc. La Acuicultura Multitrófica Integrada (IMTA) se postula como una variante de acuicultura con potencial para solventar el problema de los contaminantes generados, diversificar negocio y disminuir el consumo de agua. Se define IMTA como la cría de especies con diferentes nichos tróficos donde el alimento no ingerido y los desechos de una especie dada sirven de subproductos convirtiéndose en componente alimenticio para otra especie [2].

Las microalgas pueden postularse como microorganismos útiles dentro de los sistemas IMTA, por poder cumplir la función de extractores de materia inorgánica [3] y además ser un alimento de alto valor nutricional para los componentes del sistema, aportando un valor añadido.

Coccomyxa onubensis (SAGNA2016.002) es una microalga acidófila aislada del Río Tinto, en el entorno de la faja pirítica minera de Huelva, España, por la Unidad de Biotecnología de Algas (CIDERTA) del área de Bioquímica y Biología Molecular del Departamento de Química de la Universidad de Huelva. Hasta la fecha, se sabe que dicha microalga es rica en luteína, un potente antioxidante natural, y que posee un perfil de ácidos grasos insaturados particularmente abundante en ácidos linoleico y linolénico [4]. Por otro lado, la capacidad de crecer en ambientes ácidos de *C. onubensis* le confiere la ventaja de disminuir notablemente el riesgo de contaminación durante el proceso de cultivo, lo cual es una ventaja en la etapa de escalado. Combinando su capacidad para crecer bajo condiciones adversas y su reducida necesidad de nutrientes puede ser cultivada

en áreas inadecuadas para fines agrícolas, por lo que no compiten por el uso de tierras de cultivo. Además, el potencial valor económico de los metabolitos presentes en esta microalga permitiría la diversificación de negocio de cualquier proceso de producción. Trabajos previos llevados a cabo por la Unidad de investigación anteriormente mencionada han revelado la alta tolerancia a concentraciones relativamente altas de metales en el medio [5]. En términos generales, se ha demostrado la existencia de una relación directa entre el aumento del estrés oxidativo de las microalgas y el aumento en la productividad de carotenoides de las mismas [6]. Ejemplo de ello es la mejora en la producción de carotenoides en *C. onubensis* cultivada bajo elevadas concentraciones de cobre [4]. Por otro lado, el estrés por salinidad puede también inferir en la concentración de carotenoides acumulada en microalgas [7]. En este sentido *C. onubensis* ha mostrado una buena tolerancia a alta concentración de sales, a pesar de ser un organismo originario de agua dulce [8].

Para que pueda considerarse el uso en acuicultura de una microalga, ha de poderse garantizar la producción de biomasa suficiente para el consumo en acuicultura. En este trabajo se llevo a cabo, por primera vez, el cultivo en exterior, a escala pre-industrial, de la microalga extremófila. *C. onubensis*, la cual demostró poder crecer de manera estable en exterior, a pH altamente ácido, durante el periodo de ensayo.

Estudios de bioseguridad alimentaria realizados en animales de laboratorio no han revelado efectos negativos sobre parámetros bioquímicos clínicos [9]. En este sentido, trabajos realizados por el grupo como parte de una tesis doctoral financiada con fondos CEIMAR (pendiente de defensa) y en colaboración con la Universidad de Udine (Italia) han revelado la adecuación de *C. onubensis* para formar parte de la alimentación de juveniles de trucha arcoíris de forma segura y efectiva, sustituyendo parcialmente el uso de compuestos procedentes de la pesca en la dieta de estos peces.

Además, en este trabajo se muestra la implantación de *C. onubensis* en un sistema multitrófico, de manera que el agua efluente de un cultivo de dorada (*Sparus aurata*) fue utilizada para el cultivo continuo de *C. onubensis*. A su vez, el cultivo de esta microalga sirvió como alimento para el cultivo de almeja japonesa (*Ruditapes philippinarum*). El objetivo principal fue testar la capacidad de *C. onubensis* para crecer de manera continuada con agua procedente del cultivo de peces a la vez que retira del medio los componentes químicos nitrogenados. De manera más general, el estudio ha permitido analizar y plantear, por vez primera, el potencial de microalgas de ambientes ácidos en acuicultura multitrófica.

Todo lo apuntado anteriormente permite proponer a *C. onubensis* como microalga novel de interés para su uso en la acuicultura, sugiriendo con ello un nuevo campo de aplicación para este tipo de microorganismos fotosintéticos de ambiente extremo, con el consecuente beneficio para la industria acuícola, la sociedad y el medio ambiente.

Agradecimientos

Al Campus de Excelencia del Mar (CEIMAR) por la financiación de la tesis doctoral dentro de la cual se engloba este estudio.

Referencias

- [1] Varshney, P., Mikulic, P., Vonshak, A., Beardall, J., Wangikar, P.P. Bioresour. Technol. (2015).
- [2] Martínez-Espiñeira, R., Chopin, T., Robinson, S., Noce, A., Knowler, D., & Yip, W. Aquaculture, 437, 182-194.(2015).
- [3] Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., Isambert, A. J. Biosci. Bioeng. 101, 87–96.(2006)
- [4] Vaquero, I., Ruiz-Domínguez, M.C., Márquez, M., Vílchez, C., Process Biochem. 47, 694–700. (2012)
- [5] Ruiz-Domínguez, M.C., Vaquero, I., Obregón, V., de la Morena, B., Vílchez, C., Vega, J.M., J. Appl. Phycol. 27, 1099–1108. (2015).
- [6] Zuluaga, M., Gueguen, V., Pavon-Djavid, G., Letourneur, D.,. BioImpacts 7, 1–3. (2017)
- [7] Minhas, A.K., Hodgson, P., Barrow, C.J., Adholeya, A., Front. Microbiol. (2017)

- [8] Fuentes, J.L., Huss, V.A.R., Montero, Z., Torronteras, R., Cuaresma, M., Garbayo, I., Vílchez, C., J. Appl. Phycol. 28, 6, (3269-3279), 10.1007/s10811-016-0887-3)
- [9] Navarro, F., Forján, E., Vázquez, M., Montero, Z., Bermejo, E., Castaño, M.Á., Toimil, A., Chagiaceda, E., García-Sevillano, M.Á., Sánchez, M., Domínguez, M.J., Pásaro, R., Garbayo, I., Vílchez, C., Vega, J.M., Food Nutr. Res. 60 (2016)arine Sciences. X. Editor, Y. Editor, Z. Editor (Eds.), Rome, Wiley, 2000.

INCLUSIÓN DE ESPIRULINA EN PIENSOS DE PRIMERA EDAD PARA DORADA: EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO, LAS ENZIMAS DIGESTIVAS Y LA MUCOSA INTESTINAL

Galafat, Alba⁽¹⁾; Chourak, Yasmina⁽¹⁾; Céspedes, M. José⁽¹⁾; Vizcaíno, Antonio J.⁽¹⁾; Arizcun, Marta⁽²⁾; Sáez, M. Isabel⁽¹⁾; Martínez, Tomás F.⁽¹⁾; Alarcón, F. Javier⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología Aplicada. Universidad de Almería, España.
E-mail: albagalafat@gmail.com

⁽²⁾ Planta de Cultivos Marinos, Instituto Español de Oceanografía, Puerto de Mazarrón (Murcia).

Palabras Clave: Sparus aurata, espirulina, hidrolizado, microvilli, enzimas digestivas, destete.

Existen numerosos antecedentes de la utilización de las microalgas en la alimentación de peces de acuicultura. Sin embargo, el potencial de los hidrolizados de microalgas aún no ha sido evaluado en gran medida, y poco se conoce acerca de la idoneidad de su uso en alimentos de primera edad para peces marinos. En particular, no se tiene conocimiento de estudios previos que analicen los efectos que ejerce la inclusión de hidrolizados de microalgas sobre el crecimiento y la sobre la fisiología digestiva de los peces durante sus primeros estadios de desarrollo. En este contexto, el presente trabajo evalúa, por primera vez, la utilización de biomasa cruda e hidrolizado de *Arthrospira platensis* en piensos de primera edad para dorada (*Sparus aurata*).

El ensayo de alimentación se llevó a cabo en la Planta de Cultivos Marinos del Instituto Español de Oceanografía (IEO, Puerto de Mazarrón, Murcia, España). Se formularon 5 piensos experimentales proporcionados por la empresa Spin-off LifeBioencapsulation SL (Almería, España) que contenían distintas concentraciones de biomasa cruda de microalga o de un hidrolizado de ésta, denominadas CT (0% de biomasa de espirulina), P5, P10 (5 y 10 % de biomasa de *A. platensis*, respectivamente), L5 y L10 (5 y 10 % del hidrolizado proporcionando por la empresa Biorizon Biotech SL, Almería, España). Todas las dietas se ensayaron por triplicado durante 40 días. En distintos momentos del ensayo de alimentación (0, 20 y 40 días) se tomaron muestras al azar y se registró el peso y la talla de los peces para la determinación de distintos parámetros de crecimiento. Al final del ensayo, se obtuvieron muestras biológicas para la determinación de las actividades enzimáticas digestivas y para la evaluación de la ultraestructura de la mucosa intestinal, mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y barrido (SEM).

Los resultados obtenidos mostraron que la inclusión de hasta un 10% de espirulina cruda o hidrolizada en piensos de destete para larvas de dorada no ejerció efectos negativos sobre el crecimiento y el aprovechamiento nutritivo del alimento, apreciándose un crecimiento similar de los peces en todos los tratamientos experimentales. En general, la inclusión de espirulina no ejerció efectos negativos sobre los niveles de actividad de las enzimas asociadas al ribete en cepillo (leucina aminopeptidasa y fosfatasa alcalina). Se observó un incremento significativo ($p < 0,05$) de la actividad leucina aminopeptidasa en los peces de los tratamientos P5 y L5 respecto a los ejemplares del tratamiento control (CT) (Figura 1). Este hecho podría estar relacionado con una adecuada diferenciación y proliferación de las células intestinales [1,2]. En relación con las enzimas procedentes de secreción pancreática, los niveles actividad tripsina y quimotripsina no se vieron afectados por el uso de espirulina, a excepción de los peces de L10 que presentaron un incremento significativo de la actividad tripsina ($p < 0,05$). Por el contrario, la actividad proteolítica total fue significativamente menor en los peces alimentados con las dietas P10 y L5.

Por su parte, el análisis de las imágenes obtenidas mediante TEM y SEM reveló la ausencia de daños y alteraciones en la mucosa intestinal que fuesen originados por la inclusión de *A. platensis* en el alimento. Los datos obtenidos a partir del análisis morfométrico de las imágenes revelaron un incremento significativo de la

longitud de las microvellosidades intestinales y de la superficie de absorción por enterocito ($p > 0,05$) cuando los piensos de primera edad se suplementan con espirulina, especialmente cuando la biomasa que se usa está previamente hidrolizada. Desde una perspectiva funcional, este hecho podría contribuir a potenciar el papel de la mucosa intestinal como barrera física frente a la acción de potenciales microorganismos patógenos, y al mismo tiempo incrementar la capacidad de absorción de nutrientes a través de la misma.

Los resultados obtenidos confirman que un 5% de la biomasa cruda como el hidrolizado de *A. platensis* podría ser utilizado en piensos de primera edad para dorada por los efectos beneficiosos observados sobre las enzimas digestivas y la ultraestructura de la mucosa intestinal.

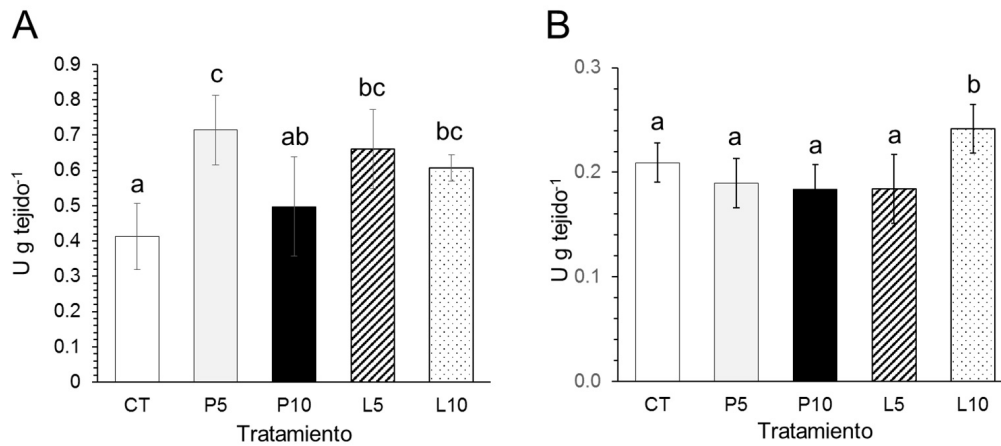


Figura 1. Actividad leucina aminopeptidasa (A) y tripsina (B) de los extractos intestinales de alevines de dorada alimentados con las dietas experimentales durante 40 días. Las letras en minúscula indican diferencias significativas atribuibles al tipo de pienso suministrado ($p < 0,05$).

Tabla 1. Análisis morfométrico realizado en la mucosa intestinal de los ejemplares de dorada al finalizar el ensayo de alimentación (media \pm SD de 100 mediciones).

| | LM (μm) | | DM (μm) | | AE (μm^2) | | SAE (μm^2) | | | | | |
|-----|----------------------|------------|----------------------|------|------------------------|---|-------------------------|------------|---|---------|--------------|---|
| CT | 1,86 | \pm 0,22 | a | 0,12 | \pm 0,01 | a | 26,73 | \pm 3,72 | b | 1034,91 | \pm 173,45 | a |
| P5 | 2,07 | \pm 0,17 | b | 0,14 | \pm 0,02 | c | 22,80 | \pm 4,06 | a | 1101,19 | \pm 213,71 | a |
| P10 | 1,93 | \pm 0,26 | a | 0,14 | \pm 0,02 | c | 22,79 | \pm 3,19 | a | 1022,76 | \pm 165,75 | a |
| L5 | 2,07 | \pm 0,17 | b | 0,15 | \pm 0,01 | d | 23,01 | \pm 3,89 | a | 1076,11 | \pm 202,42 | a |
| L10 | 2,91 | \pm 0,51 | c | 0,13 | \pm 0,01 | b | 30,30 | \pm 3,54 | c | 1967,77 | \pm 348,71 | b |

LM y DM, longitud y diámetro del microvilli; AE y SAE, área y superficie de absorción por enterocito. Los valores con distinto superíndice indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto SABANA (grant # 727874) del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea.

Referencias

- [1] Cahu C.L, Zambonino Infante, J.L., Corraze, G. y Coves, D. (2000). *Fish Physiology and Biochemistry*, 23, 165-172.
- [2] Cahu, C.L. y Zambonino-Infante, J.L. (2001). *Aquaculture*, 200, 161-180

SELECCIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES COMO INHIBIDORES DE BACTERIAS PATÓGENAS DE PECES Y UTILIZACIÓN EN ACUICULTURA

García Márquez, Jorge ⁽¹⁾; Arijo Andrade, Salvador ⁽²⁾; Mancera, Juan Miguel ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, CEI-MAR, j.garciamq@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, CEI-MAR, sarijo@uma.es

⁽³⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, CEI-MAR, juanmiguel.mancera@uca.es

Palabras Clave: Acuicultura, antimicrobianos, sustancias naturales, ajo, aceite de clavo

El uso abusivo de antibióticos en la acuicultura produce un impacto negativo en el medio ambiente, además de generar patógenos resistentes a los antibióticos [1,2]. Por este motivo, y con el objeto de minimizar los efectos de estos quimioterápicos sobre los peces cultivados, el medio ambiente y los consumidores, se han evaluado otras terapias alternativas, entre las que se encuentra el uso de extractos de plantas con capacidad antimicrobiana [3].

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar el potencial antimicrobiano de algunas sustancias naturales como método de control de enfermedades bacterianas en la acuicultura. Para las pruebas se utilizaron distintos extractos obtenidos de las siguientes especies:

- Plantas: ajo (*Allium sativum*), calistemo (*Callistemon citrinus*, Curtis); lavanda (*Lavandula angustifolia*), romero (*Rosmarinus officinalis* L.), orégano francés (*Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng.), tomillo blanco (*Thymus mastichina* L.), salvia rosa (*Salvia grahamii* Benth), laurel (*Laurus nobilis*) y mirto (*Myrtus communis*).
- Aceites purificados: Aceite de clavo (*Syzygium aromaticum*), aceite del árbol del té (*Melaleuca alternifolia*), aceite de citronella (*Cymbopogon citratus*) y aceite de aloysia (*Aloysia citriodora*).
- Algas y cianobacterias: *Hydropuntia cornea*, *Laminaria japonica*, *Ulva* sp. y *Arthrospira platensis*.

Se realizó una primera selección de sustancias en base a su capacidad de inhibición de tres patógenos de peces: *Vibrio harveyi*, *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* y *Aeromonas hydrophila* (Figura 1). Seguidamente se calculó la toxicidad potencial de las sustancias mediante la observación de la disminución de la bioluminiscencia de *Vibrio fischeri* [4], siendo el aceite de clavo la sustancia más tóxica, con una concentración efectiva 50 (EC50) de 0,059 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Posteriormente se determinó la capacidad de las sustancias de interferir el fenómeno *quorum sensing* [5], por la que algunas bacterias patógenas coordinan la expresión de ciertos factores de virulencia. Los resultados obtenidos mostraron que, excepto el aceite de citronella, todas las sustancias ensayadas tuvieron capacidad de inhibición del *quorum sensing* (Figura 2).

Tras estos procesos selectivos se eligieron el extracto de ajo y el aceite de clavo para seguir con los ensayos. Con el objetivo de conocer si mantenían sus propiedades antimicrobiana tras los procesos de extracción y almacenamiento, se realizaron ensayos de viabilidad a distintas temperaturas (63, 37, 22 y 4 °C) y tiempos de almacenamiento (1, 3 y 7 días). El extracto de ajo disminuyó su capacidad antimicrobiana con el tiempo, y a 63 °C perdió su capacidad inhibitoria a partir del tercer día. Sin embargo, no se observó variación en la estabilidad del aceite de clavo a lo largo del tiempo en las distintas temperaturas de almacenaje.

Finalmente se añadió el extracto de ajo y el aceite de clavo al pienso de los peces, para comprobar si al mezclar estos productos con el pienso, perdían sus propiedades antimicrobianas. Los resultados mostraron que, a una concentración de 20 mg mL^{-1} de extracto de ajo y de 40, 20 y 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$ de aceite de clavo, las

sustancias conservaban su capacidad de inhibición del crecimiento bacteriano y de la bioluminiscencia de *V. fischeri*.

En resumen, las sustancias ensayadas en experimentos *in vitro* poseen actividad antimicrobiana, aunque se hace necesario realizar experimentos *in vivo* con peces para comprobar si el potencial antimicrobiano de las sustancias se mantiene sin generar efectos adversos en los peces.

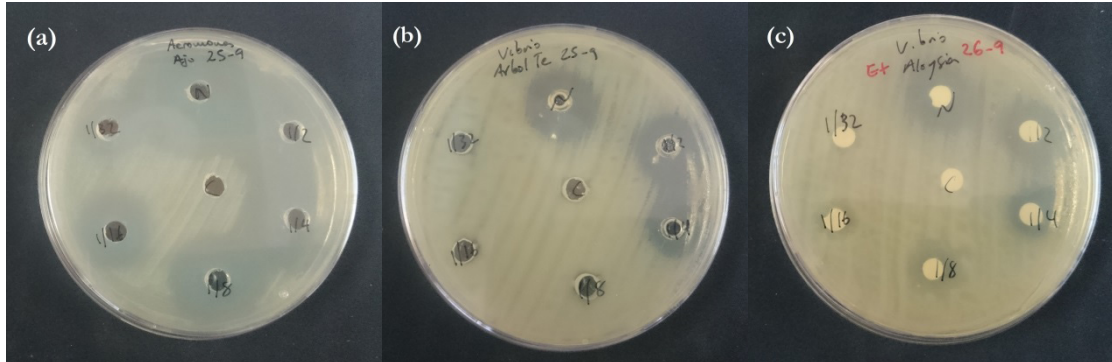


Figura 1. Halos de inhibición producidos por las sustancias ensayadas. Inhibición del crecimiento bacteriano producida por (a) ajo en *Aeromonas hydrophila*, (b) aceite del árbol del té en *V. harveyi*, y (c) aceite de aloysia en *V. harveyi*.

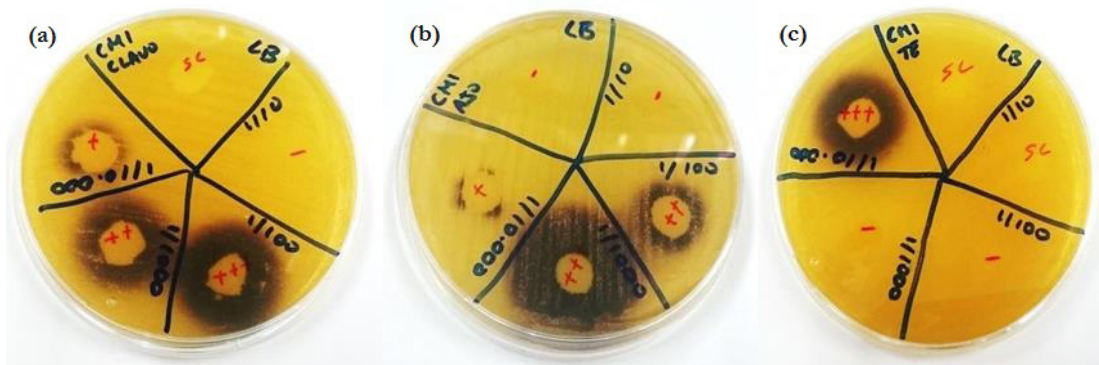


Figura 2. Efecto *quorum quenching* por parte de las sustancias ensayadas. En la imagen, de izquierda a derecha: (a) aceite de clavo, (b) ajo, y (c) aceite del árbol del té. Las placas están sembradas con *Chromobacterium violaceum*. Sobre la superficie se ha puesto cultivos de *V. fischeri* incubados con distintas concentraciones de la sustancia ensayada. La aparición de un halo violeta muestra la presencia de AHL en el cultivo, producido por *V. fischeri*. En las zonas donde no aparece halo violeta, la sustancia ensayada ha interferido en la producción de AHL o lo ha degradado.

Referencias

- [1] Á. Borja. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*. 18(1-4) (2002), 41-49.
- [2] T. Defoirdt, P. Sorgeloos, P. Bossier. Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. *Current Opinion in Microbiology*. 14(3) (2011), 251-8.
- [3] S. Burt. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94(3) (2004), 223–253.
- [4] S. Kannappan, K. Sivakumar, P.K. Patil. Effect of garlic extract on the luciferase, bioluminescence, virulence factors produced by *Vibrio harveyi* with a challenge during *Penaeus monodon* larviculture. *Afr. J. Microbiol. Res.* 7(18) (2013), 1766-1779.
- [5] C.M. Waters, B.L. Bassler. *Quorum sensing: cell-to-cell communication in bacteria*. *Annu Rev Cell Dev Biol.* 21 (2005) 319-46.

LA SEDACIÓN COMO ALTERNATIVA A LA REDUCCIÓN DEL ESTRÉS EN EL TRANSPORTE DE PECES DE CULTIVO

Jerez-Cepa, Ismael; Fernández-Castro, M.; del Santo O'Neill, T.J.; Alameda-López, M.; González-Manzano, G.; Ruiz-Jarabo, I.; Mancera, J.M.

Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), Universidad de Cádiz (UCA)

ismael.jerez@uca.es

Palabras Clave: anestésicos, sedación, estrés, transporte, acuicultura

Introducción y Objetivos

La concienciación actual de los consumidores sobre el origen y calidad de los productos está cambiando los métodos de producción. Está aumentando la exigencia de unas condiciones de estabulación y mantenimiento donde se garantice el bienestar de los animales. En el caso de la acuicultura, el manejo, manipulación y/o la alimentación condicionan el estado general de los peces, pudiendo llegar a comprometer el bienestar y por lo tanto la calidad del alimento producido [1]. El conocimiento de las respuestas fisiológicas derivadas de la manipulación de los peces aún está en fase de estudio, por lo que las condiciones actuales de manejo pueden no ser las adecuadas. Procesos como el transporte entre instalaciones, o la clasificación por lotes, desencadenan situaciones de estrés, que alteran el estado fisiológico de los animales. Las repuestas derivadas afectan al organismo a varios niveles en función de la intensidad y duración del estrés. Primero se produce una activación metabólica, que moviliza los recursos energéticos a través de la sangre para ponerlos a disposición de los tejidos; pero una exposición prolongada al factor estresante puede llegar a agotar las reservas del animal, afectando al sistema inmune, reproducción o incluso producir la muerte del individuo [1]. En este contexto, el empleo de anestésicos que reduzcan las respuestas al estrés, cada vez está más extendido. Sin embargo, todavía se desconocen los efectos fisiológicos derivados de la adición de estos productos. En el mercado existen numerosos productos anestésicos, pero la legislación actual limita el uso de estos compuestos en animales para consumo humano [2]. Actualmente, solamente el MS-222 (triclaína) está aprobado para su uso por inhalación en instalaciones de acuicultura, aunque en los últimos años el AQUI-S® (derivado sintético del tradicional aceite de clavo) también se ha recomendado para su aprobación. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consistió en la evaluación de MS-222, aceite de clavo, AQUI-S® y etomidato (principio activo del producto comercial Propiscin) en dosis de sedación, como mitigadores de la repuesta al estrés en juveniles de dorada (*Sparus aurata*) ante una situación de transporte.

Material y Métodos

Se plantearon dos experimentos donde se simularon condiciones de transporte durante 6 h. Previamente, para cada anestésico se determinaron los tiempos de inducción a la sedación y anestesia y de recuperación de los animales [3], para establecer las dosis óptimas de sedación para realizar el transporte de manera segura.

Se realizaron dos experimentos donde se determinó, por un lado el efecto del MS-222 (5 mg L⁻¹) y del aceite de clavo (2,5 mg L⁻¹), y por otro el efecto del AQUI-S® (2,5 mg L⁻¹) y del etomidato (0,15 mg L⁻¹). Los juveniles (de entre 38 y 66 g) se dispusieron aleatoriamente en 9 tanques de 15 L, donde se establecieron 3 grupos experimentales por triplicado ($n = 8$ individuos por tanque). Al final del periodo de transporte, y tras 18 h desde su finalización, se tomaron muestras de diferentes tejidos implicados en la respuesta al estrés (plasma, cerebro, hipófisis, riñón cefálico e hígado) para determinar el efecto de ambos compuestos a nivel metabólico y sobre la regulación central y periférica del estrés.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos mostraron cómo la adición de los anestésicos influyó en la movilización de recursos energéticos debido al transporte. En el caso del MS-222 y el aceite de clavo se observaron variaciones en los parámetros plasmáticos de estrés, así como en la actividad enzimática del metabolismo intermediario a nivel hepático (Tabla 1).

Tabla 1. Actividad metabólica en el hígado de juveniles de dorada tras 6 h de transporte simulado con dosis de sedación de MS-222 y aceite de clavo. Los símbolos indican la variación respecto del grupo a tiempo inicial, en amarillo las variaciones no significativas y en rojo y verde aquellas que sí lo fueron ($p < 0,05$).

| Enzimas del Metabolismo Intermediario | Control | MS-222 | Aceite clavo |
|---|---------|--------|--------------|
| Glucógeno fosforilasa (GPasa) | — | ↘ | ↓ |
| Fructosa 1,6-bifosfatasa (FBP) | — | ↗ | — |
| Glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PDH) | ↗ | ↗ | ↘ |
| Piruvato quinasa (PK) | — | ↗ | ↑ |
| Glicerol-3-fosfato deshidrogenasa (G3PDH) | ↓ | ↓ | ↓ |
| 3-hidroxiacil-CoA deshidrogenasa (HOAD) | — | ↘ | ↗ |
| Aspartato transaminasa (AST) | ↗ | ↑ | ↗ |
| Alanina transaminasa (ALT) | — | ↘ | ↓ |
| Glutamato deshidrogenasa (GDH) | — | — | ↓ |

Del mismo modo, la adición de AQUI-S® y de etomidato indujo la movilización diferencial de recursos energéticos respecto del grupo control, tal y como se observa en los parámetros plasmáticos (Figura 1).

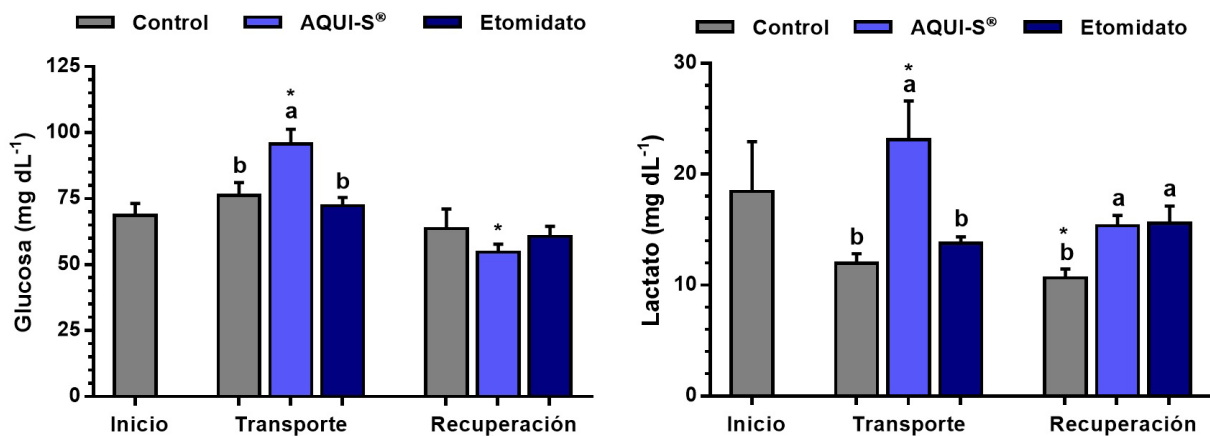


Figura 1. Glucosa y lactato en plasma de juveniles de dorada tras 6 h de transporte simulado (transporte) y 18 h de recuperación (recuperación) con dosis de sedación de AQUI-S® y etomidato. Los asteriscos (*) indican diferencia respecto del grupo a tiempo inicial; letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para cada tiempo experimental ($p < 0,05$).

A modo de conclusión, la adición de estos anestésicos en la dosis de sedación empleada no tuvo la respuesta esperada en *Sparus aurata*, reduciendo la movilización de metabolitos energéticos tras una situación de estrés por transporte. Todos los anestésicos probados modificaron los marcadores analizados a nivel periférico, pero todavía es necesario profundizar en los mecanismos de regulación a nivel central del sistema del estrés.

Agradecimientos

Proyecto financiado por MINECO: AGL2013-48835-C2-1-R y AGL2016-76069-C2-1-R.

En colaboración con la Red de Excelencia en Bienestar y Estrés en Peces: MINECO-AGL2016-81808-REDT.

Referencias

- [1] Schreck, C.B.; Tort, L.; Farrell, A.P.; Brauner, C.J. (2016). *Biology of Stress in Fish*.
- [2] Reglamento (UE) N°37/2010 de la Comisión de 22 de diciembre de 2009.
- [3] Ross, L. G. and Ross, B. (2008). *Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals*.

INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LA COLORACIÓN DE *GRACILARIOPSIS LONGISSIMA* (RHODOPHYTA) Y SUS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

Macías Andrade, Manuel ⁽¹⁾; Varela Álvarez, Elena ⁽²⁾; Bermejo Lacida, Ricardo ⁽³⁾;
Sánchez García, Josefina ⁽⁴⁾; Hernández Carrero, Ignacio ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Área de Ecología, Universidad de Málaga, Málaga,
manu.maciasandrade@gmail.com

⁽²⁾ Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve, 8005-139 Faro, Portugal,
elena_varela@yahoo.co.uk

⁽³⁾ Irish Seaweed Research Group & Earth and Ocean Sciences Department, National
University of Ireland, Galway, Ireland, bermejo1984@hotmail.com

⁽⁴⁾ Área de Tecnología de los Alimentos, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz,
fini.sanchez@uca.es

⁽⁵⁾ Área de Ecología, Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real, Cádiz,
ignacio.hernandez@uca.es

Palabras Clave: Pigmentos, color digital, lípidos, proteínas, minerales, metales.

Introducción

El incremento en la demanda de macroalgas para su uso alimentario en occidente, ha fomentado en los últimos años la mejora en las posibilidades de su cultivo [1]. El género de algas rojas *Gracilaria* es el más importante desde el punto de vista económico. Además de su uso tradicional en alimentación e industria [2], en la actualidad especies de este género están siendo utilizadas en elaboraciones en alta cocina [3-4]. *Gracilariopsis longissima*, es una especie que se desarrolla de forma natural en los esteros de la bahía de Cádiz y ya existen estudios previos sobre su cultivo [5], además de ser una especie comercializada en la zona (www.suralgas.com). Por todo ello, se realizó este estudio de cultivo controlado con distintos tratamientos, obteniendo de este modo productos atractivos para su uso en la restauración a partir de una misma especie.

Objetivo

El objetivo del mismo ha sido evaluar los efectos de tres variables ambientales (irradiancia, concentración de nutrientes y salinidad) en el crecimiento y la coloración de una especie de alga roja (*Gracilariopsis longissima*) en condiciones controladas de laboratorio. Sobre los colores más divergentes entre sí se evaluaron las propiedades nutricionales de los talos con el fin de ofrecer diferentes alternativas para su consumo, tanto de color del alga como de sus propiedades.

Metodología

Se realizó una primera etapa del experimento durante 9 días, con aproximadamente 5 gramos de biomasa en cada uno de los 36 matraces de un litro utilizados, considerando dos intensidades de luz (60 y 270 $\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$), tres salinidades (25, 35, 45), y dos medios de cultivo, con adición de nutrientes (1 mM de nitrato y 0,1 mM de fosfato) y sin adición de nutrientes (Fig.1).

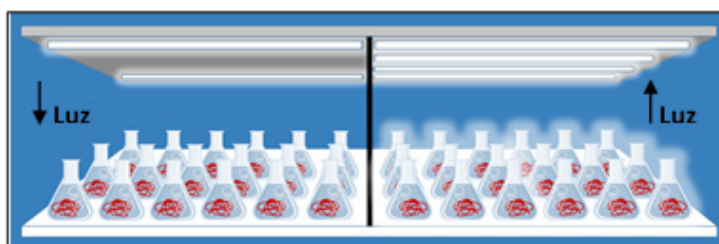


Figura 1. Disposición de matraces durante la primera etapa del experimento, sometidos a baja y alta irradiancia.

De esta primera etapa del experimento se eligieron los cuatro tratamientos con mayor diferencia en coloración a partir del análisis pigmentario complementado con un análisis de color digital (RGB). Los tratamientos seleccionados fueron: baja luz, con adición de nutrientes y salinidad 45 (color rojo oscuro); baja luz, sin adición de nutrientes y salinidad 25 (coloración marrón); alta luz, con adición de nutrientes y salinidad 35 (color rojo) y alta luz, sin adición de nutrientes y salinidad 25 (coloración verde-amarillenta). Se realizó una segunda etapa del experimento con estos tratamientos en acuarios de 15 litros con aproximadamente 100 gramos de biomasa (Fig. 2), durante 9 días, a partir de los cuales se llevó a cabo un análisis nutricional de los talos (lípidos, proteínas, minerales y metales pesados).

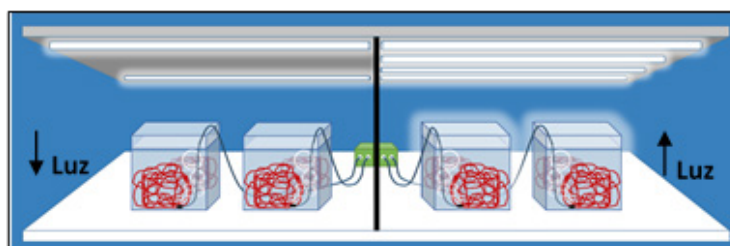


Figura 2. Disposición de acuarios durante la segunda etapa del experimento, sometidos a baja y alta irradiancia.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa informático "R". Para todos los análisis se fijó un valor de probabilidad para el rechazo de la hipótesis nula inferior al 5% (p -valor $< 0,05$).

Resultados

La mayor tasa de crecimiento diario (5 %) se encontró en el tratamiento de alta luz, con adición de nutrientes y salinidad 35. Se observó un efecto significativo de la intensidad de luz y la cantidad de nutrientes en todos los pigmentos analizados (clorofila *a*, carotenoides, ficoeritrina y ficocianina). Se obtuvieron claras diferencias entre los distintos colores en los talos (desde rojo muy oscuro a verde-amarillento).

El análisis nutricional de los cuatro talos seleccionados según su color, demostró claras diferencias entre los distintos tratamientos elegidos. Se analizó el contenido en lípidos (rango entre 0,70 y 1,63 mg g⁻¹ PS), proteínas (85,5-142,9 mg g⁻¹ PS), minerales (141,31-190,95 mg g⁻¹ PS), metales pesados e índice de contenido metálico (1,82-2,34 µg g⁻¹ PS). Destacaron los valores elevados de potasio en todos los tratamientos (103,12-161,04 mg g⁻¹ PS), mientras que los metales pesados estuvieron por debajo del nivel máximo para consumo de macroalgas, a excepción del Pb (9,32-11,71 µg g⁻¹ PS), pudiéndose deber a la contaminación del agua de cultivo.

Conclusiones

Los experimentos realizados han podido seleccionar coloraciones para *Gracilariopsis longissima* de interés para la industria gastronómica. Los cultivos seleccionados varían tanto en su coloración como en las características nutricionales.

La luz y la concentración de nutrientes influyen en la variación de pigmentos, y por ello en la coloración de *Gracilariopsis longissima*. La mayor concentración pigmentaria tuvo lugar a baja intensidad de luz y alta concentración de nutrientes. La salinidad sólo afectó al contenido en ficocianina, siendo mayor a salinidad 45.

Se obtuvieron contenidos en minerales superiores a los contenidos en alimentos a los que tradicionalmente se le atribuye un importante contenido en minerales.

La información generada en este estudio será de gran utilidad para la realización de cultivos a mayor escala en los que se prime la obtención de diferentes morfotipos con distinta coloración y características nutricionales para su uso como productos atractivos en restauración.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado gracias a la financiación del Proyecto de Excelencia titulado “Optimización de la recolección al aire libre de macroalgas destinadas a la industria alimentaria en esteros de la bahía de Cádiz. Potencial nutricional/gastronómico e implicaciones ambientales” (EALGA; RMN-1235), financiado por la Consejería de Economía y Crecimiento de la Junta de Andalucía.

Referencias

- [1] FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Roma. 224 pp.
- [2] Society and Seaweed: Understanding the past and present. Delaney, A., Frangoudes, K. En *Seaweed in Health and Disease Prevention* (Fleurence, J., Levine, I. editors), 7-40, 2016.
- [3] Seaweeds: edible, available and sustainable. Mouritsen, O. G. University of Chicago Press. 2013.
- [4] ¿Las algas se comen? Un periplo por la biología, la historia, las curiosidades y la gastronomía. Pérez-Lloréns, J. L., Hernández, I., Vergara, J. J., Brun, F. G., León, A. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz. 2016.
- [5] Culture of *Chondracanthus teedei* and *Gracilariopsis longissima* in a traditional Salina from Southern Spain. Bermejo, R., Macías, M., Cara, C. L., Sanchez-García, J., Hernández, I. *Journal of Applied Phycology*. 2018.

EL ADITIVO “RELAX-FISH” MODULA EL EFECTO DE LA DENSIDAD DE CULTIVO SOBRE EL METABOLISMO DE LA DORADA (*SPARUS AURATA*)

Marín-Rincón, Adrián; Jerez-Cepa, I.; Ruiz-Jarabo, I.; Mancera, J.M.

Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), Universidad de Cádiz
ismael.jerez@uca.es

Palabras Clave: aditivo, “relax-fish”, estrés, densidad, *Sparus aurata*

Introducción y Objetivos

La dorada (*Sparus aurata*), debido a la buena apreciación de su carne y su valor comercial, es una de las especies marinas más importante para la acuicultura española y europea. Su cultivo ha sido ampliamente estudiado y optimizado; sin embargo, el continuado crecimiento de la industria acuícola, así como la concienciación social sobre el bienestar de los animales para consumo humano, han originado la aparición de numerosos productos comerciales para mejorar tanto las condiciones de los animales como el rendimiento de las instalaciones de cultivo.

Los peces de cultivo están sometidos a numerosos procesos de estrés que pueden comprometer el estado fisiológico de los individuos y, por lo tanto, la calidad final del producto. Actualmente se emplean y analizan numerosos aditivos para piensos que atenúen los efectos producidos por el estrés típico de la práctica acuícola. Procesos habituales como la clasificación de lotes, el confinamiento o el transporte activan el sistema del estrés, generando respuestas que llevan desde la movilización de energía, hasta la depresión del sistema inmune o incluso la muerte [1]. En este contexto, el aditivo comercial “Relax-Fish” (RF) se presenta como alternativa para reducir la respuesta al estrés en los animales de cultivo, mediante la inhibición de la transmisión de las señales de ansiedad a través de los receptores α -GABA. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar los efectos de este aditivo sobre el sistema de estrés de la dorada en condiciones de elevada densidad de cultivo. El análisis del crecimiento, y parámetros fisiológicos asociados a las respuestas al estrés (cortisol, metabolitos energéticos y actividades enzimáticas del metabolismo intermediario), permitirá determinar el potencial efecto relajante del aditivo sobre esta especie.

Material y Métodos

Con este propósito, se realizó un experimento en el cual juveniles de dorada (*S. aurata*), con un peso inicial aproximado de 30 g, se dispusieron en bandejas de 75 L en dos condiciones de cultivo: alta y baja densidad ($11,5 \text{ kg m}^{-3}$ y 4 kg m^{-3} respectivamente). Los animales se alimentaron durante 91 días con dos piensos diferentes para cada densidad: i) alimento control; y ii) alimento suplementado con “Relax-Fish” ($1 \text{ g RF kg pienso}^{-1}$). Cada grupo experimental se estableció en triplicado siguiendo el diseño de la Figura 1. Cada dos semanas se recogieron medidas de longitud y peso para determinar el crecimiento. A los 3 meses, se tomaron muestras de sangre, hígado y músculo para determinar los parámetros de respuesta al estrés a nivel hormonal y metabólico. Todo el experimento se realizó en las dependencias del SCI-CM del Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos (CASEM) de la Universidad de Cádiz (Cód. REGA: ES110280000312), según las directrices de bienestar animal y experimentación de la legislación europea (Directiva 2010/63/UE).

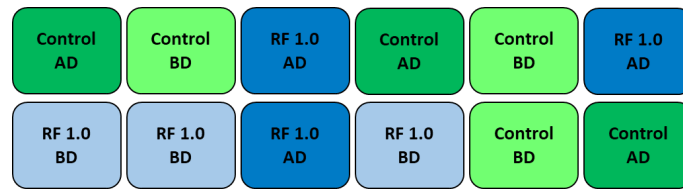


Figura 1. Esquema de la distribución de las bandejas según las condiciones de alimentación y densidad de cultivo. AD: alta densidad; BD: baja densidad; control: alimento sin aditivo; RF: alimento con el relajante incluido.

Resultados y Discusión

Tras 3 meses en estas condiciones se observó cómo los animales a baja densidad crecieron más que los de alta densidad (Figura 2), como era esperable debido al estrés sometido [2]. Del mismo modo, la adición del relajante mejoró el crecimiento respecto al grupo control en ambas densidades, llegando incluso a igualar el peso de los animales del grupo BD-control con los de AD-RF (Figura 2). A su vez, no se observaron diferencias originadas por la densidad de carga o la inclusión del alimento sobre el índice hepatosomático. Esto nos sugiere que el aditivo no afecta al estado general del hígado de la dorada.

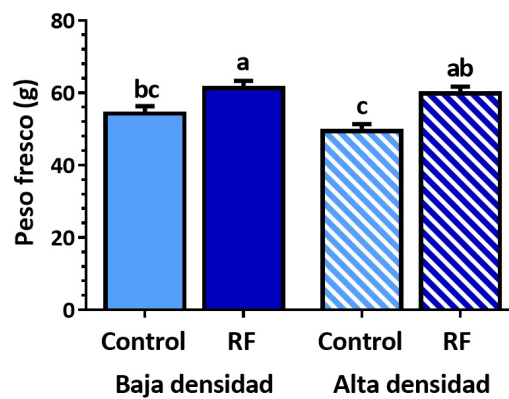


Figura 2. Peso final de los juveniles de dorada tras 91 días en las condiciones de densidad (alta y baja) y alimentación establecidas (control y “relax-fish”). Las letras representan diferencias significativas entre los grupos experimentales (ANOVA a una vía; $p < 0,05$).

La modulación del crecimiento también se vio reflejada en los parámetros metabólicos determinados en plasma, hígado y músculo, donde se aprecia el efecto negativo de la densidad sobre el metabolismo de carbohidratos, lípidos y aminoácidos. En la Figura 3, a modo de ejemplo, se muestra como la actividad AST en hígado, fundamental en el catabolismo de aminoácidos, se vio reducida a causa de la administración del relajante. Del mismo modo, mediante la actividad HOAD en el músculo podemos observar que el estrés por densidad aumenta el catabolismo de ácidos grasos y cómo el relajante elimina ese efecto, equiparando los niveles del grupo BD-control con los de AD-RF (Fig. 3).

Nuestros resultados indican que la administración del aditivo genera una activación del metabolismo anabólico de los juveniles de *S. aurata*, lo cual se traduce en una mejora del crecimiento de los mismos. Aunque todavía es necesario profundizar en el efecto del aditivo sobre los mecanismos que regulan estas respuestas, como conclusión, el aditivo “Relax-fish” resultó beneficioso para el cultivo de dorada en condiciones de alta densidad.

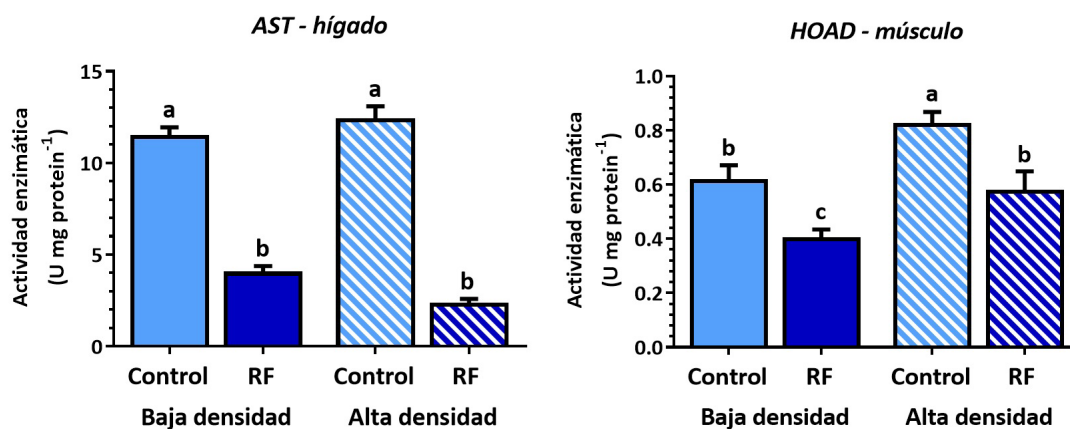


Figura 3. Actividad enzimática AST en hígado (izq.) y HOAD en músculo (dcha.) determinadas en juveniles de dorada tras 91 días en las condiciones de densidad (alta y baja) y alimentación establecidas (control y “*relax-fish*”). Las letras representan diferencias significativas entre los grupos experimentales (ANOVA a una vía; $p < 0,05$).

Agradecimientos

Proyecto financiado por MINECO (AGL2013-48835-C2-1-R) y contrato CDTI (Referencia OT2014/033). Dentro de la Red de Excelencia en Bienestar y Estrés en Peces: MINECO-AGL2016-81808-REDT.

Referencias

- [1] Schreck, C.B.; Tort, L.; Farrell, A.P.; Brauner, C.J. (2016). *Biology of Stress in Fish*.
- [2] Tort, L.; Sunyer, J.O.; Gomez, E.; Molinero, A. (1996). *Vet Immunol Immunopath* 51, 1-2.

MODELANDO LOS EFECTOS AMBIENTALES EN LOS PRIMEROS ESTADIOS DE DOS ESPECIES CONGÉNERES *DICENTRARCHUS PUNCTATUS* Y *DICENTRARCHUS LABRAX* EN EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR

Mohamed-Santamaría, Sara⁽¹⁾; González-Ortegón, Enrique^(2,3); Vilas, César⁽⁴⁾;
Baldó, Francisco⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales (UCA),
sara.mohamedsantamaria@alum.uca.es

⁽²⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC),
quique.gonzalez@icman.csic.es

⁽³⁾ Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR)

⁽⁴⁾ IFAPA Centro El Toruño, El Puerto de Santa María, Spain

⁽⁵⁾ Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Cádiz,
francisco.baldo@ieo.es

Palabras Clave: *Dicentrarchus labrax*, *Dicentrarchus punctatus*, estuario, nursery, juveniles.

Los estuarios son reconocidos como importantes hábitats de cría para numerosas especies marinas de peces debido a su alta productividad [1,2]. Estos sistemas costeros presentan una alta presencia de alimento y baja presión por parte de los predadores, por lo que son utilizados como áreas de crecimiento por los primeros estadios de vida de muchas especies marinas como por ejemplo el róbalo *Dicentrarchus labrax* y la baila *D. punctatus* [2]. A pesar de ello, los estuarios son ecosistemas vulnerables a la presión humana [3], y por ello, han sido ampliamente estudiados, como es el caso del estuario del Guadalquivir [4].

En este trabajo se ha identificado y descrito el área de cría o nursery utilizado por las especies *D. labrax* y *D. punctatus* en el estuario del río Guadalquivir. Se han descrito sus patrones de abundancia y se ha explicado la distribución espacial y temporal de las postlarvas y juveniles de estas especies, en base a la variabilidad ambiental del estuario.

Muestreos mensuales de la comunidad acuática en este estuario entre junio de 1997 y mayo de 2015 han permitido elaborar una larga serie temporal que es la base de este estudio. Durante este largo periodo, cada luna nueva, dos estaciones fueron muestreadas: una oligohalina (Tarfia), situada a 32 km de la desembocadura, y otra polihalina (Bonanza), a 8 km de la desembocadura. En cada estación, se tomaron, a lo largo de 24h, cuatro muestras, correspondientes con el inicio de cada periodo mareal (dos crecientes y dos vaciantes), desde un barco angulero tradicional equipado con redes de pesca de 1mm de luz de malla. Estos muestreos han permitido estimar las abundancias de nuestras especies objetivo, así como la de sus principales presas, los misidáceos [1]. Además, se registraron las variaciones en la temperatura, salinidad y turbidez y se tuvieron en cuenta los aportes de agua dulce al estuario (desembalses desde la presa de Alcalá del Río y precipitaciones).

Modelos GAM (*Generalized Additive Models*) para cada especie fueron usados para conocer qué variables ambientales explicaban mejor las abundancias de estas especies en el espacio y tiempo.

Los resultados reflejaron que el estuario del Guadalquivir sirve como una importante zona de cría para postlarvas y juveniles de estas especies de teleósteos marinos, mostrando diferentes periodos de colonización, en concreto, de marzo a abril para *D. labrax* y de abril a junio para *D. punctatus*, posiblemente por diferentes periodos de puesta o como resultado a un mecanismo evolutivo para evitar la competencia entre ellas. Ambas especies estuvieron presentes en los dos puntos de muestreo, gracias a la gran capacidad eurihalina de *Dicentrarchus sp.* [2], aunque mostraron mayor abundancia en Bonanza. Además, también mostraron diferentes

comportamientos en su distribución en el estuario, mientras que *D. punctatus* prefirió la masa de agua creciente (mas turbia y de menor salinidad), *D. labrax* fue más abundante en la vaciante (menos turbia y de mayor salinidad). Estadísticamente, los modelos GAM señalaron a la abundancia de *D. punctatus* principalmente relacionada con la temperatura, desembalses y la abundancia del misidáceo *Mesopodopsis slabberi*, mientras que las variables que mejor explicaban la abundancia de *D. labrax* fueron temperatura, desembalses y la abundancia del misidáceo *Neomysis integer*.

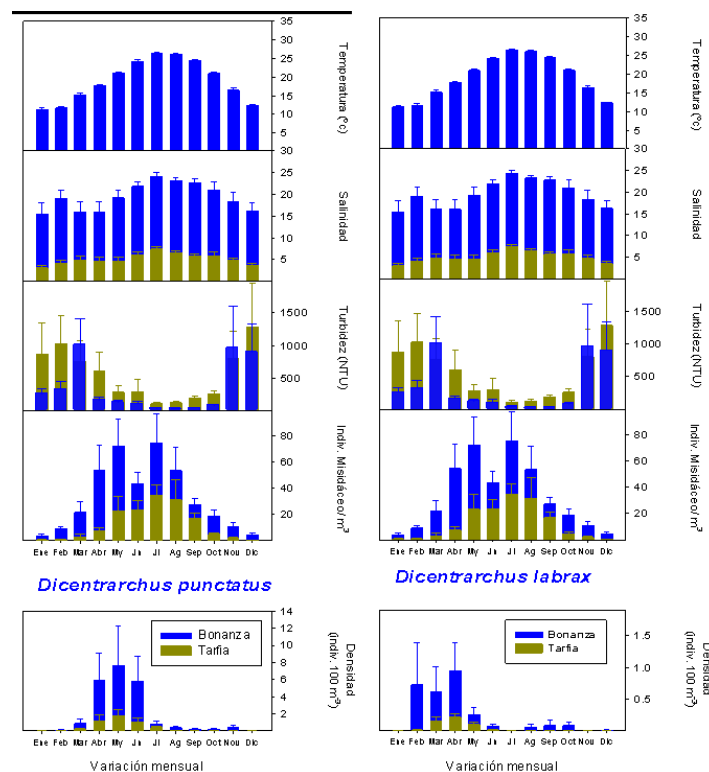


Figura 1. Cambios estacionales de temperatura, salinidad, turbidez, densidad misidáceos y densidad de la baila y el róbalo en el estuario del Guadalquivir (junio 1997-mayo 2015). Color oscuro Bonanza, color claro Tarfia.

Ambos modelos coinciden en la temperatura y desembalses. La temperatura favorece la actividad reproductora y el crecimiento larvario, lo que conllevaría a un aumento de las densidades de postlarvas y juveniles de ambas especies en el estuario [2], mientras que los desembalses ayudan a la formación de plumas de agua dulce, que pueden actuar como indicadores de la proximidad del estuario (su zona de cría), ejerciendo un efecto “llamada” que propicia la colonización de postlarvas de estas especies hacia el estuario [5]. La presencia de los misidáceos (*M. slabberi* y *N. integer*) en los modelos refleja la importancia del alimento en la función del estuario como zona de cría de estas dos especies marinas de alto interés comercial [2].

Agradecimientos

A las instituciones que han participado en este proyecto: Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC), Centro Oceanográfico de Cádiz (IEO), IFAPA y a la Universidad de Córdoba. Este proyecto ha sido financiado por el Fondo Europeo para la Pesca Sostenible y aquellas agencias financiadoras que han confiado en la utilidad de mantener largas series temporales de datos en el estuario del Guadalquivir: Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía), Consejería Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Dirección General de Pesca y Acuicultura y el Servicio de ordenación de los recursos pesqueros (Junta de Andalucía).

Referencias

- [1] Baldó, F. and Drake, P. 'A multivariate approach to the feeding habits of small fishes in the Guadalquivir Estuary', *Journal of Fish Biology*, 61(2002), pp. 21–32. doi: 10.1006/jfbi.2002.2064.
- [2] Jennings, S. and Pawson, M. 'The origin and recruitment of bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae to nursery areas.' *Marine Biology*, 72 (1992), pp. 199–212.
- [3] Day, J. W., Yáñez-Arancibia, A., Kemp, W. M. (2013). 'Human impact and management of coastal and estuarine ecosystems'. *Estuarine Ecology, Second Edition*, 483-495
- [4] González-Ortegón, E., Baldó, F., Arias, A., Cuesta, J. A., Fernández-Delgado, C., Vilas, C., & Drake, P. "Freshwater scarcity effects on the aquatic macrofauna of a European Mediterranean-climate estuary". *Science of the Total Environment*, 503 (2015), pp. 213-221.
- [5] Saillant, E., Fostier, A., Haffray, P., Menu, B. and Chatain, B. 'Saline preferendum for the European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae and juveniles: effect of salinity on early development and sex determination.' *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 287(2003), pp. 103–117.

LOCALIZACIÓN BIOINFORMÁTICA DE MIRNAS POTENCIALES EN EL GENOMA DEL LENGUADO SENEGALÉS (*SOLEA SENEGALENSIS*, KAUP 1858)

Ramírez Torres, Daniel; Arias Pérez, Alberto; Rebordinos González, Laureana
Área de Genética, Departamento Biomedicina, Biotecnología y Salud Pública,
INMAR, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz. España.

daniel.ramirezto@alum.uca.es, alberto.arias@uca.es, laureana.rebordinos@uca.es

Palabras Clave: Solea senegalensis; genética; bioinformática; microRNA; genoma; acuicultura.

Actualmente existe un creciente interés en diversificar el cultivo de peces y su comercialización. Es por esto que en la región sur atlántica española gran parte de los esfuerzos y proyectos realizados se enfocan en nuevas especies de peces comerciales, entre las que se incluye el lenguado senegalés. Esta especie junto al lenguado común, el rodaballo o el fletan muestran un gran interés en acuicultura debido a sus características; presentando un alto precio en mercado y acrecentando el interés en su cultivo. Hoy en día se desarrollan numerosos proyectos de investigación con el objetivo de conseguir llevar a cabo la producción de *Solea senegalensis*, la cual está limitada dada la dificultad para conseguir la reproducción de esta especie en cautividad. Teniendo en cuenta que el cultivo del lenguado senegalés no se ha conseguido de forma integral y dado que el control de su reproducción no es tan conocido como el de otras especies cultivadas es importante la realización de estudios que permitan ampliar los conocimientos sobre su naturaleza con el fin de aportar información que pueda contribuir al desarrollo de su producción.

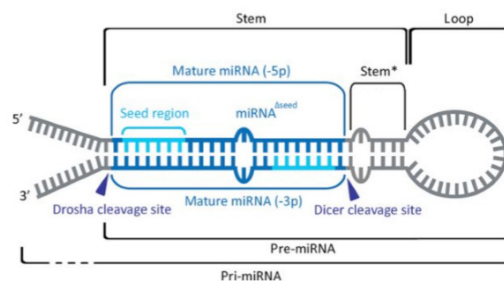


Figura 1. Representación de la estructura de un miRNA [1]

El objetivo de este proyecto fue profundizar en la caracterización de la estructura del genoma del lenguado senegalés a través de la búsqueda de microRNAs o miRNAs en secuencias obtenidas de genotecas BAC de esta especie (Fig. 1). Los miRNAs son pequeñas moléculas de ARN no codificantes [1] las cuales toman parte en la regulación de la expresión génica. Un solo miRNA puede actuar sobre miles de ARN mensajeros controlando así múltiples genes, del mismo modo que un gen puede estar controlado por múltiples miRNAs. Varios estudios presentan la relación de estas moléculas con la inhibición de la expresión génica e incluso se ha demostrado su intervención en procesos fisiológicos como el desarrollo muscular [2,3], la respuesta inmunológica [4] e incluso el desarrollo de cánceres [5]. Dado el papel de estas moléculas en la regulación de la expresión génica, su estudio ayudaría a conocer mejor los mecanismos que regulan determinados aspectos de interés como son el crecimiento o la reproducción, procesos fundamentales en acuicultura.

En este proyecto se creó una base de datos a partir de secuencias de BACs de *S. senegalensis* para rastrear secuencias de miRNAs extraídas de una base de datos, MiRBase (www.mirbase.org), un sistema de almacenamiento con anotaciones y secuencias de miRNA publicados en múltiples especies. Se realizó un análisis BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) de nucleótidos entre las secuencias BAC y las secuencias

maduras de miRNA descritos en otras especies. De los resultados obtenidos se usaron aquellos con valor esperado 10^{-6} , ausencia de *indels*, cuatro o menos emparejamientos incorrectos, cobertura del 100% y porcentaje de identidad mayor o igual al 75%.

Tras la identificación de secuencias con similitud a miRNAs maduros se extrajeron las mismas junto a una región flanqueante de unas 100 pares de bases en sentido 5' y 3' para realizar un análisis de sus estructuras secundarias (Fig. 2) con MIRENA v2.0 y RNAfold. La presencia de las estructuras secundarias típicas de estas moléculas apoyaría que se trata de secuencias activas.

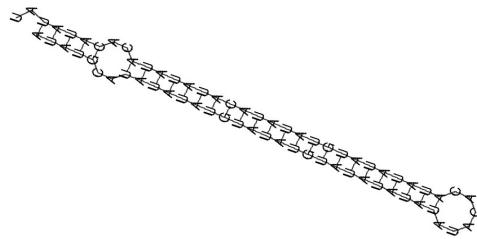


Figura 2. Estructura secundaria generada a partir de una secuencia con similitud a un miRNA previamente descrito.

Se realizaron un total de 560.248 comparaciones, donde se identificaron 260 secuencias con similitud a miRNAs maduros descritos en otras especies, siendo 12 de ellas similares a miRNAs descritos en peces (pez zebra, fletán, carpa europea,...), llevando a cabo un estudio de la relación de estas secuencias con los miRNAs con los que presentaron homología y describiendo las posibles funciones de los mismos. Así mismo se estudió la distribución del número de secuencias identificadas en cromosomas (Fig.3). Las secuencias identificadas en peces presentan la estructura secundaria típica de las secuencias pre-miRNA, un aspecto que apoyaría su posible funcionalidad. En peces, estos miRNAs se relacionan con funciones como el desarrollo esquelético-muscular, el desarrollo embrionario y otras con funciones fundamentales como el metabolismo. En un futuro sería de interés la realización de estudios de expresión, con el objetivo de identificar los miRNAs aquí presentados.

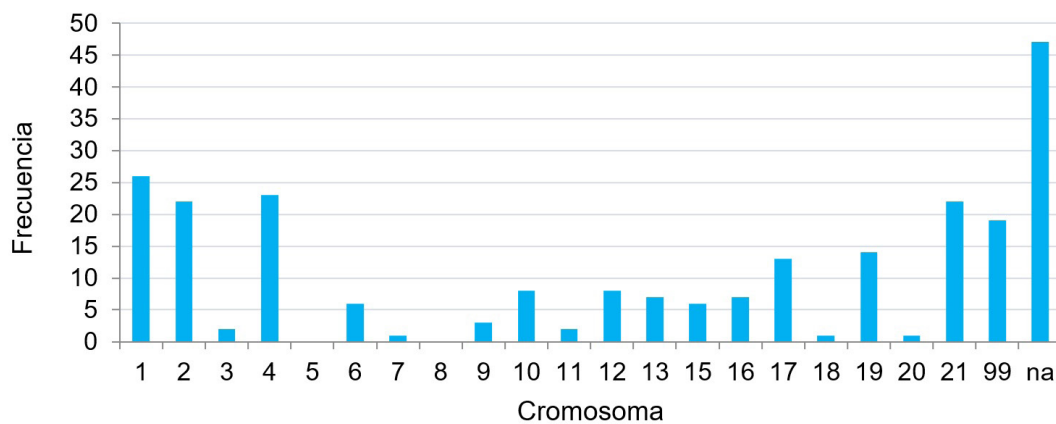


Figura 3. Distribución del número de secuencias identificadas con similitud a miRNAs en cromosomas. Se representa la frecuencia absoluta por cromosoma, denominando como “NA” los casos correspondientes a BAC cuyo cromosoma es desconocido y “99” para BAC que hibridan con varios cromosomas.

Referencias

- [1] Skok, J., Godic, I., Zorc, M., Horvat, S., Dovc, P., Kovac, M. y Kunej, T. (2013). *Animal Genetics*. Stichting International Foundation for Animal Genetics, 44. 669 – 677.
- [2] Campos, C., Valente, L.M., Conceicao, L.E., Engrola, S., Sousa, V., Rocha, E. y Fernandes, J.M. (2013). Incubation temperature induces changes in muscle cellularity and gene expression in Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Gene* 2013, 516 (2). 209–217.
- [3] Campos, C., Sundaram, A., Valente, L., Conceicao, L., Engrola, S. y Fernández, J. (2014). Thermal plasticity of the miRNA transcriptome during *Solea Senegalensis* development. *BMC Genomics*.15:525. 4 – 13.
- [4] Shizuya, H., Birren, B., Kim, U.J., Mancino, V., Slepak, T., Tachiiri, Y., Simon, M. (1992). Cloning and stable maintenance of 300-kilobase-pair fragments of human DNA in *Escherichia coli* using an F-factor-based vector. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 89, 8794 – 8797.
- [5] Lu, J., Getz, G., Miska, E.A., Alvarez-Saavedra, E., Lamb, J., Peck, D., Sweet-Cordero, A., Ebert, B.L., Mak, R.H., Ferrando, A.A., Downing, J.R., Jacks, T., Horvitz, H.R., Golub, T.R. (2005). MicroRNA expression profiles classify human cancers. *Nature*, 435, 7043.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA FRESCURA DE LA LECHUGA DE MAR (*ULVA LAMINAR* SP.) RECOLECTADA EN LOS ESTEROS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ

Sánchez-García, Josefina ⁽¹⁾; Hernández, Ignacio ⁽²⁾; Palacios, Víctor ⁽¹⁾; Roldán, Ana ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Área de Tecnología de los Alimentos, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, fini.sanchez@uca.es; victor.palacios@uca.es; ana.rolدان@uca.es

⁽²⁾ Área de Ecología, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, ignacio.hernandez@uca.es

Palabras Clave: frescura, calidad, *Ulva laminar sp.*, esteros.

Introducción

En los últimos años los consumidores están más interesados por su salud y el cuidado del medioambiente, lo que ha favorecido un incremento en su dieta de productos saludables como las verduras, el pescado fresco y, más recientemente, las macroalgas. La frescura es el atributo más importante cuando se evalúa la calidad del pescado o la verdura fresca [1, 2]. La evaluación de la frescura no solo puede establecer la vida útil de estos productos en estado fresco sino también mejorar las técnicas para su conservación y establecer otras posibles formas de almacenamiento. Aunque los aspectos relacionados con la calidad y la frescura de estos productos están claramente establecidos no ocurre lo mismo con las algas, alimentos marinos conocidos como los vegetales del mar. Las algas, son productos que tienen características marinas como los pescados, pero además son organismos que siguen vivos después de su recolección, como las frutas o las verduras, dando lugar a cambios durante su almacenamiento que conllevan a su pérdida de frescura [3].

Objetivo

El estudio tiene como objetivo determinar el grado de frescura y, por tanto, de la calidad de *Ulva laminar sp.* recolectada en los esteros de la bahía de Cádiz y determinar los parámetros más adecuados para poder evaluar la vida útil de este producto durante su almacenamiento en refrigeración.

Metodología

Para determinar el grado de frescura o calidad de las algas recolectadas se procedió a utilizar distintas metodologías. Dado que no existen estudios previos sobre parámetros que determinen la frescura de las algas se realizó una adaptación según los métodos de análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensorial existentes para productos marinos (pescado y marisco) y teniendo en cuenta también algunas de las metodologías empleadas para los vegetales, dada su semejanza con las algas. Las medidas que se realizaron fueron: pH, nitrógeno básico volátil total (NBVT) y trimetilamina (TMA), además de un control microbiológico y una evaluación sensorial a lo largo del estudio.

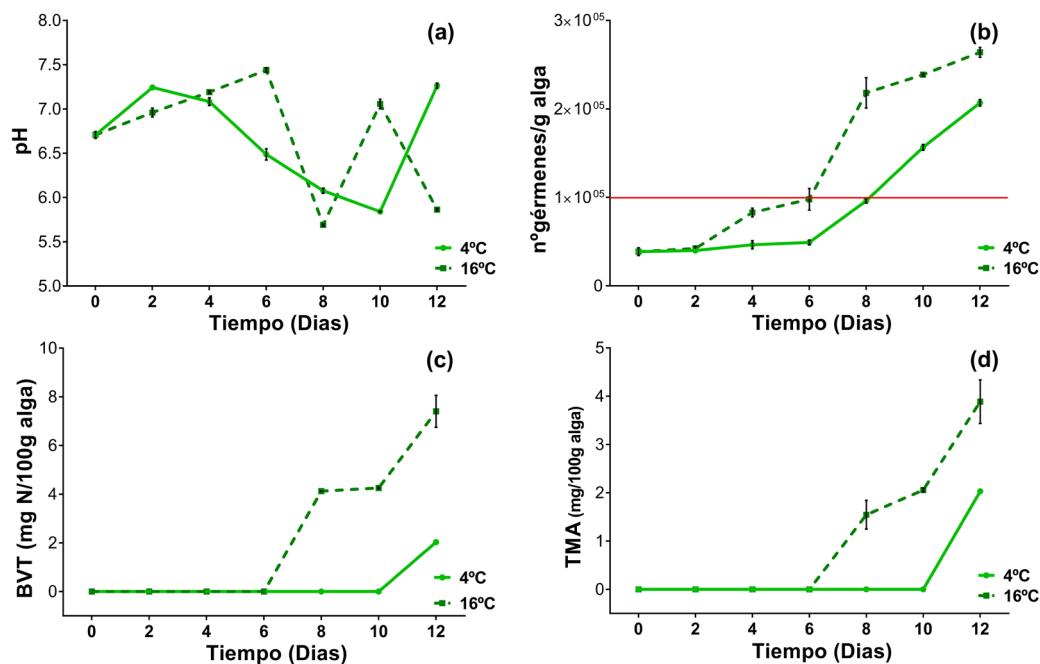


Figura 1. pH (a), microbiológico (b), BVT(c), TMA (d).

Resultados

Como se puede observar en la Fig. 1 (a), el pH no presenta una evolución clara, produciéndose los primeros días un aumento y posteriormente una disminución más prolongada en el tiempo en el caso de las algas almacenadas a 16°C. En este caso, además, se produce un aumento del pH a los 12 días de almacenamiento coincidiendo con los mayores niveles de bases volátiles y trimetilamina.

En cuanto al control microbiológico (Fig. 1(b)), el aumento fue más rápido a temperatura de almacenamiento de 16°C, alcanzándose el límite de gérmenes para consumo humano a los 6 días, mientras que a 4°C se superó el límite a los 10 días. Del mismo modo se comportaron los parámetros de BVT y TMA Fig. 1(c) y 1(d), alcanzándose mayores niveles a mayor temperatura, pero sin llegar a superar los niveles de toxicidad. Este aumento de BVT y TMA se produce a ambas temperaturas en el momento en que el número de microorganismos supera el límite para consumo humano.

Para el análisis organoléptico se realizaron catas sensoriales por un panel previamente entrenado estableciendo los descriptores, que como puede observarse en la Fig. 2, la apariencia y el tacto se van deteriorando a medida que pasa el tiempo, siendo este deterioro más acusado a 16°C. Todos los parámetros disminuyen a excepción de la pegajosidad, que aumenta a medida que el producto pierde frescura. En cuanto al aroma, los característicos de esta especie son a alga, roca, molusco, pescado fresco o crustáceo. Dichos aromas, presentes en las primeras etapas, fueron disminuyendo e incluso desapareciendo a lo largo del tiempo, siendo más evidente dicha disminución a 16°C. En cuanto al sabor y tacto en boca, la tendencia fue una disminución del sabor marino y aumento de los sabores vegetales. También, se observó un deterioro en la persistencia, dureza y masticabilidad del alga con el paso de los días. Por último, cabe destacar que los últimos días de estudio, no se pudo realizar la cata en boca debido a su mal aspecto y olores desagradables, los cuales aparecieron más tarde en las muestras de 4°C. En todos los casos, los cambios visuales observados estuvieron acompañados de cambios en el sabor y aroma de las algas, debidos a su deterioro.

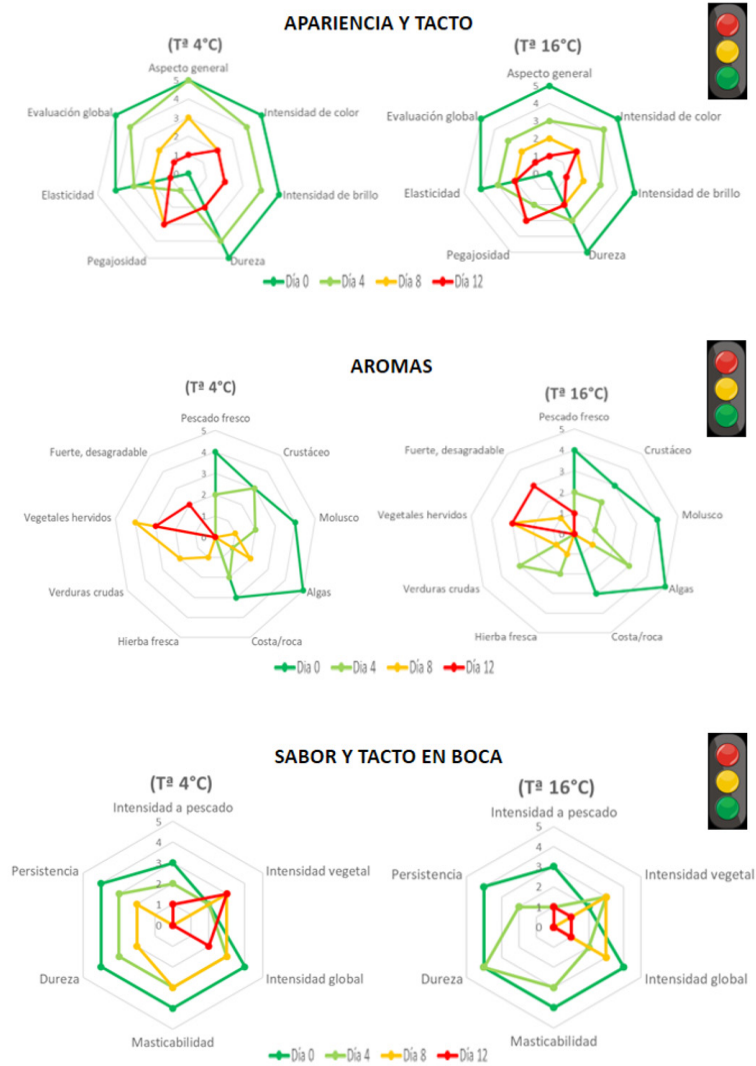


Figura 2. Evolución sensorial del alga a ambas temperaturas.

Conclusiones

Tras el estudio y evaluación de la frescura de *Ulva laminar* sp., recolectada en los esteros de la bahía de Cádiz, a distintas temperaturas de almacenamiento, los parámetros que mostraron mayor utilidad para evaluar su frescura fueron el análisis microbiológico y organoléptico. La vida útil de las algas estudiadas se prolonga disminuyendo la temperatura de almacenamiento a 4°C ya que a dicha temperatura la velocidad de deterioro es menor.

Agradecimientos

Al Proyecto de Excelencia titulado “Optimización de la recolección al aire libre de macroalgas destinadas a la industria alimentaria en esteros de la bahía de Cádiz. Potencial nutricional/gastronómico e implicaciones ambientales” (EALGA; RMN-1235), financiado por la Consejería de Economía y Cocimiento de la Junta de Andalucía.

Referencias

- [1] Freshness assesment of European eel (*Anguilla Anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. Y. Özogul, G. Özyurt, G. E. Kuley, A. Polat, Food Chem. 92 (2005) 745-751.
- [2] Consumer freshness perception of spinach samples exposed to different storage conditions. Y. J. Jung, A. Padmanabahn, J. H. Lim, K. O. Kim. Postharv bio. 73 (2012) 115-121.
- [3] Fruits and vegetables. J. Aked. In D. Kilcast, P. Subramaniam (Eds.9, The Stability and Shelf-life of Food. CRC Press, Boca Raton/Boston/NewYork/Washington, DC, (2000) p. 249-273.

¿CLIMA O PESCA? UNA APROXIMACIÓN SIMULADA PARA ESTUDIAR LA DISMINUCIÓN DE LA ABUNDANCIA DEL VORAZ (*PAGELLUS BOGARAVEO*) EN EL ESTRECHO GIBRALTAR

Sanz-Fernández, Víctor ⁽¹⁾; Gutiérrez-Estrada, Juan Carlos ⁽¹⁾; Pulido-Calvo, Inmaculada ⁽¹⁾; Gil-Herrera, Juan ⁽²⁾; Benchoucha, Said ⁽³⁾; el Arraf, Sana ⁽³⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Campus de la Rábida, Universidad de Huelva, Palos de la Frontera, Huelva, Spain.
victor.sanz178@alu.uhu.es. juanc@dcaf.uhu.es. ipulido@dcaf.uhu.es

⁽²⁾ Dpto. de Recursos Pesqueros, Instituto Español de Oceanografía, Cádiz, Spain.
juan.gil@cd.ieo.es

⁽³⁾ Institut National de Recherche Halieutique, Tanger, Morocco.
benchouchasaidinrh@gmail.com. sanaelarraf@gmail.com

Palabras Clave: Besugo de la Pinta, Biomasa, Pesquería, Oceanografía, ARIMA.

En este estudio, se ha realizado una evaluación de la influencia de siete variables ambientales-oceanográficas (temperatura, salinidad, flujo de la salinidad, flujo de calor, velocidad del viento, velocidad de la corriente y clorofila) y dos índices climáticos (NAO y AO) sobre la variación de la biomasa de la población del Voraz (*Pagellus bogaraveo*) en el Estrecho de Gibraltar integrando el ciclo vital simulado de esta especie y las capturas reales registradas entre 1983 y 2016.

Con este objetivo, un modelo dinámico discreto [1] fue aplicado para simular en diferentes escenarios la biomasa de Voraz en una escala temporal mensual. Modelos ARIMA fueron aplicados posteriormente a las series temporales de biomasa para extraer el efecto de la componente pesca y correlacionar la serie residual resultante con cada uno de los parámetros oceánicos/ambientales e índices climáticos anteriores. Por ello, simulando el ciclo de vida de la especie en condiciones ambientales constantes y asumiendo una dependencia lineal entre la abundancia pasada y presente, es posible que el efecto ambiental sobre la abundancia de la población esté contenido en el residuo no explicado por el modelo ARIMA. Los diferentes escenarios se plantearon modificando fundamentalmente los parámetros de la relación stock-reclutamiento tipo Ricker y la proporción de la puesta entre los meses de enero-febrero y marzo.

Desde que se inicia la pesquería en el año 1983, la serie desembarcos de voraz se ha visto sometida a importantes variaciones caracterizada por dos ciclos, cuyos máximos se alcanzan en junio de 1997 (144.6 t) y 2009 (138.9 t) y sus mínimos en marzo de 1999 (8.2 t) y febrero de 2004 (15.1 t). La pesquería mostró tener una tendencia general negativa así como una fuerte y marcada componente estacional caracterizada por un aumento de los desembarcos desde enero hasta junio y un descenso estable hasta octubre (Figura 1).

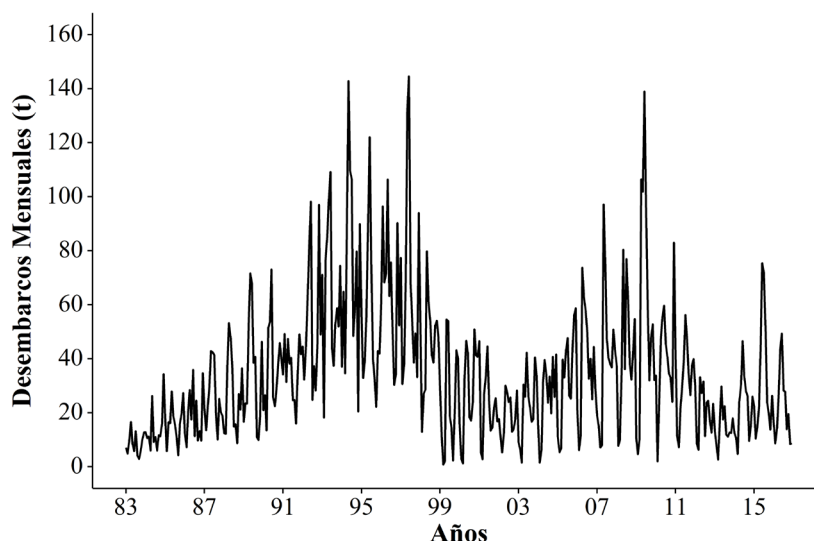


Figura 1. Evolución temporal (1983-2016) de los desembarcos de voraz considerando los principales puertos comerciales (Tarifa, Algeciras, Ceuta, Conil y Tánger).

Independientemente, del escenario analizado, los términos de error proporcionados por los modelos ARIMA (MAE, %SEP y PI) indicaron una fuerte dependencia de auto-regresión de la serie de biomasa simulada con la componente pesca, lo que representó en el peor de los casos el 80% de la variación de biomasa de Voraz en el Estrecho de Gibraltar. Entre 1983 y 2016, parte de la variación no explicada por la componente pesca fue explicada en ciertos años por los parámetros ambientales e índices climáticos. Estas correlaciones fueron particularmente significativas para la anomalía de la temperatura del agua, la anomalía de la salinidad y el índice NAO (Figura 2).

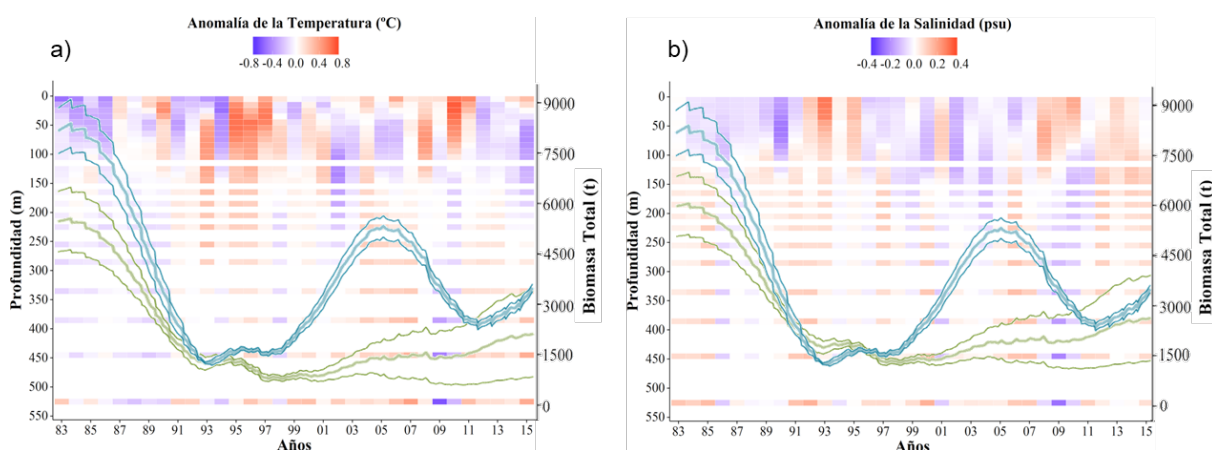


Figura 2. Anomalía de la temperatura a) y de la salinidad b) en función de profundidad. Cada sector es el promedio de la temperatura y salinidad de una superficie comprendida entre 35°-37.5° N y 6.5°-5° W. Se muestra la evolución de la biomasa promedio \pm límites de confianza al 95% de dos escenarios diferentes azul 1 y verde 2.

Por tanto, nuestros análisis sugieren que el principal factor responsable del descenso drástico de la abundancia de Voraz en el Estrecho de Gibraltar es la sobreexplotación del recurso y además que las condiciones ambientales tuvieron un efecto limitado, que según el año, favoreció o perjudicó la recuperación del stock.

Los resultados indican la necesidad de tomar medidas estratégicas que integren la componente ambiental para ajustar de forma dinámica la tasa de capturas con la biomasa disponible. De este modo, se podrían reducir las distorsiones económicas, sociales y ecológicas de este sector productivo, para evitar a corto plazo el colapso de esta pesquería que se desarrolla en un entorno climático-oceanográfico particular.

Referencias

- [1] Gutiérrez-Estrada, J.C., Gil-Herrera, J., Pulido-Calvo, I., Czerwinski, I.A. *Fish. Oceanogr.* 26 (2017) 455-475.

FACTORES DE CRECIMIENTO IMPLICADOS EN LA REGULACIÓN DE LAS ETAPAS TEMPRANAS DE LA GAMETOGENESIS EN PECES

M. Simón-Díaz ⁽¹⁾; J.A. Martos-Sitcha ⁽²⁾; J. M. Mancera⁽²⁾; F. Prat⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología Marina y Acuicultura, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, CSIC, Puerto Real, Cádiz, España.

E-mail: marisol.simon@icman.csic.es

⁽²⁾ Departamento de Biología Marina y Ambientales, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-Mar), Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España.

Palabras Clave: Gametogénesis, BMP4, Lubina Europea, Clonación, Expresión.

Introducción

Desde los inicios de la acuicultura, se ha avanzado considerablemente en el establecimiento de protocolos para el cultivo intensivo en cautividad de ciertas especies de peces a nivel industrial, como es el caso de los salmones, la trucha, la dorada, la lubina europea, etc. A pesar del avance que supone el establecimiento de estos protocolos, aún existen problemas que resulta necesario resolver para optimizar el cultivo de estas especies, así como para instaurar nuevos protocolos que faciliten el cultivo de nuevas especies. En peces existe un buen conocimiento sobre la regulación hormonal de las fases intermedias y finales de la gametogénesis, pero el conocimiento de la regulación de sus fases iniciales es mucho más limitado. Actualmente en mamíferos y en algunos peces se sabe que algunos factores de crecimiento miembros de la superfamilia de factor de crecimiento transformante β (TGF- β) están implicados en la regulación de las etapas de desarrollo temprano en la gametogénesis (por ejemplo, GDF9, BMP15, activina, inhibina) [1]. Otro miembro de la superfamilia TGF- β es la Proteína Morfogénica de Hueso 4 (BMP4), en mamíferos juega un papel importante en la regulación del comienzo de la espermatogénesis induciendo la diferenciación de espermatogonias en los machos [2] y en las primeras etapas de la ovogénesis en las hembras [3]. El papel de BMP4 en el control de la gametogénesis en peces aún no es claro, aunque este ha sido clonado en algunas especies de peces, su estudio se ha limitado a su función durante la embriogénesis [4]. Bmps (bone morphogenetic proteins). El objetivo del presente trabajo es estudiar la implicación de BMP4 y sus receptores en el control de las etapas iniciales del desarrollo gonadal en machos y hembras de lubina europea, *Dicentrarchus labrax*, con el fin de determinar su relevancia en el control de la reproducción.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo un análisis BLAST (NCBI) sobre la base de datos whole-genome shotgun contigs (wgs) para *D. labrax* (secuencias CBXY010000001 a CBXY010037781), lo cual hemos encontrado las secuencias de *bmp4* y sus receptores, *bmpr1a*, *bmpr2* y *bmpr2-like*. Las secuencias de mRNA obtenidas se clonaron por PCR usando cDNA de testículo/ovario y cebadores específicos diseñados para exones de las secuencias genómicas respectivas. Los amplicones resultantes se secuenciaron para confirmar su identidad. El análisis filogenético de las secuencias de aminoácidos se realizó con el software MEGA 7. Los patrones de expresión génica para la especificidad tisular se analizaron mediante RT-PCR no cuantitativa.

Resultados y Discusión

En el presente estudio hemos encontrado en el genoma de la Lubina Europea el ligando *bmp4* y sus receptores, de tipo I (*bmpr1a*) y de tipo II, (*bmpr2* y *bmpr2-like*). Los resultados de la clonación mostraron ORFs de 1209 bp, 1575 bp, 3207 bp y 3630 bp, que codifican 403, 525, 1069 y 1210 aminoácidos respectivamente. El resultado de los alineamientos de aminoácidos y árboles filogenéticos demuestra que las secuencias de

cDNA clonadas codifican Bmp4 y sus receptores, los árboles filogenéticos también sugieren que Bmpr2 correspondería a Bmpr2b y Bmpr2-like correspondería a Bmpr2a, de acuerdo con la nomenclatura del pez cebra. El análisis de especificidad tisular mostró una expresión similar de bmpr1a y bmpr2 en los tejidos estudiados, mientras que bmp4 y bmpr2-like se expresaron únicamente en unos pocos tejidos, incluidos el ovario y el testículo. Sin embargo, bmp4 y bmpr2-like mostraron aparentemente mayor expresión en el testículo. Los resultados del análisis de expresión durante el ciclo reproductivo en las hembras mostraron una expresión constante de bmpr1a, pero aparente mayor expresión de bmp4, bmpr2 y bmpr2-like en ovarios inmaduros. Del mismo modo, la expresión de bmp4 en los machos parece ser mayor cuando las pruebas son inmaduras, pero todos los receptores muestran una aparente expresión estable a lo largo del desarrollo. Todos estos resultados sugieren que bmp4 juega un papel importante en el desarrollo gonadal de la lubina europea *D. labrax*.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por MINECO (AGL2015-67477-C2-2-R), España; CONACYT, México. Los autores agradecen al Sr. Juan José Blanco por su asistencia técnica.

Referencias

- [1] Á. García-López, M. I. Sánchez-Amaya, S. Halm, A. Astola, and F. Prat, "Bone morphogenetic protein 15 and growth differentiation factor 9 expression in the ovary of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Cellular localization, developmental profiles, and response to unilateral ovariectomy," *Gen. Comp. Endocrinol.*, vol. 174, no. 3, pp. 326–334, 2011.
- [2] P. Rossi and S. Dolci, "Paracrine mechanisms involved in the control of early stages of mammalian spermatogenesis," *Front. Endocrinol. (Lausanne)*, vol. 4, no. NOV, pp. 1–8, 2013.
- [3] S. Shimasaki, R. K. Moore, F. Otsuka, and G. F. Erickson, "The Bone Morphogenetic Protein System in Mammalian Reproduction," *Endocr. Rev.*, vol. 25, no. 1, pp. 72–101, 2004.
- [4] J. P. Martínez-Barbera, H. Toresson, S. Da Rocha, and S. Krauss, "Cloning and expression of three members of the zebrafish Bmp family: Bmp2a, Bmp2b and Bmp4," *Gene*, vol. 198, no. 1–2, pp. 53–59, 1997.

DIETA DEL ATÚN ROJO (*THUNNUS THYNNUS*) EN LAS ISLAS CANARIAS

Varela, José Luis ⁽¹⁾; Abascal, Francisco Javier ⁽²⁾; Déniz, Santiago ⁽³⁾; Medina, Antonio ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), Puerto Real, Cádiz, Spain, email: joseluis.varela@.es

⁽²⁾ Instituto Español de Oceanografía, Santa Cruz de Tenerife, Spain, francisco.abascal@ieo.es

⁽³⁾ Instituto Español de Oceanografía, Santa Cruz de Tenerife, Spain, santiago.deniz@ieo.es

⁽⁴⁾ Departamento de Biología, Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI·MAR), Puerto Real, Cádiz, Spain, email: antonio.medina@.es

Palabras Clave: Hábitos alimenticios, Estómagos, Scombridae, Islas Canarias

El atún rojo atlántico (Atlantic Bluefin tuna ABFT), *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758), es un pez migratorio de gran tamaño que se distribuye en la totalidad del Océano Atlántico Norte y el Mar Mediterráneo. Desde la década de 1990 las poblaciones de ABFT se han visto reducidas en gran parte a causa de la sobrepesca. La evaluación de poblaciones de atún rojo atlántico actualmente se encuentra obstaculizada debido a un conocimiento incompleto de su biología, incluyendo hábitos de alimentación. El propósito de este estudio es ampliar el conocimiento sobre la ecología trófica del atún rojo adulto mediante análisis de contenidos estomacales de ejemplares capturados en el archipiélago canario.

Los atunes (n=126), con longitud furcal comprendida entre 190 y 270 cm, se capturaron mediante la técnica de cebo vivo en la zona comprendida ente la isla de Tenerife y la Gomera en marzo de 2016, 2017 y 2018. Los estómagos se recolectaron en el muelle pesquero de la localidad de Santa Cruz de Tenerife y se almacenaron a -20°C hasta su posterior análisis. Una vez en el laboratorio, los estómagos fueron abiertos para la identificación de sus presas hasta el nivel taxonómico más bajo posible. La importancia de cada alimento en la dieta del atún rojo atlántico se evaluó mediante los siguientes índices: frecuencia de ocurrencia (O%), porcentaje en peso (W%) e índice alimentario (%AI) propuesto por Kawakami y Vazzoler [1]. La amplitud de nicho se estimó mediante la ecuación propuesta por Levin $B = [1/(n - 1)][(1/\sum P^2) - 1]$ [2], B donde es la medida de la amplitud del nicho trófico, n es el número de categorías de presas identificadas y P es la proporción de AI. El índice de Levin varía entre 0 y 1, donde valores bajos indican comportamiento alimenticio especialista y valores altos indican comportamiento alimenticio generalista.

A partir de los análisis de contenidos estomacales se determinó que la dieta del ABFT “canario” estaba compuesta por al menos 17 categorías de presas, incluyendo 10 peces, 7 cefalópodos, 2 crustáceos, 1 taliáceo y 1 ave (Tabla 1). En los 3 años, el grupo de los peces fue el más representativo, siendo el pez trompetero (*Macroramphosus gracilis*) la especie más abundante. Diversos trabajos llevados a cabo en la Macaronesia han reportado que esta especie es una presa habitual no sólo de peces pelágicos y demersales sino también de aves como el charrán común (*Sterna hirundo*) o el Petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*) [3-6]. De hecho, la aparición de una pardela atlántica (*Calonectris borealis*) en uno de los estómagos podría deberse a un encuentro casual entre ambos predadores mientras se alimentaban del mismo banco de trompeteros. En comparación con otras especies de peces, *M. gracilis* muestra un alto contenido calórico [7]. Además, es sabido que puede aparecer en grandes densidades en aguas superficiales [8], lo que la convierte en un importante recurso para grandes depredadores.

Tabla 1. Dieta del atún rojo (*Thunnus thynnus*) capturado en las Islas Canarias. La amplitud de nicho fue calculado mediante el índice de Levin (B).

| | 2016 | | | 2017 | | | 2018 | | | Overall | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|
| | %W | %O | %AI | %W | %O | %AI | %W | %O | %AI | %W | %O | %AI |
| Peces | 95.49 | 83.33 | 99.37 | 99.68 | 97.06 | 99.95 | 78.77 | 97.22 | 99.23 | 91.1 | 94.3 | 99.83 |
| <i>Macroramphosus gracillis</i> | 55.82 | 61.11 | 85.16 | 93.78 | 76.47 | 98.82 | 51.82 | 77.78 | 89.93 | 72.6 | 73.9 | 96.34 |
| <i>Scomber colias</i> | 11.71 | 33.33 | 9.74 | 3.09 | 14.71 | 0.63 | 8.07 | 25.00 | 4.50 | 6.14 | 22.7 | 2.50 |
| <i>Scomberesox saurus</i> | 16.95 | 5.56 | 2.35 | | | | | | | 2.22 | 1.14 | 0.05 |
| <i>Sardinella</i> sp. | 7.23 | 5.56 | 1.00 | 0.10 | 2.94 | <0.01 | | | | 1.00 | 2.27 | 0.04 |
| <i>Trachurus picturatus</i> | 2.28 | 11.11 | 0.63 | 2.27 | 14.71 | 0.46 | 0.79 | 2.78 | 0.05 | 1.7 | 9.09 | 0.28 |
| Diretmidae | 1.49 | 11.11 | 0.41 | | | | 1.13 | 5.56 | 0.14 | 0.63 | 4.55 | 0.05 |
| <i>Lepidopus caudatus</i> | | | | 0.44 | 2.94 | 0.02 | | | | 0.21 | 1.14 | <0.01 |
| Lagocephalus sp. | | | | | | | 10.61 | 5.56 | 1.31 | 4.09 | 2.27 | 0.17 |
| <i>Boops boops</i> | | | | | | | 6.34 | 19.44 | 2.75 | 2.44 | 7.95 | 0.35 |
| Peces sin identificar | | | | | | | 0.02 | 2.78 | <0.01 | 0.01 | 1.14 | <0.01 |
| Cefalópodos | 4.01 | 11.11 | 0.56 | <0.01 | 2.94 | <0.01 | 0.04 | 5.56 | <0.01 | 0.54 | 5.68 | 0.04 |
| Unidentified cephalopods | 3.95 | 5.56 | 0.55 | <0.01 | 2.94 | <0.01 | | | | 0.52 | 2.27 | 0.02 |
| <i>Histioteuthis</i> sp. | 0.05 | 5.56 | 0.01 | | | | | | | 0.01 | 1.14 | <0.01 |
| Octopoda | | | | | | | 0.04 | 5.56 | 0.01 | 0.02 | 2.27 | <0.01 |
| Crustáceos | | | | 0.04 | 8.82 | <0.01 | | | | 0.02 | 5.68 | <0.01 |
| Decapoda larva (Megalopa) | | | | 0.00 | 2.94 | <0.01 | | | | <0.01 | 1.14 | <0.01 |
| Caridea | | | | 0.04 | 5.88 | <0.01 | | | | 0.02 | 2.27 | <0.01 |
| Taliáceos | 0.51 | 11.11 | 0.07 | 0.28 | 17.65 | 0.05 | | | | 0.20 | 9.09 | 0.02 |
| Salpidae | 0.51 | 11.11 | 0.14 | 0.28 | 17.65 | 0.07 | | | | 0.20 | 9.09 | 0.03 |
| Aves | | | | | | | 21.19 | 2.78 | 0.76 | 8.17 | 1.14 | 0.11 |
| <i>Calonectris borealis</i> | | | | | | | 21.19 | 2.78 | 1.31 | 8.17 | 1.14 | 0.17 |
| | 0.04 | | | <0.01 | | | 0.03 | | | <0.01 | | |

Aunque el ABFT ha sido definido como un depredador oportunista y generalista, la amplitud de nicho estimada a partir del índice de Levin (sugiere que esta especie se comporta como un consumidor especialista en aguas del archipiélago canario. No obstante, la estrecha amplitud de nicho observada podría estar relacionada con el hecho de que la red trófica está principalmente dominada por sólo una especie (i.e. *M. gracilis*).

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Proyecto CTM2017-82808-R).

Referencias

- [1] E. Kawakami, G. Vazzoler, Bol. Inst. Oceanogr. Sao Paulo. 29 (1980) 205–207.
- [2] C.J. Krebs, Harper Collins Publishers, New York, United States, 1999, p. 620.
- [3] J.J. Castro, South Afr. J. Mar. Sciences. 13:1 (1993), 323-328.
- [4] T.M. Gomes, E. Sola, M.P. Grós, G. Menezes, M.R. Pinho, ICES Counc. Meet. Pap. 1998/O. 7 (1998) 1–21.
- [5] J.P. Granadeiro, L.R. Monteiro, M.C. Silva, R.W. Furness, Waterbirds. 25 (2002) 149-155
- [6] S. Waap, W.O.C. Symondson, J.P. Granadeiro, H. Alonso, C. Serra-Gonçalves, M.P. Dias, P. Catry, Sci Rep. 7 (2017) 1384.
- [7] I. Martins, J.C. Pereira, J.A. Ramos, S.E. Jørgensen, Ecol. Model. 177 (2004) 95–106.
- [8] V. Marques, C. Chaves, A., Morais, F. Cardador, Y. Stratoudakis, Sci. Mar. 69 (2005) 563-576

OBTENCIÓN DE LINEAS CELULARES MONOCLONALES EMBRIONARIAS DE DORADA (*SPARUS AURATA*) COMO NUEVO MODELO EXPERIMENTAL PARA ESTUDIOS *INVITRO*

Vergès-Castillo, Alba ^(1,2); González-Vargas, I.A. ^(1,3); Muñoz-Cueto, J.A. ⁽²⁾;
Martín-Robles, Á.J. ^{(1,2)*}; Pendón, C. ^{(1)*}

⁽¹⁾ Departamento de Biomedicina, Biotecnología y Salud Pública, Área de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz.
alba.verges@uca.es.

⁽²⁾ Departamento de Biología. Facultad de Ciencias del Mar y Ciencias Ambientales.
Universidad de Cádiz.

⁽³⁾ Facultad de Ciencias. Universidad de Santiago de Cali, Colombia.

* Autores que han contribuido por igual en este trabajo.

Palabras Clave: Líneas celulares, estudios in vitro, ritmos biológicos, fotosensibilidad, genes reloj.

Introducción y objetivos

Uno de los principales obstáculos que existen en las líneas de investigación dedicadas a la acuicultura de peces es la disponibilidad y mantenimiento de embriones, larvas, juveniles y adultos. Estas dificultades han hecho necesaria la búsqueda de nuevos modelos experimentales como cultivos primarios o líneas celulares para la realización de estudios *in vitro*. En la actualidad, se encuentran disponibles numerosas líneas celulares de peces de agua dulce, pero sigue siendo muy escaso el número de líneas celulares de peces marinos de interés comercial como la dorada (*Sparus aurata*). Estas líneas celulares constituyen una valiosa herramienta con aplicaciones en numerosos ámbitos como la biotecnología marina y son modelos útiles para profundizar en diversos aspectos biológicos como el estudio del reloj circadiano celular [1]. Los ritmos circadianos están en la base de multitud de procesos fisiológicos, bioquímicos y celulares. Estos ritmos están dirigidos por relojes moleculares, que se encuentran sincronizados por factores ambientales como los ciclos diarios de luz-oscuridad (LD), uno de los sincronizadores más potentes [2]. Los relojes moleculares están presentes en todos los niveles de organización, desde niveles celulares hasta niveles más complejos como órganos o tejidos, y a nivel de organismo [2,3,4]. Si bien se han descrito oscilaciones circadianas en varios modelos celulares, en peces solo se han descrito en líneas celulares derivadas del pez cebra, *Danio rerio* (3). Por ello, en el presente trabajo, se plantearon distintos objetivos. En primer lugar, establecer y caracterizar dos nuevas líneas celulares monoclonales embrionarias de dorada, que se designaron con los nombres de SAEC-A3 y SAEC-H7. En segundo lugar, caracterizar el reloj molecular en ambas líneas celulares y su regulación por los ciclos de luz-oscuridad.

Metodología

Obtención de las líneas celulares monoclonales embrionarias de dorada SAEC-A3 y SAEC-H7: Los huevos fertilizados de dorada fueron recolectados en estadio blástula, desinfectados y lavados en agua de mar estéril filtrada y en tampón fosfato salino (PBS). La obtención de células de los ovocitos fecundados se llevó a cabo mediante una rotura mecánica del corion y las células se cultivaron a 22°C en medio Leibovitz's (L-15) suplementado con suero fetal bovino y ClNa. Cuando la confluencia celular fue aproximadamente del 80%, se realizaron pases de los cultivos. En el pase 20 se realizó una dilución límite para obtener líneas celulares derivadas de una única célula, logrando así líneas celulares monoclonales.

Ensayos de transfección: para realizar los ensayos de transfección se despegaron las células mediante tripsina y se realizó un recuento en la cámara de Neubauer para sembrar 100.000 células en cada pocillo en placas de 12 pocillos. Al día siguiente, las células se transfectaron mediante lipofección con los plásmidos pEGFP y pDsRed a una concentración de $1\mu\text{g}/\mu\text{l}$, utilizando el kit de transfección VIROMERYellow (Lipocalyx). Los resultados de estos ensayos de transfección fueron visualizados en un microscopio invertido de fluorescencia (ApoTome 2.0 de ZEISS).

Caracterización del reloj molecular: Aproximadamente 2×10^5 células/pocillo fueron sembradas en placas de 6 pocillos. Las células fueron mantenidas bajo distintos regímenes de luz (L)-oscuridad (D) (12 h-12 h, durante varios días consecutivos, en luz blanca y temperatura constante (Ensayo 1: ciclo de inversión LD-DL; Ensayo 2: ciclo LD seguido de ciclo continuo de luz (LD-LL); Ensayo 3: ciclo LD seguido de ciclo continuo de oscuridad (LD-DD)). Se recolectaron las muestras cada 4h-6h y alícuotas de 500 ng de RNA fueron retrotranscritas a cDNA. Se analizó mediante PCR cuantitativa a tiempo real (qPCR) la expresión relativa de los principales genes reloj (*clock*, *per2*, *cry1* y *bmall*), usando como gen de referencia la β -actina.

Resultados y conclusiones

Obtención de las líneas celulares monoclonales embrionarias SAEC-A3 y SAEC-H7: Ambas líneas celulares crecieron adheridas en monocapa y mostraron diferencias morfológicas cualitativas cuando se mantuvieron en cultivo a distintas confluencias. La línea celular SAEC-A3 mostró patrones más redondeados, formando colonias rápidamente. Sin embargo, SAEC-H7 presentó células con una forma más piramidal con extremos característicos (Fig. 1, A-D).

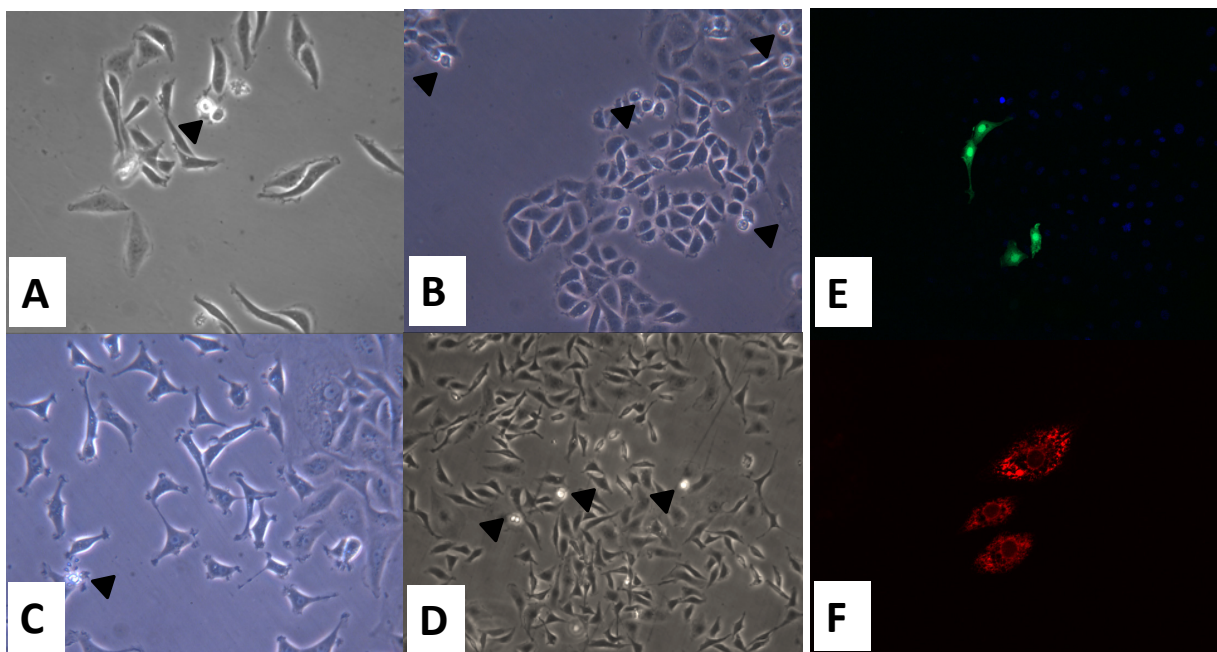


Figura 1: Micrografías tomadas con contraste de fases de las líneas celulares SAEC-A3 (A y B) y SAEC-H7 (C y D) a confluencias baja (A, C) y media (B, D). Las flechas indican células en división. E y F muestran imágenes de células SAEC-A3 transfectadas con pEGFP y pDsRed, respectivamente.

Ensayos de transfección: Ambas líneas celulares fueron transfectadas con los plásmidos pEGFP y DsRed. La expresión de pEGFP y pDsRed fue detectada a las 72 h post-transfección (Fig. 1 E y F). Estos resultados evidenciaron como estas líneas celulares se transfectaban exitosamente con plásmidos exógenos, avalando el uso de estas líneas celulares como modelo para el estudio de la expresión génica y su regulación.

Caracterización del reloj molecular: Nuestros resultados mostraron como las líneas celulares SAEC-AE y SAEC-H7 presentaban una oscilación diaria robusta para los genes reloj (*clock*, *per2*, *cry1* y *bmall*) en los 3 ensayos realizados con distintos fotociclos (Ensayo 1: LD-DL; Ensayo 2: LD-LL y Ensayo 3: LD-DD). Los análisis preliminares indicaron que los perfiles de expresión relativa de los genes reloj analizados mostraban una robusta ritmicidad, indicando la presencia de un reloj biológico celular funcional y sincronizado por la luz.

Agradecimientos

Proyecto MINECO (AGL2013-49027-C3-2-R) concedido a JAMC y CPM.

Referencias

- [1] M. Weger, N. Diotel, A.C. Dorsemans, T. Dickmeis, B.D. Weger, Dev Biol. 431 (2017) 111.
- [2] D. Whitmore, N.S. Foulkes, P. Sassone-Corsi, Nature. 404 (2000) 87.
- [3] M.P. Pando, A.B. Pinchak, N. Cermakian, P. Sassone-Corsi, PNAS. 98 (2001) 10178.
- [4] A.J. Martín-Robles, M. Aliaga-Guerrero, D. Whitmore, C. Pendón, J.A. Muñoz-Cueto, Chronobiol Int. 29 (2012) 1195.

2.4. El valor cultural del mar



SAN MARTIN: REFLEJO DE UNA REALIDAD HISTORICA

Alvarado Francisca

Licenciada en Arqueología Cursando Máster en Arqueología Náutica y Subacuática
Universidad de Cádiz.

franjoalvarado@gmail.com

Palabras Clave: San Martin, Pasajes, Compañía de la Habana, Arquitectura Naval, Ruta de Indias

El San Martin fue un barco que se construyó en Pasajes para La Compañía de La Habana a petición de Juan Bautista Zuarnavar y Joseph de Otamendi. Los constructores fueron Manuel de Aizpurúa y Juan de Arismendi Garmendia según un diseño de Joseph de Arzueta y guías de Joseph Antonio de Alarieta, constructor de la Real Armada.

El 12 de enero de 1747 se produce la botadura y reconocimiento del barco por Arzueta y Tomas Allo. El San Martin tenía 65 codos de quilla, 22 de manga, $11 \frac{3}{4}$ codos de puntal y 76 codos de eslora.

En 1748 realiza su primer viaje a la isla de Cuba bajo órdenes de la Real Compañía de La Habana. Luego en 1751 es vendido en Cádiz a Lorenzo del Arco, que pedirá a Ciprián Austrán (constructor naval francés, al servicio de España) realizar ciertas modificaciones al navío, reduciendo la quilla a 57 codos $\frac{5}{6}$, la manga a $19 \frac{5}{24}$, el puntal a $9 \frac{1}{12}$ y la eslora a $71 \frac{1}{6}$.

El 18 de mayo de 1753, por una Real Orden se concede el permiso al nuevo propietario para utilizarlo como navío de comercio entre Cádiz y el Puerto de Callao, surcando la ruta de las Indias y cruzando Cabo de Hornos.

Entre 1755 a 1757 el San Martín será carenado en el caño del Trocadero en Cádiz aprovechándose la circunstancia para rebajar la altura de la cubierta principal, eliminándose los refuerzos estructurales (baos y curvas) operación ésta que será tema de discusión después de su naufragio.

El San Martín atracó en el puerto del Callao en 1758, se carena de junio a noviembre, pero no se reponen los elementos que fueron retirados en Cádiz sino más bien empernaron el embono sobre el forro viejo. El 3 de marzo de 1759 procede su viaje rumbo hacia el Puerto de Valparaíso, Chile. Una vez atraca, parte de la tripulación realiza la primera denuncia debido a los problemas de la embarcación que hace más agua de lo normal. A pesar de realizar el protocolo y peritaje, el capitán Andrés de Arellano, zarpa rumbo a España el 25 de mayo del mismo año. No obstante, los problemas continúan y este debe volver puerto de Chile. El día 9 junio se toman las declaraciones que indican peritajes fraudulentos, debiendo actuar las bombas durante toda la noche para disimular el agua, Es entonces cuando se decide descargar el cargamento del navío con el fin de verificar el agua y realizar la debida prospección.

El 19 de julio el San Martin sale de Valparaíso y navega en lastre hasta el puerto de la Herradura. El día 26 de julio zarpa desde la Herradura hacia el puerto del Callao con la carga de maderas para su reparación. El 31 de Julio, El San Martin llega a bahía Mejillones en busca de auxilio y refugio, pero el lugar estaba casi despoblado. El 1 de agosto, se decide varar el navío próximo a la playa sin dejar víctimas fatales.

El estudio del pecio fue atendido durante la década del 90 por la Facultad de Estudios del Patrimonio Cultural de la Universidad Internacional SEK que crea el "Proyecto Bahía Mejillones" que tiene como objetivo la documentación arqueológica del yacimiento (estructura del buque y cargamento), identificación del navío en archivos, estudios de arquitectura naval y reconstrucción tridimensional, museografía de los objetos recuperados y estudio histórico integral. Estos dos últimos objetivos no han sido publicados.

El estudio de la arquitectura naval es realizado en 1998 por Cruz Apestegui en su publicación "La Arquitectura Naval entre 1660 y 1754. Aproximaciones de los aspectos tecnológicos y su reflejo en la construcción en Guipúzcoa" que, trata básicamente su sistema de construcción denominado a la inglesa. El cual, se desarrolla en un breve periodos de la historia española, inmediatamente después de la guerra del Asiento (1739-1748)

cuando su fuerza naval estaba muy deteriorada. Este momento se cruza con el nombramiento del Marqués de la Ensenada a cargo de la secretaria de marina (1748-1754) que, ordena a Jorge Juan introducir prestigiosos técnicos constructores ingleses en los arsenales españoles para la construcción de una nueva escuadra que pretende ser una analogía de la Royal Navy dada las ventajas de este sistema constructivo,

Otro estudio es el de Cruz Apestegui y Jorge Pla 2004 denominado “El navío San Martín (1747). Naufragio en Chile de un navío construido en Pasajes para la Compañía de La Habana” que expone los archivos consultados, básicamente, el Archivo General de las Indias y Archivo Histórico Nacional que permiten encontrar datos interesantes respecto a la ruta y pleitos post-naufragio junto a las dimensiones originales y reparos posteriores realizados a la embarcación.

Es importante destacar que en las tres publicaciones relatan la misma hipótesis y antítesis. La Hipótesis, supone que el pecio corresponde a una embarcación española del siglo XVII o XVIII. El análisis de los restos indica que el navío probablemente era de uso comercial, compuesto por una quilla de unos 35 metros de longitud y 60 cañones. Tanto las dimensiones como el tipo de estructura hacen presumir que se trataba a un buque posterior a 1750.

La Antítesis, surge al confirmar la fecha de construcción. Debido a que el contrato se firma 1746 y su botadura se registra en enero de 1747. Tema contradictorio, ya que la introducción del sistema a la inglesa se registra por la junta de constructores en 1752, debido a que la llegada de constructores ingleses a los arsenales españoles ocurre en 1749-1750 con Sayers y Rooth en el arsenal El Ferrol, Mullan a Cádiz, Bryant a Cartagena y Howell inicialmente a Cádiz luego trasladado a Guarnizo (1753-1756).

El objetivo de este estudio es realizar una segunda lectura del pecio San Martín con el objetivo de rescatar la historia del barco, para evaluar su contexto histórico y realizar una construcción del paisaje cultural marítimo del periodo descrito vinculado a los arsenales, tipo de sistema constructivo, evaluación de los planos, constructores y técnicos, careneros, modificaciones en la estructura de los navío, propietarios, vida a bordo, tripulación, cumplimiento de roles y reglas, pleitos, dejando para el último pero no menos importante el comercio y la ruta hacia las Indias. Información que también se relaciona con el contexto político, Instituciones de Marina y el Puerto de Cádiz lugar del que zarpan todos los navíos que se dirigen rumbo al Mar del Sur durante el siglo XVIII cuando los conflictos entre Inglaterra y España y los Decretos de Libre Comercio cambiaron las rutas y los patrones de comercio.

Por medio del conocimiento de los arsenales, sistema constructivo, constructores y tripulación del navío se pretende verificar si su naufragio se debió a los problemas de estanquidad mencionados o fueron otros los factores que podrían haber perjudicado la estructura del San Martín. Como, por ejemplo, un proceso de experimentación en la construcción naval previa llegada de los ingleses a los arsenales o si originalmente el San Martín se pensó como un buque de guerra en vez de una embarcación destinada al comercio.

Objetivos que se pretenden estudiar con el fin de poner en valor este naufragio que hoy forma parte del patrimonio cultural subacuático de Chile. Entendiendo que un barco es un documento unitario reflejo de una realidad histórica en tierra firme (Tchernia 1972).

Referencias

- [1] ARCHIVO GENERAL DE INDIAS (AGI), Secciones de Contratación, Chile, Indiferente.
- [2] ARCHIVO GENERAL DE SIMANCAS (AGS), Secretaría de Marina
- [3] APESTEGUI, C. 1998. La arquitectura naval entre 1660 y 1754. Aproximación a los aspectos tecnológicos y su reflejo en la construcción en Guipúzcoa”. Itsa Memoria. Revista de Estudios Marítimos del País Vasco, 2, Untzi Museoa- Museo Naval, Donostia- San Sebastián: 237-266.
- [4] APESTEGUI, C. PLA, J. 2004. El navío San Martín (1747). Naufragio en Chile de un navío construido en Pasajes para la Compañía de La Habana. En La Memoria Sumergida. Arqueología y patrimonio subacuático vasco. UNTZI MUSEOA. MUSEO NAVAL: GRÁFICAS LIZARRA: 203-215
- [5] Pujante, P. 1996. Primeros resultados de una intervención subacuática en Chile: el proyecto Bahía Mejillones. EQUIPONAYA.COM.AR Sitio web: www.equiponaya.com.ar/articulos/submar05.htm

ESTUDIO PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO MARÍTIMO-PESQUERO: EL CASO DEL REAL DE LA ALMADRABA DE NUEVA UMBRÍA

del Valle Mesa, Laura
Universidad de Huelva
laura.delvalle@dhga.uhu.es

Palabras Clave: almadraba, gestión sostenible, patrimonio marítimo-pesquero, patrimonialización

En Andalucía, la identidad socio-cultural, el conjunto de saberes y artes de pesca, las costumbres y rituales, etc. ligados a la relación que históricamente ha tenido el ser humano con el mar, están viéndose transformadas o están desapareciendo, debido a la mutación de los asentamientos costeros en zonas de turismo de sol y playa y debido a la sustitución de las artes de pesca tradicionales por nuevas técnicas de explotación industrial.

El protagonismo del patrimonio devenido por esta relación histórica entre algunas poblaciones y el mar, ha supuesto el reconocimiento socio-institucional de estos bienes patrimoniales y su inclusión en los catálogos e inventarios, para su protección y salvaguarda, a fin de garantizar su preservación para generaciones futuras. Pero, en contadas ocasiones, la patrimonialización (identificación y documentación, protección, restauración, puesta en valor, etc.) tiene incidencia en la sociedad y favorece su enriquecimiento cultural. Para que esto se cumpla, se ha de asegurar una patrimonialización que sea sostenible, cuyas acciones estén encaminadas al equilibrio entre el aprovechamiento del patrimonio marítimo-pesquero como recurso cultural-económico y la protección de sus valores patrimoniales. Esto supone una acción previa de diagnóstico para, a partir de éste, realizar una planificación adecuada, con la interrelación de los agentes y especialistas que intervienen sobre los bienes.

Bajo estas premisas, nos proponemos analizar el caso del Real de la Almadra de Nueva Umbría, para lo que planteamos los siguientes objetivos: a) exponer los beneficios y relevancia que supone la preservación del patrimonio marítimo-pesquero, mediante el ejemplo del Real de la almadra de Nueva Umbría; b) estudiar el grado de sostenibilidad y problemáticas de su gestión ante su estado de abandono y; c) analizar y proponer vías para su gestión y patrimonialización sostenibles.

A fin de cumplir dichos objetivos, la metodología que empleamos parte de la recopilación bibliográfica-documental en relación con el Real de Nueva Umbría, el patrimonio marítimo-pesquero, la gestión cultural y la protección patrimonial; la observación de las acciones de gestión llevadas a cabo en el Real y; la investigación y el planteamiento de posibles medidas, en base al estado en el que se encuentra el Real, para su gestión sostenible.

La almadra de Nueva Umbría es la heredera de la almadra de la Tuta (primera almadra de buche) y se localiza en la Flecha de Nueva Umbría (Lepe), comúnmente conocida como Flecha del Rompido. Durante su etapa activa (1929-1965), fue la más productiva de la costa onubense y la tercera a nivel andaluz [1], prueba de ello es la capacidad y funcionalidad de las estructuras del Real que aún se conservan, las cuales fueron planteadas para el gran volumen de pesca que se daba allí.

Su relevancia patrimonial no solo se debe a su protagonismo en el desarrollo de las almadras andaluzas, sino también a factores culturales y sociales (artes, costumbres, rituales, organización social, etc.) que surgen en torno a la actividad productiva almadradera, la cual condiciona la población de la zona debido a la gran necesidad de mano de obra durante casi todo el año, sumado a la constancia laboral que requería la almadra a diario. La intensa actividad, originó la formación de un asentamiento en la orilla del Río Piedras, el Real de Nueva Umbría, conformado por aproximadamente una veintena de estructuras y algunos espacios, cuya funcionalidad abarcaba labores de trabajo, administración, ocio y habitación.

Tras el cierre, se inscribe el Real, el 17 de noviembre de 2015, mediante Decreto 484/2015, en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Lugar de Interés Etnológico. No obstante, años antes, en 1989, ya se había reconocido la importancia del entorno físico donde se encuentra y su inventariado como Paraje Natural y, posteriormente, Zona de Especial Protección para las Aves y Zona de Especial Conservación. Pero en la declaración de 1989 no se contempla la relevancia del Real en el lugar y en la configuración del paisaje, por lo que pasarán más de 20 años hasta que se proteja, agudizando el deterioro del bien con el paso del tiempo.

Otras problemáticas significativas de la gestión son el estado de abandono y destrucción y la pasividad administrativa a pesar de su declaración BIC, la progresiva degradación de la identidad y tradición pesqueras debido a la conversión del territorio en un lugar turístico de sol y playa, los planes de puesta en valor demasiado focalizados en determinados valores patrimoniales del bien y la elusión de llevar a cabo esos mismos planes. El letargo de la puesta en marcha de acciones que remitan las patologías y problemáticas que afectan al bien, así como de la puesta en valor para evitar la pérdida de difusión de conocimiento y cultura, aumentan vertiginosamente la posibilidad de pérdida del conjunto patrimonial.

Como resultado, en base al diagnóstico de su patrimonialización, los planteamientos para su gestión sostenible se articularían entorno a los siguientes puntos principales:

- El establecimiento de una red de trabajo del patrimonio marítimo-pesquero unificada en Andalucía y la elaboración de una política específica de patrimonialización y propuestas de usos, que enriquezca la gestión del patrimonio marítimo-pesquero andaluz, dada su relevancia.
- Inicio del proceso de patrimonialización con un diagnóstico previo y la posterior elaboración de un plan de acción para el Real, en el que a priori se establezcan los objetivos de restauración puesta en valor y difusión, a fin de adecuar las acciones al futuro uso del bien desde el inicio.
- Dicho plan, destinado a la restauración, puesta en valor y divulgación del bien, debe estar orientado por:
a) las guías de actuación que las leyes de protección patrimonial y natural establecen; b) la salvaguarda los valores marítimo-pesqueros y naturales; c) la solución a los elementos que intervienen negativamente sobre la conservación de su patrimonio (los que afectan a su patrimonio intangible por la transformación de la explotación económica del territorio y los que afectan a su patrimonio tangible: climatológicos y geológicos-ambientales).
- La formación de un equipo de trabajo tan interdisciplinar como se requiera, liderado por técnicos y agentes especialistas con conocimiento de la pesca [2], dada la multitud de materias de estudio concentradas en el Real y en función del futuro uso que se pretenda dar al lugar.
- Acciones para propiciar el enriquecimiento de los valores identitarios y patrimoniales marítimos, recuperando el bien para su sociedad, de forma que propicie el enriquecimiento social, cultural, económico y político.
- Mejorar la colaboración entre las distintas administraciones públicas: la Consejería de Cultura y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, entre otras.
- Establecimiento de sinergias entre intereses privados y públicos para establecer el equilibrio entre la preservación de los valores patrimoniales y el aprovechamiento económico de la almadraba, redundando así en la sostenibilidad y en el desarrollo local.
- Mantenimiento y constancia de las acciones de conservación, restauración, puesta en valor y divulgación para prevenir de nuevo el abandono, y, asimismo, para cumplir los objetivos que la Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía determina para el retorno del patrimonio a la sociedad.
- En base a otros trabajos [3] nos planteamos, además: englobar la diversidad del lugar, el enfoque participativo con la sociedad marítimo-pesquera y reconocer beneficio de la recuperación de la almadraba para el desarrollo sostenible del territorio.

El estudio realizado concluye con las posibles acciones para la gestión sostenible del Real. En primer lugar, la restauración de todos los valores patrimoniales y la adecuación del espacio del Real para la diversidad de posibles usos: museo y/o centro de interpretación del patrimonio pesquero, centro de investigación

sobre pesca, aves y medioambiente y escuelas-taller y actividades educativas relacionadas con estos temas. La complementación de estos usos (turismo, investigación y educación) favorecería el aprovechamiento del lugar durante todo el ciclo anual y superaría los fines exclusivamente turísticos. Por otro lado, la incentivación del mecenazgo de los complejos turísticos de la zona y el compromiso de las entidades públicas, para esos usos, supondría el incremento del valor turístico del territorio, a la vez que se asegura la salvaguarda del patrimonio cultural y natural.

Finalmente, a través de estas acciones se llevaría a cabo una gestión sostenible del lugar, con usos realmente beneficiosos para la sociedad, tanto con los valores culturales como con el medio ambiente, se incrementaría el enriquecimiento local y se cumpliría con una significativa función divulgativa para el reconocimiento de la importancia de la cultura pesquera en el territorio.

Agradecimientos

Proyecto de investigación “Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. Patrimonialización, Gestión y Buenas Prácticas” (CSO20216 – 77413 – P), del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013 – 2016, financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Asimismo, investigación cofinanciada por la Consejería de Economía y Conocimiento de la Junta de Andalucía y el Fondo Social Europeo, en el marco del Sistema Nacional de Garantía Juvenil y el Programa Operativo de Empleo Juvenil.

Referencias

- [1] La Almadraba de Nueva Umbría (El Rompido, Huelva). J. M. Ruiz, J. A. López (Eds.), Huelva, Diputación de Huelva. Servicio de Publicaciones, 2005.
- [2] D. Compán, PH Investigación. El legado de la pesca marítima en Andalucía. Propuesta para su recuperación. 44 (2003) 62.
- [3] Gestión del Patrimonio Mundial Cultural. UNESCO, ICCROM, ICOMOS, UICN (Eds.), París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2014.

ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES DEL PLOMO DE UN CEPO DE ANCLA ROMANA DEPOSITADA EN EL MUSEO DE CÁDIZ

Fernández Tudela, Elisa
Universidad de Cádiz
elisa.tudela@uca.es

Palabras Clave: Plomo, cepo romano, arqueología subacuática, DRX, SEM-EDX, conservación-restauración.

Los cepos de plomo de anclas romanas están presentes tanto en numerosas colecciones de museos como en yacimientos subacuáticos a lo largo de todo el Mediterráneo, parte del Atlántico e incluso el Mar Negro. Estos objetos forman parte de la estructura del ancla y cumplen la función de aportar peso y favorecer el agarre de las mismas al fondo marino. A lo largo de la historia las anclas han sido fabricadas en diferentes materiales, madera, piedra y metal, siendo predominante en la Antigüedad el empleo de plomo desde al menos el siglo VII a.C. hasta el siglo I d.C. cuando se va introduciendo el uso de hierro para la fabricación de anclas [1]. Debido a sus características físico-químicas se trata de un metal muy apropiado para someterlo al medio marino, y ha sido ampliamente utilizado tanto en actividades comerciales como en navegación o pesca a lo largo de toda la historia.

En esta investigación se aborda el estudio de unos de estos cepos depositado en el Museo de Cádiz (Figura 1). A pesar de tratarse de un objeto descontextualizado presenta una serie de características que lo hacen interesante desde el punto de vista no solo arqueológico sino también desde la perspectiva del estudio de los procesos de alteración, conservación y restauración del plomo de procedencia subacuática.

Para ello se plantearon una serie de objetivos:

1. Comprender los procesos y productos de alteración de este material en ambientes subacuáticos con el fin de conocer y analizar el diagnóstico del estado de conservación del cepo.
2. Estudiar las posibles técnicas analíticas aplicables para plantear una metodología de estudio y sus posibles resultados.
3. Establecer una propuesta de tratamientos de conservación y restauración que permitiese recuperar los elementos decorativos bajo los productos de alteración presentes en el objeto para facilitar una posterior investigación desde el punto de vista arqueológico.

La metodología llevada a cabo consistió en:

- La descripción y estudio de las características del cepo.
- La búsqueda de posibles técnicas analíticas a emplear y la selección de las más adecuadas para el estudio de las muestras tomadas (Tabla 1).
- Análisis y discusión de los resultados obtenidos.
- Realización del diagnóstico del estado de conservación.
- Propuesta de los tratamientos de conservación y restauración.

Una de las características que dotaban de mayor interés al cepo eran los elementos decorativos ocultos en diferentes grados bajo los productos de alteración. El cepo presentaba un estado de corrosión generalizada formado por diversos productos de mineralización en algunos casos desprendidos o descohesionados que hacía peligrar la superficie metálica y con ello los detalles originales (Figura 2). En las zonas de desprendimiento se podía observar además la superficie de plomo metálico con diferentes grados de alteración.

La observación macroscópica de las muestras analizadas ha permitido establecer una secuencia estratigráfica de los procesos de alteración sufridos en el objeto propio de ambientes aeróbicos (Figura 3). Los análisis de SEM-EDX identificaron elementos que podrían indicar la existencia de óxidos y cloruros de plomo que además coincidían con las características visuales. Los resultados de DRX identificaron dos fases minerales: Cotunnita ($PbCl_2$) y Penfieldita ($Pb_2Cl_3(OH)$), ambos cloruros de plomo citados como resultado de la alteración de minerales primarios del plomo en ambientes marinos [2] y objetos arqueológicos de procedencia subacuática [3,4] pero que han sido escasamente estudiados al no tratarse de los productos principales de alteración de este metal. Al mismo tiempo la ausencia de azufre en los resultados descartaría la presencia de estos productos principales, anglesita ($PbSO_4$) y galena (PbS) [5]. No obstante, hay que tomar estos resultados con precaución a la espera de analizar un mayor número de muestras de diferentes zonas y el empleo de técnicas analíticas complementarias para obtener unos resultados más representativo.

Finalmente, la propuesta de conservación y restauración propone una primera fijación o consolidación de las capas de alteración con peligro de desprendimiento con una resina acrílica para evitar la pérdida de detalles originales y por otro lado una limpieza selectiva de estos productos. Actualmente se están realizando pruebas mediante una formulación de EDTA (ácido etilendiaminotetracético) y gel agar-agar. El EDTA permite captar los iones metálicos de los productos para formar complejos metálicos solubles en agua. Aplicado junto a un gel permite llevar a cabo una limpieza controlada y selectiva incluso en superficies inclinadas e irregulares. Las primeras pruebas muestran que tras 6 horas de aplicación en una proporción de EDTA disódico al 5 % se eliminan los productos de alteración más superficiales que no eran solubles en agua. Variando el tiempo, modo y proporciones de aplicación de deberá establecer hasta qué punto se debe llegar en la limpieza sin que esta suponga la pérdida de detalles originales ni el debilitamiento de la superficie.

La escasa bibliografía referente al estudio, mecanismos y productos de alteración del plomo arqueológico subacuático no debería impedir establecer una metodología de estudio de estos objetos que permita ampliar al máximo la información que nos pueden aportar.

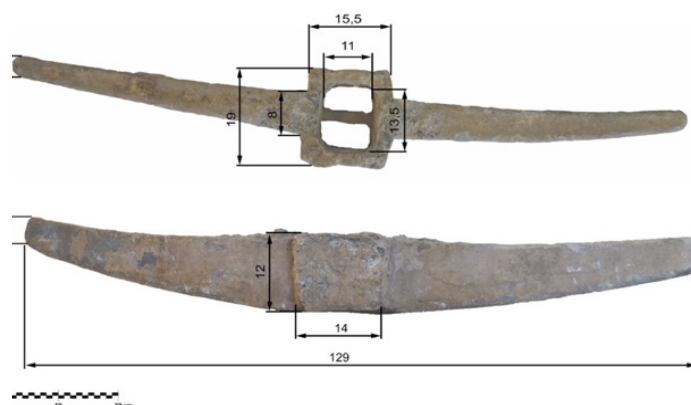


Figura 1 Cepo (Nº de inventario DJ34337 – Museo de Cádiz).

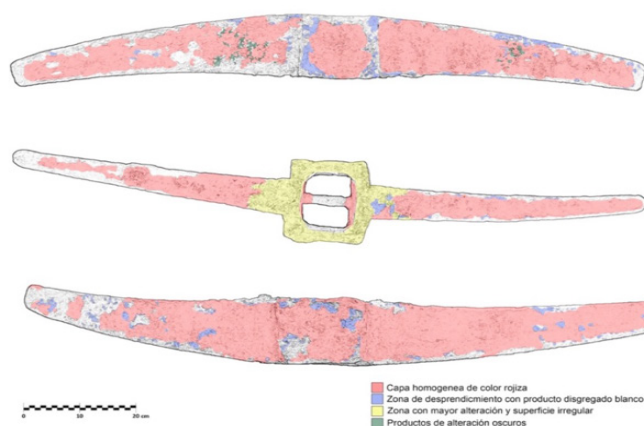


Figura 2 Distribución aproximada de los productos de alteración.

Tabla 1 Metodología de análisis llevada a cabo en los Servicios Centrales de Investigación en Ciencias y Tecnología de la Universidad de Cádiz

| TÉCNICA | OBJETIVOS |
|---|--------------------------------|
| MICROSCOPIOS ESTEREOSCÓPICO Y METALOGRAFICO | Observación macroscópica |
| MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO CON MICROANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE RAYOS X (SEM-EDX) | Análisis elemental |
| DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX) | Identificación fases minerales |

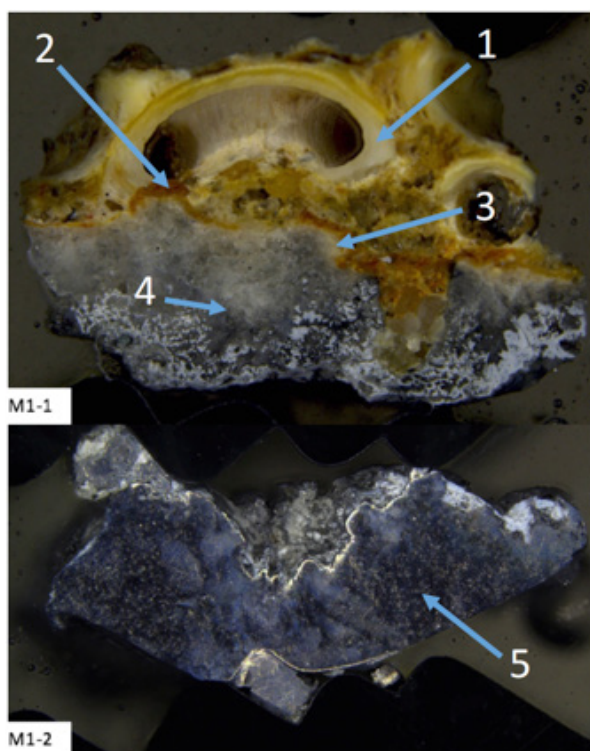


Figura 3 Secuencia estratigráfica. (1) Colonización biológica, (2) capa fina y compacta rojiza, (3) capa blanquecina con tonos amarillentos, (4) Capa grisácea disgregada, (5) plomo metálico.

Referencias

- [1] Anchors: An Illustrated History. B.N. Curryer, Anapolis, Md.: Naval Institute Press, Chatham, 1999.
- [2] C. Menor-Salván, Laurionita y otros cloruros de plomo de la Sierra de Cartagena (Murcia). Revista digital de Mineralogía Topográfica Ibérica. 1 (2010) 73.

- [3] I.D. MacLeod, Identification of corrosion products on non-ferrous metal artifacts recovered from shipwrecks. *Studies in Conservation*. 36 (1991) 222.
- [4] R.F. Tylecote, The Behaviour of Lead as a Corrosion Resistant Medium Undersea and in Soils. *Journal of Archaeological Science*. 10 (1983) 397.
- [5] N.A. North, I.D. MacLeod, in *Conservation of Marine Archaeological Objects*, C. Pearson (Ed.), Boston, Butterworths, 1987, p. 68.

LOS PUERTOS NATURALES FENICIOS DE *GADIR*, *MOTYA* Y *SULCIS*. UN ESTUDIO COMPARADO: VALORACIÓN Y PUESTA AL DÍA

López Sánchez, Natalia
Universidad de Cádiz
natalia.lopez@uca.es

La gran mayoría de los asentamientos fenicios conocidos en el Mediterráneo y en la fachada Atlántica de la Península Ibérica son o fueron marítimos. De hecho, para sus fundaciones y trayectorias históricas posteriores el factor portuario fue esencial ya que las comunicaciones entre estos asentamientos, -ya fuesen a escala local, regional o global-, eran generalmente marítimas. Asimismo, es lógico que el emplazamiento de dichos puertos estuviera en relación directa con la ubicación de los asentamientos terrestres en vista al aprovechamiento de un mayor número de recursos [1].

Partiendo de esta idea, en este análisis nos centraremos en tres archipiélagos e islas como son *Gadir* (Cádiz, España) (Fig. 1), *Motya* (Sicilia, Italia) (Fig. 2) y *Sulcis* (Sant'Antioco, Cerdeña, Italia) (Fig. 3), las cuales nos servirán como claros ejemplos de aprovechamiento de la configuración natural del litoral por parte de los fenicios, puesto que son ciudades ubicadas en islas próximas a la costa. Se trata de tres asentamientos o islas posiblemente sacralizadas (como muestran la últimas novedades sobre *Motya*) [2], con características geomorfológicas similares que parecen reflejar el sistema portuario de Tiro [3], ya sea como puerto principal o como zona de fondeadero al resguardo de los vientos.

La metodología se llevará a cabo mediante un estudio comparado en el que tendremos en cuenta variables como la situación geográfica con respecto al mar y al continente; la evolución geomorfológica de la costa descrita en los trabajos de los últimos años; así como el factor visibilidad, entre otros aspectos. Por otro lado, recogeremos información documental de los propios museos actuales y generaremos documentación fotográfica actual, pues contamos con el privilegio de poder estar físicamente en las tres ciudades protohistóricas y poder, además, estudiar su paisaje marítimo cultural de primera mano.

Con todo ello, nuestro objetivo no es otro que realizar un análisis de conjunto sobre tres emplazamientos fenicios de gran relevancia desde época arcaica. Un estudio a través del cual podremos conocer la funcionalidad, relación y similitudes de estos tres enclaves fenicios, así como aportar nuevas conclusiones a la investigación sobre la relación directa entre el mundo fenicio y el mar.

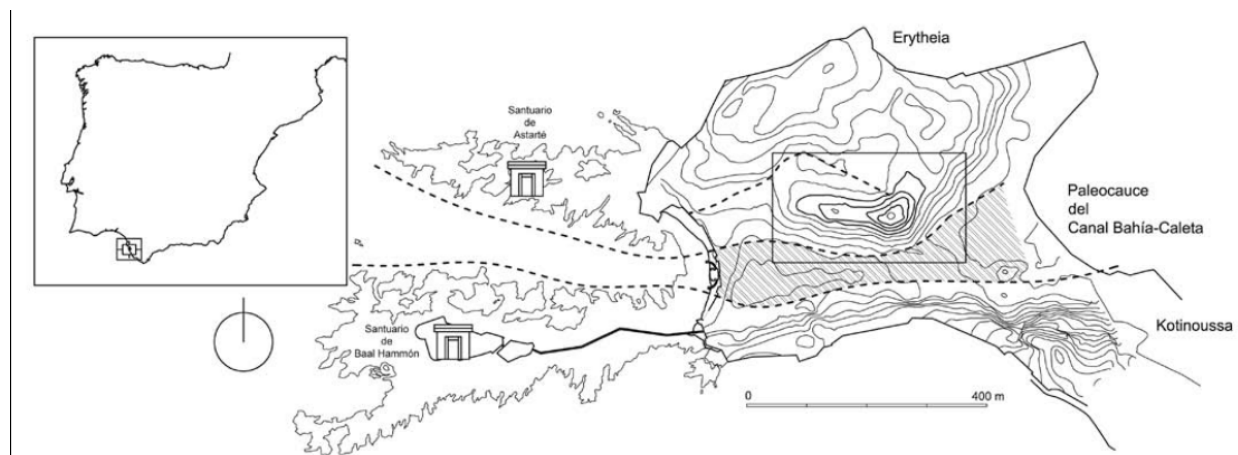


Figura 1. *Gadir* (Cádiz, España). En: J.-Ma. Gener Basallote, M.-Á. Navarro García, J.-M. Pajuelo Sáez, M. Torres Ortiz Y E. López Rosendo, in M. Botto (Ed.), Roma 2014, pp. 15, fig 1



Figura 2. *Motya* (Sicilia). Visión aérea tomada en 2005. Según L. Nigro Y F. Spagnoli, 2012, QAFP/CM 02 (2012) 8 pp. 2, fig.1.



Figura 3. *Sulcis* (Sant'Antioco-Cerdeña). Imagen de Sardegna in Rete. Il Turismo a portata di web. II Blog del Portale "Le vie della Sardegna", 2014. Tomado de: <https://sardegna-in-rete.levie-dellasardegna.eu/alla-scoperta-di-santantioco-informazioni-turistiche-e-curiosita-su-questa-localita-sarda/>

Referencias

- [1] J.L. López Castro, Enc. Int. del Mediterráneo, Murcia, Spain, 2015, p. 17
- [2] L. Nigro Y F. Spagnoli, QAFP/CM 02 (2012) 8
- [3] N. Marriner, C. Morhange Y N. Carayon, Journ. Of Archaeolo. Sciencie 35 (2008) 1281-1310
- [4] P. Bartoloni, At. del Conv. Inter. Cefalù, Palermo, 2010, pp. 37-52
- [5] J.-Ma. Gener Basallote, M.-Á. Navarro García, J.-M. Pajuelo Sáez, M. Torres Ortiz Y E. López Rosendo, in M. Botto (Ed.), Roma 2014, pp. 15, fig.1

INFRAESTRUCTURAS PORTUARIAS Y ZONAS DE ATRAQUE NATURAL EN EL CONTEXTO DE TOSCANOS Y EL PALEOESTUARIO DEL BAJO VÉLEZ

Márquez Morant, Jaime
Universidad de Cádiz
jaime.marquez.morant@gmail.com

Palabras Clave: puerto, paleopaisaje, estuario, arqueología, SIG, fenicios.



Figura 1. Poblados, necrópolis fenicias y asentamientos del bronce en las desembocaduras de los ríos Vélez y Algarrobo. Extraído de Corrales (2009, p. 57, fig 3).

Este proyecto pretende dar a conocer un estudio exhaustivo de las áreas portuarias del Bajo Vélez (Vélez-Málaga, Málaga) con sus respectivas estructuras, tomando como referencia Toscanos que, durante las intervenciones del Instituto Arqueológico Alemán de Madrid pusieron de relieve la única plataforma portuaria en piedra hallada en occidente [1, 2]. Toscanos, Peñón y Alarcón deben entenderse como un único yacimiento, cuyo núcleo sería Toscanos en expansión hacia las laderas de ambos promontorios convirtiéndose en uno de los mayores centros coloniales del Mediterráneo occidental con casi 15 has amuralladas [3].

En primer lugar, se han recogido gran parte de las hipótesis plasmadas en la bibliografía, que no han sido aún demostradas arqueológicamente para cuestionarlas y tratar de esclarecer la cuestión del abandono del núcleo fenicio y su puerto en el siglo VI a.C. Como novedad, se han fundamentado nuevas, geomorfológicas, que añaden el cambio paisajístico que sufre el estuario del Vélez por entonces. De esta manera, no sólo influiría el aspecto económico, político y social en el denominado fracaso o decadencia del Territorio Fenicio (también cuestionado) sino que contaríamos además con la brusca colmatación y alteración paisajística que sufre el estuario y, por ende, el traslado a ensenadas óptimas para varar y fondear sus naves comerciales. Por esta

razón fue imprescindible recopilar aquellos estudios paleotopográficos y climatológicos realizados en los ríos Guadalhorce, Guadalmedina, Vélez y Algarrobo, entender sus ritmos y los diferentes patrones de asentamiento fenicio según la paleogeografía y las zonas portuarias, bien como varaderos y atracaderos naturales, y/o con el uso de plataformas artificiales, fondeaderos e incluso infraestructuras terrestres relacionadas con el tráfico marítimo-fluvial (almacenes, faros, templos, puestos de vigilancia, etc.). Todo ello restituído gracias a la herramienta del software ArcGIS.

Retomar la cuestión de *Mainake* permitió comprobar, desde un análisis espacial, las descripciones geográficas que hacen alusión a estas ciudades las fuentes literarias, sitas posiblemente en el valle del Vélez. Además, se ha reafirmado la situación portuaria de la ensenada septentrional de Cerro del Mar (*Maenoba*), considerada por algunos autores como el segundo salto portuario de Toscanos (*Maenace*) a la fundación de una nueva ciudad portuaria en el siglo VI a.C. Esto ha sido posible gracias a la comparación de los estudios geomorfológicos practicados en el valle durante los últimos años; una recopilación de planos, dibujos, cartografía y fotografía histórica; las observaciones a pie de campo [4]; los vestigios arqueológicos hallados; los factores meteorológicos influyentes y los condicionantes náuticos que ofrecería el estuario entre los siglos VIII y VI a.C. [2].

Los resultados del análisis de cuenca visual han conectado visualmente el Territorio Fenicio de Vélez y Algarrobo, confirmando las comunicaciones entre puertos a través de un circuito de puestos de vigilancia, halladas en Alarcón y la supuesta de Casa de la Viña [3, 4], y descartando la hipótesis de faro erigido sobre la paleoisla que, según Avieno, es el templo dedicado a Noctiluca [5].

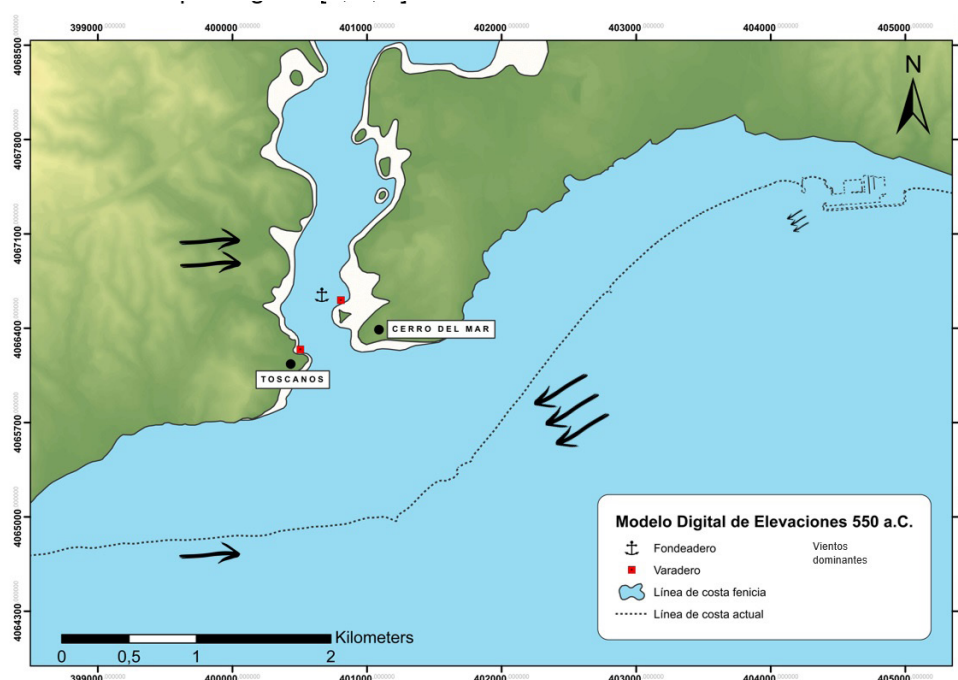


Fig. 2. Representación del antiguo estuario del Vélez con principales situaciones. Elaboración propia.

Los balances sedimentológicos y los resultados de las columnas estratigráficas, permitieron reinterpretar en SIG las secuencias de colmatación del Bajo Vélez. De ser cierta la unión de la isla de Noctiluca con Cerro del Mar, ésta dibujaría una nueva ensenada al noroeste que favorecería la continuación del comercio naval en *Maenoba*, la nueva *Maenace*. Este accidente se formaría a raíz de una acumulación de aluvión y cantos rodados traídos por el río que junto a un alza del nivel del mar y/o el oleaje podría contribuir en la creación de esta lengua de tierra puesto que el material sedimentario va depositándose cada vez más arriba. No es de extrañar la formación de un tómbolo y menos en una zona en la que se enfrentan la influencia marina y fluvial, favoreciendo la inestabilidad geomorfológica. El paisaje costero siempre ha estado sometido a bruscos cambios, por lo que se defiende la dinámica, destrucción y recomposición de la barra arenosa a lo largo del tiempo. Esta bahía permitiría un acceso sencillo y directo al asentamiento para el siglo VI a.C., con un fondeadero abrigado del oleaje cuyas orillas harían la función de varadero. Sin embargo, no se han encontrado evidencias portuarias

hasta la fecha, pero cabe la posibilidad de documentar infraestructuras similares a la hallada en Toscanos en futuras intervenciones arqueológicas [1, 2, 4].

Referencias

- [1] O. Arteaga, H. D. Schulz, 1997. “El puerto fenicio de Toscanos”, en: Aubet, M. E. (Ed.), *Los fenicios en Málaga*. Málaga, pp. 87-154.
- [2] N. Carayon, 2008. *Les ports phéniciens et puniques. Géomorphologie et infrastructures. Volume I.*, Strasbourg.
- [3] E. Martín Córdoba, A. Recio Ruiz., 2002. *Los fenicios en la costa de Vélez-Málaga, Playa Fenicia*, Vélez-Málaga.
- [4] M. M. Sarmentero, 2015. *Aportaciones a la posible ubicación de Mainake: consideraciones económicas derivadas de ello. La ceca de Malaca*.
- [5] J. Ramos Muñoz, 2016. “Guía de la visita a los yacimientos arqueológicos con ocupación prehistórica, fenicia y romana de Torre del Mar y río de Vélez, efectuada a instancias de la Sociedad de Amigos de la Cultura de Vélez-Málaga (SAC). 17-12-2016”.

INTERCAMBIOS ICONOGRÁFICOS POR EL ATLÁNTICO A TRAVÉS DE LA OBRA DEL PINTOR BARROCO NOVOHISPANO PEDRO LÓPEZ CALDERÓN

Mayorga Chamorro, José Ignacio
Universidad de Málaga. Departamento de Historia del Arte
mayorgach@uma.es

Palabras Clave: Pintura novohispana, Estudios iconográficos, Estudios trasatlánticos



Objetivo principal

Explicar, a partir del análisis de lienzos del pintor barroco novohispano Pedro López Calderón, el fenómeno bidireccional de traspaso, adaptación y asimilación de iconografías y devociones cristianas que existió entre la España peninsular y sus territorios en América, destacando el papel protagonista del mar como vehículo y trasfondo de este proceso de intercambio cultural.

Resumen y otros aspectos de la propuesta

Pedro López Calderón es un pintor novohispano poco conocido, que está siendo objeto de un estudio monográfico en la investigación doctoral de la que parte esta comunicación. Su obra, dispersa por buena parte del territorio mexicano, es mayoritariamente sacra, habiendo realizado numerosos encargos para diferentes órdenes religiosas [1]. Dentro de su repertorio temático -acorde a los principios de la Contrarreforma católica- abundan las representaciones marianas y de los santos. Y dentro de estas, sorprende la presencia de iconografías hasta ahora desconocidas o poco frecuentes del otro lado del Atlántico.

Es el caso de los santos mártires Ciriaco y Paula, patronos de la ciudad de Málaga, de los que acabamos de localizar en Chiapas (México) su primera representación fuera del ámbito malagueño, desconocida hasta el momento por tratarse de un cuadro inédito (imagen). Analizamos la recepción y asimilación de esta iconografía por un pintor que, ajeno a la tradición local de origen, consigue resolver su interpretación con originales recursos propios de la plástica barroca iberoamericana. Y compararemos su caso con el de otras iconografías regionales españolas trabajadas por Pedro López Calderón, como un lienzo de la Virgen de Valvanera, patrona de la Rioja, localizado en Ciudad de México [2].

Por otro lado, en Andalucía contamos con varias representaciones de la Vírgenes de Guadalupe mexicana que llevan su firma [3,4], manifestando cómo estos trasposos iconográficos también se produjeron en sentido inverso, desde América hasta nuestras costas. De tal manera que a partir de análisis de estos ejemplos, limitados a un autor particular, podremos ilustrar un proceso mucho más amplio y generalizado de intercambios y enriquecimiento cultural entre dos mundos conectados por mar.

Otro trasfondo latente es el contexto de la evangelización del continente americano, estrechamente ligado al proceso de apropiación del territorio e imposición de una nueva cultura y sociedad. El catolicismo encontró en la representación plástica una herramienta eficaz de adoctrinamiento donde hallaba barreras la palabra, de ahí la masiva llegada de imágenes y devociones cristianas -particularmente hispanas y andaluzas- a través del Atlántico, en lo que algunos expertos han denominado “la otra Carrera de Indias” [5]. Imágenes a cuya protección se encomendaba también la riesgosa navegación.

Pero este marco teórico, histórico y cultural, solo es la base de una investigación que, en lo metodológico, aportará los resultados de un amplio proceso de revisión bibliográfica y documental en bibliotecas y archivos de centros especializados, incluyendo dos amplias estancias de investigación ya realizadas en la Universidad Nacional Autónoma de México (2016 y 2017) y completadas por un extenso trabajo de campo para la localización, estudio y fotografiado de las obras que citamos.

Agradecimientos

Investigación enmarcada en una ayuda de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Educación Cultura y Deporte de España (FPU-13/06597) y colaborada por los Vicerrectorados de Investigación y de Estudios de Posgrado de la Universidad de Málaga - Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech.

Referencias

- [1] J. Armando Hernández Souvervielle, “El celo espiritual y militar de la orden franciscana y la monarquía hispánica en una pintura de la Inmaculada de Pedro López Calderón”. *Archivo Español de Arte* 84. 336 (2011) 342.
- [2] *Pintura colonial en México*. Manuel Toussaint (Ed.), México DF, Instituto de Investigaciones Estéticas-UNAM, 1990. p.151.
- [3] *Sevilla guadalupana. Arte, Historia y devoción*. Francisco Montes González (Ed.), Sevilla, Diputación de Sevilla, 2015. pp. 273, 276 y 283.
- [4] *Iconografía guadalupana I*. Joaquín González Moreno (Ed.), México DF, JUS, 1959. pp. 86-88.
- [5] Rafael López Guzmán, Francisco Montes González. “Itinerarios devocionales. La otra Carrera de Indias” in Rafael López Guzmán, Francisco Montes González (Eds.), Granada, Universidad de Granada, 2017, pp. 11-22.

LAS COLECCIONES HISTÓRICAS DE INSTRUMENTOS CIENTIFICO-MARÍTIMOS. RECUPERACIÓN Y MUSEOLOGÍA

Muñoz Rey, Yolanda

Universidad de Cádiz – HUM726, yolanda.munoz@uca.es

Palabras Clave: Instrumentos científico-marítimos, Real Observatorio de la Armada, Patrimonio científico, Conservación, Museología.

El tema

El tema de la comunicación son LAS COLECCIONES HISTÓRICAS DE INSTRUMENTOS CIENTIFICO-MARÍTIMOS desde el prisma de su recuperación y museología. A través de estas Colecciones de Instrumentos se puede estudiar la Historia de la Navegación desde la época de los descubrimientos hasta la era contemporánea. Conocer a fondo esta realidad científica puede contribuir a ampliar nuestros conocimientos sobre el papel de la ciencia y los científicos en la España de los siglos XVIII, XIX y XX. Precisamente en nuestra Bahía, la Colección de Instrumentos Antiguos del ROA es esencial para conocer y comprender un periodo importante de la historia de nuestra ciudad, de la Armada española y de lo que ha sido la historia de la ciencia europea desde el siglo XVIII al XX. Estas piezas suponen un excelente recorrido a través de los avances y el desarrollo de la Astronomía y la Navegación, cuyo interés social, político, cultural, económico y científico es indudable y apasionante.

Objetivos

- Estudiar y exponer el relato histórico monográfico de la colección.
- Indagar los criterios y acciones foráneas conservadoras de buenas prácticas.
- Analizar del estado actual de las colecciones. Diagnóstico.
- Diseñar un programa de actuación de conservación, restauración y museología.

Metodología

La metodología ha sido la propia de la investigación histórica y social: estudio bibliográfico para establecer el estado de la cuestión, estudio documental, trabajo de campo con entrevistas y sobre todo con el análisis y estudio pormenorizado visual y técnico de las colecciones y su contexto, recogida de datos textuales y gráficos, análisis crítico de los datos, contrastación y redacción de las conclusiones. *Resultados*

La historia científica y tecnológica en España está jalonada de grandes nombres, importantes hitos y piezas de indiscutible valor. Sin embargo, y a diferencia de otros ámbitos de la cultura como la pintura o la escultura, es una gran desconocida. Los resultados nos ofrecen la historia monográfica de dichas colecciones con todos los ámbitos asociados posibles (social, antropológico, político, etc.)

En la historia del conocimiento ha sido una constante el que los planteamientos teóricos que impulsaron el desarrollo científico, siempre tuvieron como límite el impuesto por los desarrollos instrumentales. El método científico se basa en la observación experimental y sus desarrollos sirven para conocer las posiciones de las teorías, las posibilidades de la precisión observacional y conformar con sus limitaciones el alcance y valor de sus aportaciones científicas. Por ello la historia de los centros científicos debe estudiarse partiendo precisamente del estudio de su instrumentación.

El estudio de la colección de instrumentos nos revela cosas como las comunicaciones internacionales en la compra-venta de éstos, la selección de firmas y materiales y la problemática económica y la política

en materia de apoyo a la ciencia en un momento determinado. A estos instrumentos hay que empezar a llamarlos ya Patrimonio Histórico-Científico y darles la atención y protección que merecen. La problemática de estos instrumentos antiguos es que no se consideran patrimonio y cuando dejan de ser útiles se guardan en almacenes donde se deterioran y olvidan hasta que se terminan tirando por falta de espacio.

Conclusiones

El tema ha resultado de gran interés por su estado embrionario dentro de la historiografía actual, y con múltiples posibilidades en cuanto a la riqueza de los conocimientos que produce y a las opciones que ofrece de Transferencia y de Gestión Sostenible y Productiva (social, cultural y económica).

El valor de los instrumentos es múltiple: Por un lado está su propio valor material, supone un testimonio vivo de nuestra historia, en nuestro caso (ROA) es además una colección coherente y continua, tiene un sentido histórico, está asociado a una institución educativa, el papel de cada instrumento está justificado y a través de ella se puede estudiar una evolución. Estas colecciones suelen presentar los siguientes problemas: la colección no suele estar completa, se pierden instrumentos y el uso en manos de personas diversas y durante mucho tiempo la han ido deteriorando y menguando.

El trabajo de la Conservación es amplio y complejo, incluye un sinnúmero de funciones y la declaración de principios y criterios. Sobre todo en nuestro país, la Conservación del Patrimonio Científico es una línea de trabajo que se encuentra en sus inicios, y debemos diseñar programas que sean una concreción a las necesidades particulares de cada colección. Esta nueva vía de estudio que no la había en España, ahora se está intentando impulsar y hay que añadirse al proyecto común de “alfabetización científica”: hoy día estamos rodeados de tecnología y debemos conocer su pasado.

Los museos de Ciencia y Tecnología tienen un gran potencial didáctico y cultural, con los que se trata de potenciar futuras vocaciones, son nuevos y aparecen tras una generación de museos compleja y dificultosa que va tomando forma. No hay que reducir el término cultura a arte. Es deseable en ellos establecer, más que un museo, un “Science Centre”.

La Colección de Instrumentos tiene un valor incuestionable y hay que estudiarla a fondo. La hemos heredado, tiene valor y es esencial para comprender el pasado, luego es nuestra obligación conservarlo, porque además presenta deterioro y su integridad física lo exige. Hasta la actualidad no se ha considerado a esta colección como digna de pertenecer al patrimonio histórico, ya que en el Observatorio los instrumentos científicos se han visto condicionados siempre en su faceta práctica y de uso, lo que los hacía dignos de desecho en el momento en el que no servían. Esto ha sido una actitud común en torno a lo que denominamos patrimonio científico, el cual estamos empezando a considerar y respetar desde hace pocos años.

Referencias

- [1] Egido, M.A.Y González, L. (1996) “Conservación de Instrumentos Antiguos de Navegación”. Actas del *Primer Simposio de Historia de las Técnicas (La Construcción Naval y la Navegación)*. Astillero, Cantabria, pp. 407-411.
- [2] Muñoz Rey, Y. (2014). *La conservación y musealización de las colecciones científicas antiguas. Estado de la cuestión y especial atención a la colección del ROA*. Proyecto Fin de Master, Universidad de Cádiz.
- [3] Sebastián, A (1995), “Hacia una Arqueología de la Ciencia: Problemas de Conservación y Restauración del Patrimonio Científico e Industrial” en Revista *PATINA* (Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Madrid, Época II, nº 7, pp. 118-129.
- [4] Sebastián, A. (1996), “Instrumentos anónimos: Proceso de identificación del autor” en Actas del *Primer Simposio de Historia de las Técnicas (La Construcción Naval y la Navegación)*. Astillero (Cantabria). Universidad de Cantabria, pp. 527-534.

RESTAURACIÓN DE LAS PIEZAS DE JOYERÍA DEL PECIO ANCLA MACUCA (PARQUE NATURAL ARRECIFE ALACRANES, YUCATÁN, MÉXICO)

San Martín Bel, Cristina
Universidad de Cádiz
csanmartinbel@gmail.com

Palabras Clave: arqueología subacuática, restauración, joyería, análisis, FRX.

Con la presente comunicación se pretende compartir el caso de los tratamientos de conservación y restauración llevados a cabo sobre un conjunto de aproximadamente 300 piezas de joyería de tipología variada, hallado en un pecio del s. XVIII en el Parque Nacional Arrecife Alacranes^[1], ubicado en el Golfo de México, y perteneciente al estado de Yucatán.

Las primeras piezas aparecieron junto a unas monedas macuquinas y otros artefactos durante los trabajos de prospección de la temporada de campo 2014, con lo que se organizaron las sucesivas campañas y se continuaron las tareas de recuperación en 2015 y 2016.

Todos los tratamientos de conservación y restauración, análisis y catalogación se realizaron en las instalaciones de la Subdirección de Arqueología Subacuática del Instituto Nacional de Antropología e Historia, y en el Centro de Investigación en Corrosión, ambas instituciones en Campeche, México.

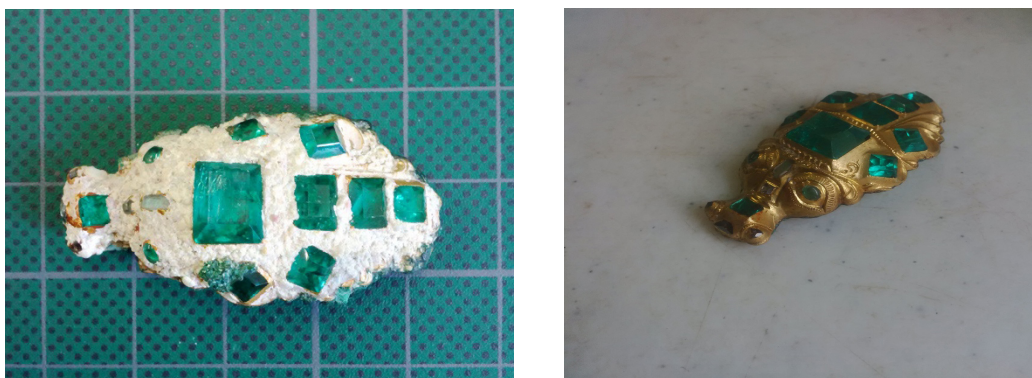
El objetivo prioritario, tanto de los análisis como de los tratamientos, fue la restitución del aspecto original de las piezas, dado que el destino final de las mismas ha sido su exposición museística y, paralelamente, el avance en la investigación histórico-arqueológica.

La metodología de trabajo que se llevó a cabo fue acorde a los principios y criterios básicos de conservación-restauración, empezando por tratamientos inofensivos de limpieza mecánica, pasando por análisis no destructivos y llegando finalmente a tratamientos químicos para la eliminación de las inclusiones adheridas.

Los análisis realizados sobre las piezas fueron de tipo elemental, con el empleo de la técnica de Fluorescencia de Rayos X (FRX), para identificar tanto los componentes de la aleación como los de las concreciones calcáreas, que en muchos de los casos cubrían casi por entero las piezas a tratar. Además, se realizó un pequeño estudio no invasivo de las gemas, con objeto de identificar su naturaleza, para lo que se empleó lupa binocular, lámparas de luz UV y un polariscopio gemológico.

Los resultados arrojados proporcionaron información detallada sobre la composición de la aleación, constituida por oro en elevada proporción, cobre y plata. Además, se identificaron las piedras como berilos del tipo esmeralda, con alta probabilidad de proceder de minas del área de la actual República de Colombia, dadas sus inclusiones características. Igualmente, se obtuvo la caracterización de los elementos presentes en las concreciones, en su mayoría carbonatos de calcio, así como algunos detalles sobre productos de corrosión adheridos, provenientes de los artefactos metálicos cercanos a las piezas en el yacimiento, como fragmentos de ancla y cañones de hierro.

Finalmente, estos análisis permitieron la elección de los tratamientos químicos, que consistieron en inmersión de las piezas afectadas en una disolución de pH bajo, compuesta por ácido acético (CH_3COOH) en concentración variable, en función de la dureza del material a eliminar.



Figs. 1 y 2. Imágenes de una misma pieza antes y después de ser tratada



Fig. 3. Dos piezas iguales, una de ellas después de haber sido sometida a tratamiento

En conclusión, la posibilidad de difusión de trabajos como el que aquí se presenta es un pequeño aporte para la comunidad de conservadores de patrimonio cultural sumergido, ya que en futuros casos similares podrá conseguirse un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles para los tratamientos.

Referencias

- [1] Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Arrecife Alacranes, AA.VV., CONANP, 2006
- [2] Gutiérrez, D. A., *La Fluorescencia de Rayos X aplicada al análisis de aleaciones*, Tecnología en marcha, n° 13, págs. 19 - 27.

EL ARTE DE PESCAR PALABRAS. TERMINOLOGÍA MARINERA GADITANA

Soto Melgar, María de las Mercedes

Universidad de Granada

mercedes.soto.melgar@outlook.es, sotomelgar@ugr.es

Palabras Clave: Terminología marinera, Artes de pesca, Cádiz, Filología, Etnografía.

Cuando se habla de estudios relacionados con el mar, en lo primero que se piensa es en investigaciones que tienen que ver con la biología, la geología, el medioambiente o, incluso, la arqueología o la antropología... pero lo cierto es que siempre olvidamos una parte importante de la realidad marinera, el medio de comunicación de su gente, es decir, el habla con la que los pescadores crean y caracterizan el mundo que les rodea. Es por esto que el libro *El arte de pescar palabras. Terminología marinera gaditana* es el resultado de una investigación de corte lingüístico-etnográfico con la que buscábamos documentar el habla y la cultura de los pescadores de la provincia. Esta investigación, por tanto, tiene por objeto dar a conocer las palabras y las cosas del mar en la costa de Cádiz, concretamente aquellas que tienen que ver con los instrumentos que sirven para pescar, es decir, con los artes de pesca. Partimos de la idea de que, conociendo bien el medio de expresión de una comunidad de hablantes, se puede llegar a conocer mejor la cultura y la idiosincrasia que a esta se circunscribe; es por esto que consideramos que el análisis del léxico empleado por los pescadores gaditanos en su actividad marinera, nos puede ayudar a comprender mejor sus peculiaridades como grupo social, es decir, su forma de vida, su forma de pensar, sus costumbres y su manera de ver el mundo que les rodea.

Para poder llevar esta realidad a término, la lingüística se ha valido y se vale del método *Wörter und Sachen* o Palabras y cosas, gracias al cual podemos considerar y estudiar el léxico en relación directa con las cosas a las que se refiere, teniendo siempre en cuenta el medio y buscando en los referentes la explicación de la palabra. Esto quiere decir que, ante todo, tenemos presente la realidad, pues muchos nombres se basan en el aspecto o funcionalidad de las cosas o de los seres y, conociendo bien estas realidades, se puede llegar al punto de partida de la palabra, es decir, a su etimología o a su motivación. Somos conscientes de que hay otros estudios dedicados al habla y a la cultura marinera, andaluza en general y gaditana en particular. La realidad lingüística y cultural de los pescadores gaditanos ya quedó reflejada, por ejemplo, en el *Atlas lingüístico y etnográfico de Andalucía* (ALEA), que realizó encuestas sobre el mar con un cuestionario de 275 preguntas, pero este cuestionario tan solo se pasó en Cádiz por las localidades de Chipiona, Cádiz y Algeciras; lo mismo ocurrió con las encuestas que realizó M. Alvar en España y Portugal para el *Léxico de los marineros peninsulares* (LMP), ya que el cuestionario (de 853 preguntas) se pasó en Cádiz únicamente en Algeciras y San Fernando. Como podemos ver fueron pocas las localidades gaditanas en las que se pasaron las encuestas del ALEA y del LMP, por lo que veíamos conveniente que, en esta ocasión, la red de puntos fuera mucho más densa, con el único fin de dar un testimonio mucho más preciso y ajustado a la realidad marinera de esta provincia. Para la obtención del material, cuyo análisis conforma el cuerpo del libro, se realizaron entrevistas semidirigidas a lo largo de todo el litoral. Cádiz posee un total de diecisiete localidades costeras, pero en este caso solamente se han seleccionado como puntos de encuesta aquellas que poseen puerto pesquero, quedando fuera los núcleos poblacionales cuya actividad pesquera se ve reducida al varado de pequeñas embarcaciones en las proximidades de las playas. La red de puntos ha quedado configurada del siguiente modo: La Línea de la Concepción, Algeciras, Tarifa, Barbate, Conil, Chiclana de la Frontera (Sancti Petri), San Fernando, El Puerto de Santa María, Rota, Chipiona y Sanlúcar de Barrameda. Los informantes son todos varones, naturales de la localidad investigada o criados en ella desde muy pequeños y tienen entre 30 y 80 años de edad. Las entrevistas se han realizado *in situ* en los mismos puertos pesqueros en los que localizábamos a nuestros informadores y esto nos ha permitido que el análisis del léxico se haya abordado con criterio onomasiológico.

Los resultados obtenidos se exponen ordenados por artes de pesca, es decir, aparecen ordenados por campos léxicos y no alfabéticamente, de modo que cada apartado comienza con una explicación de la historia, de las partes y del funcionamiento del arte, seguida del estudio de las voces que lo acompañan. En el análisis

primero damos a conocer las variantes recogidas durante las entrevistas, junto con el significado o significados obtenidos en las mismas; en segundo lugar, se confronta el término recogido y su significado con el DLE. En los casos en que la voz y el significado recogidos coincidan con los propuestos por la Academia como generales de la lengua, no nos detendremos, pues en el *Diccionario Académico* y en el *Diccionario crítico-etimológico* de Corominas y Pascual (DCECH) se pueden encontrar noticias sobre su significado y sobre la etimología de la palabra; sí lo haremos en los casos contrarios, de modo que las denominaciones no castellanas irán acompañadas, siempre que sea posible, de una justificación etimológica y/o semántica que explique dicha denominación; por último, se citan diccionarios, glosarios, enciclopedias y otros repertorios lexicográficos, dedicados al estudio de la actividad pesquera, donde se haya documentado la palabra con el mismo significado o con otro distinto.

En cuanto a las conclusiones, se recogen dos tipos: lingüísticas y etnográficas. En las conclusiones lingüísticas se abordan los aspectos morfológico, semántico y fónico que caracterizan el habla marinera gaditana. En las etnográficas se sintetizan los cambios que ha sufrido en los últimos años la cultura popular de los pescadores gaditanos, concretamente la religiosidad, las canciones de trabajo, los oficios tradicionales, los refranes y los materiales empleados para la confección de redes y aparejos, entre otras cosas... El habla de los pescadores gaditanos es parte del español estándar hablado en la provincia de Cádiz, pero debido a una serie de peculiaridades fonéticas, morfológicas y semánticas debe encuadrarse dentro de las hablas andaluzas. La primera gran conclusión a la que llegamos tras el análisis del léxico recogido es que en el habla de los marineros gaditanos abundan las voces y expresiones motivadas y, como cabría esperar, la motivación interna prevalece con un 92,31% sobre la externa (7,69%), que tiene una presencia relativamente escasa. Dentro de la motivación interna predomina la morfológica con un 86%, seguida de la semántica (12,60%) y la fonética (1,40%). En el aspecto morfológico, la formación de palabras en el habla marinera gaditana sigue las reglas morfológicas del castellano sin apenas variación. En cuanto a los aspectos léxico-semánticos, el léxico marinero gaditano es en su mayoría de origen castellano, lo propiamente gaditano y andaluz radica en el uso que los pescadores hacen de esas palabras y en los cambios semánticos a los que se han visto sometidas; junto a las voces castellanas hay otras que han tomado nuevos significados o han especializado el que les era propio con el fin de adaptarlas mejor a la realidad marinera. En la motivación fonética se han analizado las voces de creación onomatopéyica y los fenómenos fonéticos que encuadran el habla de los pescadores gaditanos dentro de las hablas andaluzas. En cuanto a la motivación externa cabe decir que una parte significativa del material obtenido no es de origen castellano. En el habla de los marineros gaditanos hallamos, además de voces patrimoniales, anglicismos, portuguesismos, galicismos, italianismos, catalanismos, canarismos y galleguismos. El hecho de haber tenido dos informantes en la mayoría de las localidades entrevistadas, uno joven y otro de mayor edad, nos ha facilitado, por un lado, determinar las diferencias léxicas entre generaciones y, por otro, conocer la evolución del léxico en relación a los avances sufridos en la navegación, en los materiales, en las técnicas de pesca y en la forma de vida de sus pescadores.

Referencias

- [1] Bernal Casasola, Darío (ed.), *Arqueología de la pesca en el estrecho de Gibraltar. De la Prehistoria al fin del Mundo Antigo*. Monografías del Proyecto Sagena, 1, Cádiz, Universidad de Cádiz, 2009.
- [2] LMP. Alvar López, Manuel, *Léxico de los marineros peninsulares* (4 Vol.), Madrid, Arco/Libros, 1985.
- [3] Corominas, Joan y Pascual, José Antonio, *Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico*, Madrid, Gredos, 1983.
- [4] DLE. Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, Recurso electrónico www.rae.es [23.ª edición]
- [5] Padillo Rivademar, J. y Carreira Romero, J. J., *Las artes de pesca en el litoral gaditano*, Cádiz, Diputación Provincial de Cádiz, Servicio de Publicaciones FOROSUR, 2001
- [6] Real Academia Española [NTLLE], *Nuevo tesoro lexicográfico de la lengua española*, Madrid, Espasa Calpe [Edición en 2 DVD], 2001.

- [7] Rodríguez Santamaría, Benigno, *Diccionario de artes de pesca de España y sus posesiones*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1923.
- [8] Sáñez Reguart, Antonio, *Diccionario histórico de los artes de la pesca nacional*, Madrid, Imprenta Joaquín Ibarra, 1791.
- [9] TLHA. Alvar Ezquerra, Manuel, *Tesoro léxico de las hablas andaluzas*, Madrid, Arco/Libros, 2000.

EL INSTRUMENTAL PESQUERO DE ÉPOCA ANTIGUA EN SU CONTEXTO. CATEGORIZACIÓN DE SUS AMBIENTES ARQUEOLÓGICOS

Vargas Girón, José Manuel

Investigador Postdoctoral. Universidad de Cádiz.

Palabras Clave: instrumental pesquero, contexto arqueológico, ambientes, anzuelos, pesas, agujas.

El estudio de los instrumentos de pesca procedentes de yacimientos arqueológicos antiguos se está convirtiendo en una novedosa línea de investigación dentro de la arqueología marítima del mundo hispanorromano. Recientemente, en el marco de nuestra tesis doctoral [1], hemos elaborado un *corpus* documental donde se han inventariado casi un millar de evidencias de instrumental pesquero, constituyendo el primer catálogo de cierta magnitud de este tipo de material arqueológico en ámbito atlántico-mediterráneo. Sin lugar a dudas, una de las máximas preocupaciones de nuestra investigación ha sido el estudio de los materiales en su contexto arqueológico. Desde esta perspectiva, los avances que se han producido han sido muy importantes, sobre todo a la hora de determinar los usos y funciones de una serie de artefactos, de carácter apriorísticamente polifuncional, para los cuales resulta fundamental el análisis del contexto donde han quedado sepultados. Por este motivo, el objetivo de esta comunicación es presentar una categorización de los ambientes donde suelen aparecer instrumentos de pesca, incidiendo en la problemática contextualización de los hallazgos en los yacimientos arqueológicos marítimos.

La numerosa lista de ambientes donde hemos documentado instrumentos de pesca puede dividirse en 2 categorías genéricas: por un lado, yacimientos terrestres y por otro lado contextos subacuáticos. Dentro del primer grupo, una parte importante del instrumental pesquero procede lógicamente de factorías de salazones, habiéndose podido documentar una amplia variedad de contextos donde son frecuentes este tipo de hallazgos: fosas de desechos, pozos, almacenes/dependencias de las artes de pesca, niveles deposicionales, niveles de colmatación tras el abandono de las fábricas, unidades estratigráficas de relleno de las piletas y estratos de amortización de los pavimentos. De hecho, casi todos los tipos de instrumentos de pesca conocidos en la Antigüedad están representados en ambientes pesqueros-conserveros: anzuelos simples, pesas de cerámica cilíndricas, discoidales, esféricas/globulares, fusiformes, recortadas y de telar, pesas pétreas simples de tipo canto, pesas de plomo anulares, cilíndricas y laminares, agujas de bronce, agujas de hueso, lanzaderas, arpones, tridentes y cuchillos. Otros ambientes industriales donde suelen aparecer materiales pesqueros son los talleres alfareros, donde son bastante frecuentes las pesas de red fabricadas en cerámica (ejemplares cilíndricos y discoidales) así como los talleres metalúrgicos, tal y como han demostrado algunos artefactos fabricados en metal como pueden ser las agujas de bronce y las lanzaderas. El instrumental pesquero también formaba parte del menaje doméstico en la Antigüedad. Un caso paradigmático es el del Cerro del Villar (Málaga) en una de cuyas casas se han documentado anzuelos simples en una habitación destinada al almacenamiento de las artes de pesca. Otro tipo de materiales que han aparecido en contextos domésticos son, por ejemplo, pesas de cerámica discoidales, pesas de piedra perforadas, lastres plúmbeos tubulares, agujas de bronce, agujas de hueso y lanzaderas. No menos interés tienen los hallazgos de instrumental pesquero aparecidos en ambientes militares. Nos referimos concretamente al *castrum* romano republicano del Tossal de la Cala (Benidorm, Alicante), de cuyas excavaciones arqueológicas se han recuperado interesantes materiales pesqueros como pueden ser anzuelos simples de bronce, anzuelos múltiples/poteras, pesas de plomo laminares, agujas de bronce y lanzaderas.

Más allá de su funcionalidad estrictamente económica y cotidiana, el análisis del instrumental pesquero en relación a su contexto arqueológico ha deparado grandes novedades al respecto, habiéndose podido determinar el carácter sagrado y el valor funerario de este tipo de ingenios en la Antigüedad. La aparición de instrumental haliéutico tanto en santuarios como en el interior de tumbas nos ha permitido corroborar la importancia de estos materiales como objetos sagrados u ofrendas, así como elementos de ajuar. Por todo ello, creemos que una de las aportaciones más interesantes y novedosas de nuestra tesis doctoral ha sido

precisamente plantear que el instrumental pesquero no solo jugó un importante papel en la esfera económica, sino que también se ha visto representado en otros contextos como pueden ser santuarios y necrópolis, así como en otros ambientes, rompiendo, por lo tanto, con esa dualidad, tradicionalmente asumida, entre instrumental pesquero y factoría de salazones.

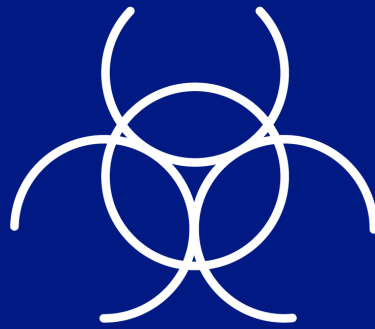
A lo largo de nuestra investigación hemos podido comprobar que el hallazgo de instrumental pesquero no se limita a yacimientos arqueológicos terrestres. En este sentido, son muy frecuentes los materiales pesqueros de procedencia subacuática, tanto de barcos antiguos como aquellos recuperados en dragados de puertos, rías, etc. [2]. Por otro lado, los hallazgos no solo han tenido lugar en ambientes marítimos, sino que también se conocen materiales procedentes de sitios de interior como pueden ser ríos, lagos, lagunas, etc. De procedencia subacuática se conocen ejemplares de anzuelos simples, dobles y múltiples, pesas de cerámica cilíndricas, discoidales, fusiformes, recortadas y de telar, pesas de piedra perforadas, pesas de plomo anulares, cilíndricas, cónicas/troncocónicas, laminares y piramidales/troncopiramidales, agujas de bronce, agujas de hueso, lanzaderas, arpones y tridentes.

Por todo lo que llevamos dicho, podemos concluir que el análisis del instrumental pesquero en relación a su contexto arqueológico nos ha llevado a plantear una triple consideración. En primer lugar, la mayor parte de los materiales habrían estado destinados, como puede resultar lógico, a las actividades de pesca. En segundo lugar, nos encontramos con una serie de piezas de posible carácter religioso, habiéndose documentado en contextos sagrados relacionados con santuarios, de ahí que hayamos planteado la relación de estos materiales con ofrendas. Finalmente, contamos con algunos materiales recuperados en contextos funerarios que, independientemente de que fueran fabricados *ex professo* o fueran elementos reutilizados, podrían tratarse de objetos de ajuar. Se trata, por lo tanto, de un tipo de material arqueológico fabricado para un uso práctico y cotidiano, destinado a labores de pesca a diferente escala, que iría desde prácticas individuales para el autoabastecimiento hasta actividades organizadas en el marco de los grandes centros pesquero-conserveros, sin descartar otros usos de carácter ritual.

Referencias

- [1] El instrumental de pesca en *Hispania*. Origen, desarrollo y contextualización atlántico-mediterránea. José Manuel Vargas Girón, Cádiz, Universidad de Cádiz, Tesis Doctoral inédita, 2017.
- [2] José Manuel Vargas Girón, Actas del I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española (Cartagena, 14, 15 y 16 de Marzo de 2013), Cádiz, España, 2017, pp. 133-145, volumen I.

2.5. Las ingenierías y el mar



COMPARISON OF DIFFERENT MEMBRANE DISTILLATION CONFIGURATIONS FOR SALINE WATER DESALINATION

Amaya-Vías, David; López Ramírez, Juan A.

Departamento Tecnologías del Medio Ambiente, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España

david.amaya@uca.es, juanantonio.lopez@uca.es

Palabras Clave: Membrane distillation; DCMD; AGMD; WGMD; Saline water; Desalination.

Actualmente, las principales tecnologías de desalación empleadas a nivel mundial son la ósmosis inversa (OI), que es un proceso de tratamiento por membranas, y la destilación convencional, representada por procesos térmicos como la destilación multi-efecto (MED) y la destilación súbita multi-etapa (MSF). Sin embargo, está surgiendo un proceso relativamente nuevo y que está captando la atención de la comunidad científica por su potencial, denominado destilación por membranas o Membrane Distillation (MD).

Este proceso es una tecnología híbrida que une tecnologías de desalación térmica y de membrana, presentando una serie de ventajas respecto a los procesos convencionales. Algunos autores la consideran como una tecnología de desalación de tercera generación aunque su implantación industrial es aún escasa. En concreto, la MD es un proceso térmico de separación, en el cual, sólo las moléculas volátiles pasan a través de una membrana microporosa e hidrofóbica. La fuerza conductora en este proceso es la diferencia de presión de vapor en ambos lados de la membrana, inducido por una diferencia de temperatura. A un lado de la membrana se encuentra el circuito caliente, con la alimentación o solución líquida a tratar y en el lado opuesto, el circuito frío, con un fluido, ya sea líquido, gaseoso o una combinación de ambos, según la configuración que se adopte (Figura 1).

Las configuraciones más usuales son: destilación por membranas con contacto directo (DCMD), destilación por membranas con capa de aire (AGMD) y destilación por membranas con capa líquida (WGMD). Con DCMD es posible obtener un elevado flujo de agua desalada, pero ésta se mezcla con el agua de refrigeración; sin embargo, aunque AGMD y WGMD presentan una menor producción de agua desalada, permiten obtener ésta de manera directa. Es importante evaluar y comparar cada una de ellas según la aplicación a la que se quiera destinar la MD.

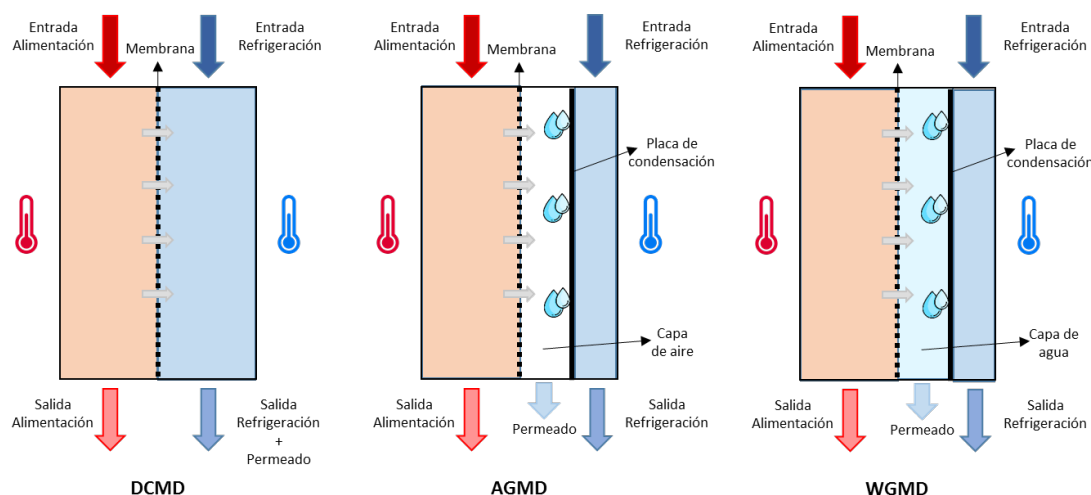


Figura 1. Configuraciones de MD; DCMD, AGMD y WGMD.

El objetivo de este trabajo es comparar tres configuraciones de MD (DCMD, AGMD y WGMD) y evaluar cuáles son más idóneas para la desalación de agua de mar. Para ello, se han realizado experimentos en una planta piloto de MD (Figura 2) con disoluciones acuosas que presentan distintas salinidades ($0 - 50 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) y con agua de mar real, usando dos tipos de membranas de PTFE, con un tamaño de poro de $0,45 \mu\text{m}$ y $0,20 \mu\text{m}$, respectivamente.

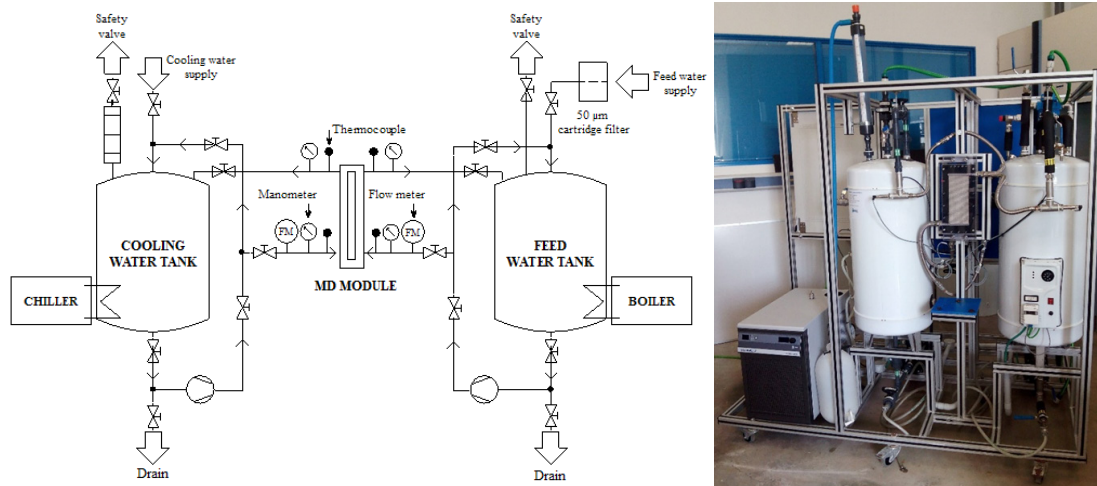


Figura 2. Planta piloto usada en este estudio.

Para cada una de las configuraciones y membranas se analizan parámetros de calidad del agua de entrada y producto (pH, conductividad, contenido de aniones y cationes), se evalúan parámetros de eficiencia del proceso, como son: flujo de permeado, $J (\text{L h}^{-1} \text{m}^{-2})$; factor de rechazo salino, SRF (%); y consumo específico de energía térmica, STEC (kWh m^{-3}), y se estudia el ensuciamiento de las membranas usando técnicas de microscopía de fuerza atómica (AFM) y electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de energía dispersiva (EDS) y medidas de ángulo de contacto.

Los resultados obtenidos (Figura 3) indican que la configuración DCMD presenta una mayor producción de agua desalada, sin embargo, la producción de WGMD es mayor o similar a la obtenida por ósmosis inversa para agua de mar ($\approx 14 \text{ L h}^{-1} \text{m}^{-2}$), con la ventaja respecto de otras configuraciones de que es posible obtener el agua desalada de manera directa (sin mezclar con el refrigerante).

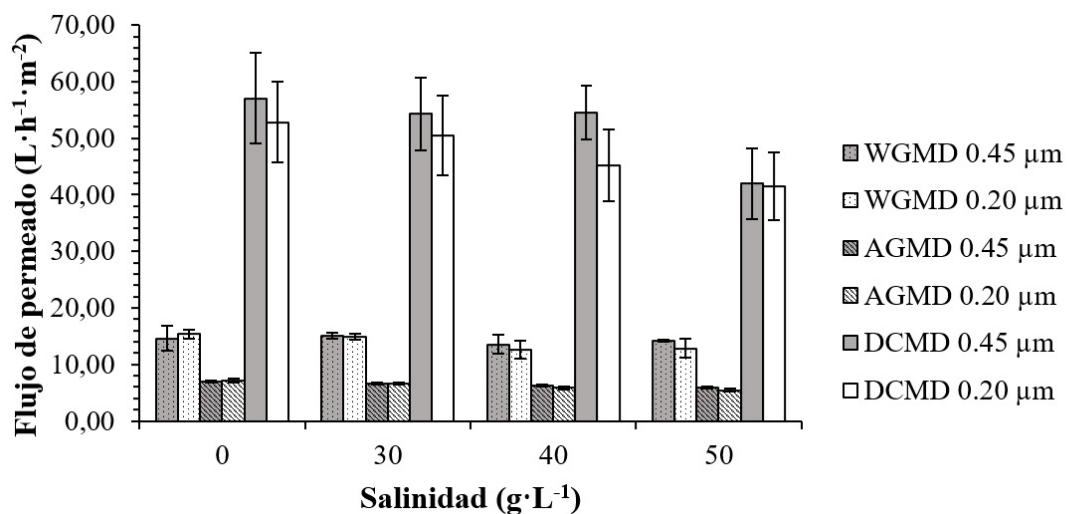


Figura 3. Producción de agua desalada obtenida para las distintas configuraciones y membranas estudiadas, en función de la salinidad.

Desde el punto de vista de la eficiencia energética, DCMD y WGMD muestran valores similares, por lo que se concluye que la configuración de WGMD es más versátil para la mayoría de aplicaciones que requieran la desalación y recuperación de un efluente salino.

Agradecimientos

Al Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) por la financiación del proyecto “Gestión Avanzada e Integrada del Agua en buques cruceros (AVANTE, ref: CTM2014-52116-R, 2014)” y a la Universidad de Cádiz por la Ayuda Predoctoral de Formación del Personal Investigador (2015-036/PU/EPIF-FPI-CT/CP).

FICOTRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PEQUEÑOS MUNICIPIOS CON MICROALGAS

Domínguez, Manuel; Garrido, Carmen; Perales, José Antonio

Departamento de Tecnología del Medio Ambiente. Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR) (Universidad de Cádiz)

manuel.domingomez@alum.uca.es

Palabras Clave: Microalgas, Aguas residuales urbanas, Eliminación nutrientes.

Introducción

Actualmente existen tecnologías de depuración de aguas residuales capaces de eliminar nutrientes (N y P) de forma eficaz, sin embargo, el coste de estos procesos y la dificultad de operación, imposibilita su aplicación en pequeñas poblaciones, no dejando de ser un problema la eutrofización generada por el vertido de estos contaminantes. Es por ello que, para estos casos, se investigan tecnologías de depuración eficaces en la eliminación de nutrientes y materia orgánica aplicables a estas condiciones, es decir, económicos y sencillos. La fotobiodepuración de aguas residuales, por su simplicidad de operación, se presenta como una alternativa más a las opciones de depuración en pequeñas poblaciones.

Ficotratamiento con microalgas

El aprovechamiento de organismos fotosintéticos para la depuración de aguas residuales es una práctica común en sistemas de tratamiento extensivos como son las lagunas facultativas o los humedales artificiales. En las aguas residuales se encuentra todos los recursos nutricionales necesarios para el buen crecimiento del cultivo, y se ha demostrado que las microalgas son capaces de eliminar contaminantes como fármacos [1], metales pesados [2], y conseguir una mayor detoxificación del agua, en general [3], además de obtenerse efluentes oxigenados, lo que es altamente beneficioso para el medio receptor.

Un proceso de tratamiento de aguas residuales mediante biotecnología de microalgas cuenta con dos elementos principales: el fotobiorreactor, que es la unidad en la que se promueve el crecimiento de las microalgas y se diseñan para favorecer el mayor acceso a la luz, y la unidad de separación biomasa-efluente denominado también proceso de cosechado.

Los fotobiorreactores se clasifican principalmente en dos tipos: abiertos y cerrados, pero los únicos económicamente rentables para la depuración de aguas resultan ser los abiertos, en concreto los sistemas de tipo carrusel denominados HRAP (*High Rate Algal Pond*). A la hora de abordar la depuración de aguas residuales empleando la biotecnología de microalgas se pueden tomar tres estrategias:

- Como tratamiento terciario en una EDAR convencional (eliminación de N y P).
- Como sistema de tratamiento de la corriente de retorno de la deshidratación de los lodos (reducir la carga de retorno).
- Como unidad de tratamiento principal, alimentado con agua de pretratamiento y una unidad de separación.

Para pequeñas poblaciones la única estrategia potencialmente viable resulta ser la de alimentar el reactor con agua prácticamente sin tratar (simple eliminación de sólidos gruesos y arenas), este agua tiene una alta carga de materia orgánica por lo que además de microalgas también se desarrollan bacterias que originan una relación simbiótica con las microalgas proporcionando CO₂ para las microalgas y éstas como aportando O₂ para las bacterias. Fruto de esta simbiosis estos sistemas microalgas-bacteria presentan tiempos de residencia del orden de dos o tres veces inferiores que en el caso de reactores donde las microalgas son los organismos mayoritarios [4].

I + D + I

Entre los cuellos de botella que presenta esta tecnología de depuración está la elevada superficie que requiere fruto de los elevados tiempos de residencia requeridos (entre 3 y 7 días) y el elevado coste que puede suponer la separación biomasa-agua depurada. Las investigaciones, por tanto, en esta materia se centran en el desarrollo de reactores y modos de operación que maximicen la disponibilidad de luz del cultivo, favorezcan una adecuada mezcla para mantener el medio homogéneo, evitar la sedimentación de las microalgas y una aireación adecuada, y, por otro lado, en sistemas de cosechado efectivos que supongan poco consumo energético o de reactivos.

En cuanto a los reactores para la depuración de aguas residuales, parece que los HRAP son el sistema más adecuado estando las mejoras enfocadas a modificar su geometría para favorecer la hidrodinámica del sistema (mejora de la mezcla vertical) o a separar los tiempos de residencia celular del hidráulico empleando membranas, decantadores u otros procesos de separación sólido – líquido y recirculando la biomasa.

Entre las numerosas investigaciones en la optimización del método de cosechado la alternativa más económica para cultivos de bacterias-microalgas resulta ser la sedimentación ya que, frente a los monocultivos de microalgas que sedimentan a una velocidad de entre 0,001 y 0,026 m/h, los flóculos de bacteria-microalga sedimentan a una velocidad de entre 2 m/h y 8 m/h [5].

Valorización del lodo

Aunque la biomasa algal tiene múltiples aplicaciones, en este caso, al tratarse de biosólidos generados en un proceso de depuración de aguas residuales, este abanico de usos queda limitado a fertilizantes agrícolas, como fuente de bioenergía en forma de biogás, biodiesel, biohidrógeno o bioetanol o utilización como materia prima para obtener bioplásticos (PHA, ácido láctico). Aunque su destino como biogás parece que arroja balances energéticos positivos [4], para la explotación en pequeñas comunidades supondría complicar el proceso de depuración y añadir más equipos para el tratamiento y la necesidad de personal más especializado. El mejor destino, en principio, para la biomasa algal cuando hablamos de tratamiento de aguas residuales de pequeñas comunidades sería como biofertilizante.

Conclusiones

Dadas las peculiaridades a las que está sometida la depuración de aguas residuales de pequeñas poblaciones y exploradas las distintas posibilidades que presenta actualmente la biotecnología de microalgas como opción de depuración se propone el siguiente diagrama de flujo: Un fotobiorreactor del tipo HRAP con un cultivo mixto de microalgas y bacterias, alimentado con agua proveniente de un pretratamiento (desbaste, desarenado y desengrasado), seguido de un decantador con la posibilidad de recircular el lodo y una era de secado para desecar el lodo de la corriente purgada. El lodo, una vez seco, podría destinarse a uso agrícola, ya que además suele ser la principal fuente actividad económica de estas poblaciones.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por el proyecto 0066_IDIAQUA_6_E financiado por el Programa INTERREG V-A España-Portugal 2014-2020 (POCTEP) del Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

Referencias

- [1] Villar-Navarro, E. Baena-Nogueras, R.M. Paniw, M. Garrido-Perez, C., Lara-Martín, P.A., Perales J.A. Removal of emerging pollutants in conventional and microalgae based biotechnology urban wastewater treatment plants, IWA – The international Water Association (Jerez de la Frontera, Spain), 2016.
- [2] Yu, R.Q., Wang, W.X. Biokinetics of cadmium, selenium, and zinc in freshwater alga *Scenedesmus obliquus* under different phosphorus and nitrogen conditions and metal transfer to *Daphnia magna*. Environ. Pollut. 129 (2004), pp. 443-456.

- [3] Díaz-Garduño, B., Pintado-Herrera, M.G., Biel-Maeso, M., Rueda-Márquez, J.J., Lara-Martín, P.A., Perales, J.A., Manzano, M.A., Garrido-Pérez, C., Martín-Díaz, M.L. Environmental risk assessment of effluents as a whole emerging contaminant: Efficiency of alternative tertiary treatments for wastewater depuration. *Water Res.* 119 (2017), pp. 136-149.
- [4] Arbib, Z., de Godos, I., Fernandez, M., Lara, E., Llamas, B., Rogalla, F. Wastewater as biofuel: nutrient and energy recovery with algae treatment, en: *Proceed. Water & Energy Water Environment Fed.* (2015) pp. 8-10.
- [5] Quijano, G., Arcila, J.S., Buitrón, G. Microalgal-bacterial aggregates: Applications and perspectives for wastewater treatment. *Biotechnology Advances* (2017)

EFECTO DE LA SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR EN LA ESTABILIDAD Y REBASE DE LOS DIQUES DE ABRIGO

Moragues, M^a Victoria; Díaz-Carrasco, Pilar; Clavero, María; Ortega-Sánchez, Miguel
Instituto Interuniversitario del Sistema Tierra de Andalucía (IISTA).
Universidad de Granada
mvmoragues@ugr.es, pidiazc@ugr.es, mclavero@ugr.es, miguelos@ugr.es

Palabras Clave: Cambio climático, Diques, Ensayos laboratorio, Rebase, Estabilidad.

Introducción

El calentamiento global asociado al cambio climático está produciendo un progresivo ascenso del nivel medio del mar [1]. Las consecuencias de este ascenso en la costa conllevan mayores y más frecuentes inundaciones, afecciones y daños a bienes materiales y mayor riesgo de pérdida de vidas humanas. Las principales infraestructuras marítimas encargadas de proteger las zonas portuarias y costeras, tanto por su funcionalidad como por su coste, son las diferentes tipologías de diques de abrigo a pesar de su complejidad de diseño e impactos socioeconómicos y ambientales. Durante los últimos años, los proyectos relacionados con el cambio climático han aumentado significativamente, sin embargo, sobre el diseño de las obras marítimas frente al ascenso del nivel del mar queda aún mucho por hacer.

Dos de los principales modos de fallo de un dique de abrigo, que afectan sobre todo a su operatividad, son el rebase y la estabilidad del talud. Aunque en los últimos años se ha avanzado de forma significativa en el diseño de las diferentes tipologías de diques de abrigo [2, 3], sigue existiendo mucha incertidumbre sobre los parámetros que intervienen en el análisis de los principales modos de fallo y que influyen directamente sobre el dimensionamiento de las obras marítimas. Por otro lado, tales formulaciones no tienen en cuenta la transformación de la energía incidente en su interacción con la estructura [4].

En consecuencia, en este trabajo se pretende cuantificar el efecto de la subida del nivel del mar en la estabilidad de los diques de abrigo, teniendo en cuenta la interacción ola-estructura [4]. Para ello, se ha llevado a cabo un programa de ensayos de laboratorio que incluye la simulación del nivel actual (escenario 0) y dos escenarios de subida del nivel de mar de acuerdo con el último informe del IPCC (2014). A partir de los datos del laboratorio se analizará la evolución del daño de cada modo de fallo del dique (rebase y estabilidad). Con todo ello, se pretende desarrollar una metodología de cálculo y establecer unas recomendaciones técnicas para el diseño de los diques de abrigo frente al cambio climático.

Metodología

La metodología se basa en cuantificar el rebase y la estabilidad del dique mixto para los siguientes escenarios de subida del nivel del mar: (escenario 0) $h_0=0.4$ m, (escenario 1) $h_1=0.4225$ m, y (escenario 2) $h_2=0.445$ m. Los ensayos se han llevado a cabo en el canal de ola-corriente del Instituto Interuniversitario del Sistema Tierra de Andalucía (IISTA) de la Universidad de Granada.

Se han ensayado 4 tipologías de dique: 1) dos diques mixtos con berma de protección por debajo del nivel del mar (tipo LMB), 2) un dique mixto con berma de protección al nivel del mar (tipo HMBC) y por encima del nivel del mar (tipo RMB-CW). El modelo consiste en un dique mixto con una cimentación porosa, una berma de protección porosa y un cajón vertical impermeable y rebasable. Se han colocado 9 sensores de nivel a lo largo del canal para medir las elevaciones de la superficie libre (Figura 1).

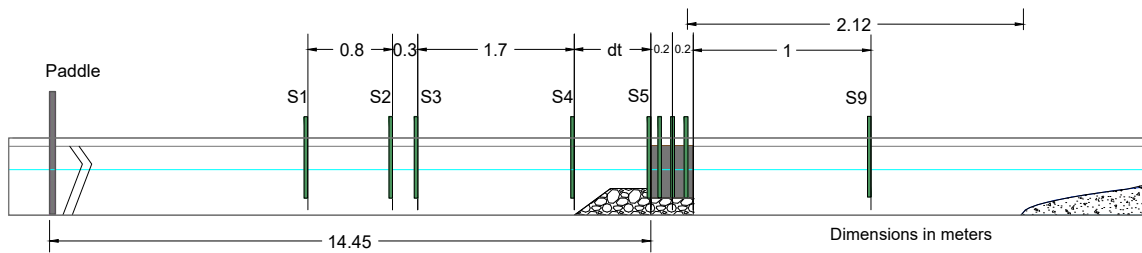


Figura 1. Distribución de los sensores a lo largo del canal - IISTA.

Resultados y Conclusiones

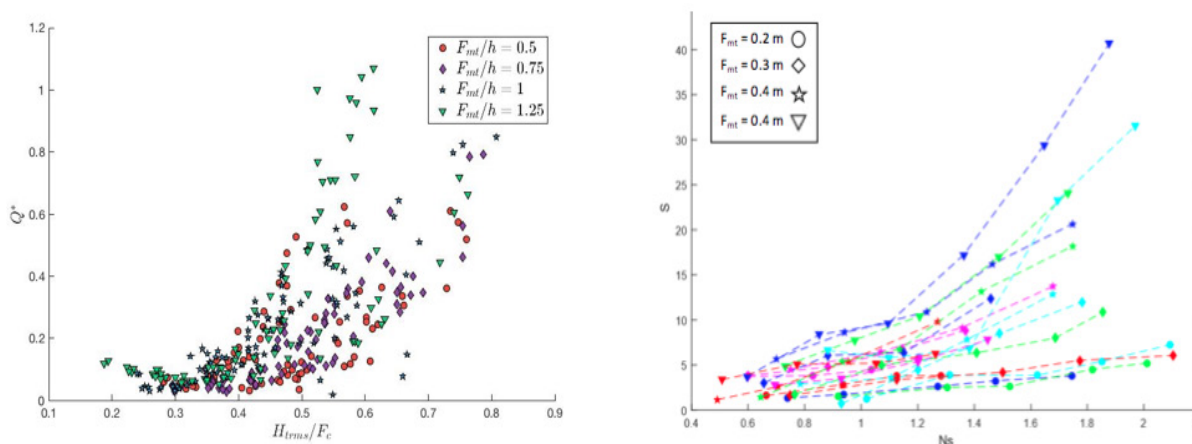


Figura 2. Curvas de daño para todas las configuraciones ensayadas. (Panel izquierdo) – Rebase: caudal adimensional, $Q^* = Q / (gH_w^3)^{1/2}$, frente a H_{trms} / F_c ; (Panel derecho) – Estabilidad: área erosionada frente al número de estabilidad $H_{trms} /$.

Los primeros resultados muestran que al aumentar la altura de la berma aumenta el nivel de daño para todos los períodos estudiados y en las condiciones ensayadas (Figura 2). Es de esperar un comportamiento de este tipo dado que el nivel de agua coincide con la mayor altura de talud, por lo que las olas rompen directamente sobre éste en todos los ensayos, lo que no sucede para los taludes más bajos. Los diferentes escenarios del nivel del mar se mostrarán durante el Congreso; no obstante los primeros resultados demuestran que la subida del nivel del mar afecta significativamente en el rebase de la estructura y, con ello, se produce una mayor inestabilidad del talud de la misma.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos PPJI_B-03 (Universidad de Granada), BIA2015-65598-P (Ministerio de Economía y Competitividad), y 917PTE0538 (CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo a través del proyecto. La segunda autora está financiada por el contrato predoctoral FPU14/03570 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte).

Referencias

- [1] IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 151 p.
- [2] EurOtop. 2016. Manual on wave overtopping of sea defences and related structures. An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application.
- [3] ROM 1.0. (2009). "ROM 1.0. Recomendaciones geotécnicas para obras marítimas y portuarias". Puertos del Estado.
- [4] Vilchez, M., Clavero, M. and Losada, M. A. (2016a). "Hydraulic performance of different non-overtopped breakwater types under 2D wave attack". Coastal Engineering, 108, 34-52.

EVALUACIÓN TECNO-ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE MICROALGAS Y SU BIOREFINERÍA

Vázquez-Romero, Bárbara ^(1,2); Perales, José Antonio ⁽¹⁾; Ruiz, Jesús ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad de Cádiz

barbara.vazquez@uca.es, joseantonio.perales@uca.es.

⁽²⁾ Alga Development Engineering and Services, S.L., jesus.ruiz@algades.com

Palabras Clave: Microalgas, Producción, Biorefinería, Evaluación económica, Costes.

Introducción

Con el objeto de reducir el impacto que la humanidad está causando en su entorno, existe en la actualidad una búsqueda de nuevos métodos y fuentes de producción de bienes, más sostenibles, siendo una prometedora fuente las microalgas. La diversidad de especies conteniendo diferentes sustancias de interés, sus elevadas productividades, la posibilidad de utilizar corrientes residuales (gases o agua) como materias primas para su cultivo y el hecho de que no compita por los recursos con la agricultura son algunas de las razones de su potencial. La obtención de productos de interés a partir de microalgas pasa por dos etapas, la producción de la biomasa algal en fotobioreactores y su procesamiento hasta llegar al producto final. Desde un punto de vista económico resulta más viable la obtención de diversos productos a partir de biomasa algal mediante una apropiada secuencia de procesos de disrupción, extracción y purificación, que en su conjunto reciben la denominación de biorefinería.

Actualmente, las microalgas están siendo principalmente destinadas en la industria a la obtención de productos de alto valor, como suplementos alimenticios. Sin embargo, productos de elevado volumen de producción y bajo valor en el mercado como los biocombustibles a partir de microalgas no se comercializan aún.

Establecer un coste de producción de dichos productos no resulta sencillo, lo que se pone de manifiesto en la variabilidad de resultados arrojados por diferentes estudios (Tabla 1). Esto se debe a las escalas de trabajo, los supuestos y falta de homogeneidad en el procedimiento de análisis de las diferentes fuentes.

Tabla 1. Comparación del coste de la biomasa algal

| Sistema de producción de microalgas | Coste de la biomasa (€/kg) | Sistema de producción de microalgas | Coste de la biomasa (€/kg) |
|-------------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|
| Reactor Vertical Tubular (VT) | 69,00 ⁵ | Flat panel (FP) | 3,20 ¹ |
| Reactor Vertical Tubular (VT) | 10,00 ⁴ | Estanques (RW) | 4,95 ² |
| Reactor Horizontal Tubular (HT) | 4,15 ² | Estanques (RW) | 1,80 ⁴ |
| Reactor Horizontal Tubular (HT) | 8,90 ¹ | Green Wall Panel-II [®] (GWP®-II) | 5,10 ³ |
| Flat panel (FP) | 5,95 ² | Green Wall Panel-II [®] (GWP®-II) | 3,20 ³ |

El paso de la investigación al desarrollo tecnológico se basa en centrar los esfuerzos en aquellas etapas del proceso críticas para su viabilidad económica y para conocer estas etapas se precisa de una herramienta de análisis económico desarrollada a través de un estudio exhaustivo basado en cálculos rigurosos y realistas. El presente trabajo pretende mostrar las bases de esta herramienta que se está desarrollando para el análisis tecno-económico para la producción de bienes y productos a partir de microalgas.

Objetivo

El objetivo principal de este estudio es la realización de una evaluación tanto técnica como económica que permita determinar la viabilidad de la producción a partir de microalgas de compuestos químicos, productos para alimentación, acuicultura y el sector cosmético.

Metodología

El análisis tecno-económico se construirá sobre el modelo desarrollado previamente por Ruiz y col. [1], empleando como base de cálculo una planta de 100 hectáreas. Este modelo además será capaz de comparar el efecto de las distintas variables que juegan un papel principal en el proceso (ubicación de la instalación, tipo de sistema de cultivo y parámetros operativos) mediante un análisis de sensibilidad. Usando datos tanto bibliográficos como recopilados de visitas a instalaciones existentes a escalas piloto y demostrativa, se determinará el estado actual tecno-económico. Estos resultados serán comparados con precios de mercado para evaluar la viabilidad económica de los productos dirigidos a alimentación, productos químicos, acuicultura y el sector cosmético, así como la identificación de los factores o procesos críticos del nuevo producto. El modelo está basado en el método desarrollado por Lang [6] de estimación del coste de instalaciones industriales, ampliamente utilizado en ingeniería química.

Resultados

En las figuras 1 y 2 se muestran proyecciones para una producción de 100 ha, empleando tres tipos de fotobioreactores y suplementando la falta de luz natural con luz artificial, en dos localizaciones climatológicamente extremas, Huelva (España) y Bergen (Noruega).

Figura 1: Productividad de biomasa y coste de personal.

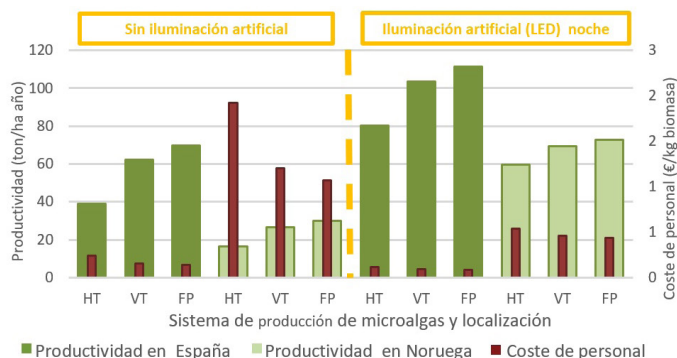
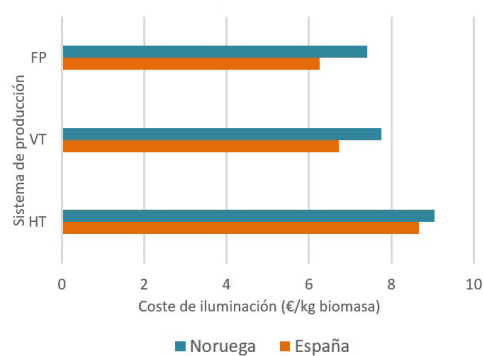


Figura 2: Coste eléctrico de iluminación mediante LED.



Independientemente de la localización, el tipo de sistema que produce más biomasa algal es el Flat Panel (FP), como consecuencia de la menor trayectoria de luz. Sin embargo, en los sistemas tubulares, teniendo la misma trayectoria de luz, el fotobioreactor horizontal (HT) presenta una menor productividad (Figura 1) debido a su mayor susceptibilidad a la fotoinhibición. Cuando se suplementa con leds durante la noche, se obtienen mayores productividades (2 – 4 veces), si bien esto redundaría en mayores costes por masa de producto (Figura 2). Por otro lado, los costes de personal por kilo de biomasa resultan 8 veces más elevados en Bergen que en Huelva debido al efecto combinado de los elevados salarios en Noruega [8] y la menor productividad en esta localización.

Conclusiones

A priori, parece determinante que el caso de Huelva es la mejor opción para la producción de microalgas, por su alta productividad, bajo coste de personal y menor coste de iluminación con respecto a Noruega. Sin embargo, aún hay que incluir otros factores al modelo, como por ejemplo la refrigeración de los reactores (imprescindible en periodos cálidos) que podrían ser decisivos para seleccionar la mejor opción. Por ello el modelo se encuentra en un estado de continua mejora, para conseguir finalmente una herramienta de análisis competente y fiable.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo con el respaldo de un contrato Predoctoral de Personal Investigador para Tesis Industriales (BOJA/220/2017) financiado por el “Vicerrectorado de Investigación y Transferencia” de la Universidad de Cádiz y la empresa “Alga Development, Engineering and Services, S.L.”

Referencias

- [1] Ruiz J., Olivieri G., de Vree J., Bosma R., Willems P., Reith JH, Eppink MHM, Kleinegris DMM, Wijffels RH, Barbosa MJ. Towards Industrial Products from Microalgae. *Energy Environ. Sci.* 9 (2016) 3036-3043.
- [2] Norsker NH, Barbosa MJ, Vermuë MH, Wijffels RH. Microalgal Production-a Close Look at the Economics. *Biotechnol Adv.* 29 (2011) 24-27.
- [3] Mario R. Tredici, Liliana Rodolfi, Natascia Biondi, Niccolò Bassi, Giacomo Sampietro. Techno-economic Analysis of Microalgal Biomass Production in a 1-ha Green Wall Panel (GWP®) Plant. *Algal Res.* 19 (2016) 253-263.
- [4] Slade R., Bauen A. Micro-algae Cultivation for biofuels: Cost, energy balance, Environmental Impacts and Future prospects. *Biomass Bioenergy.* 53 (2013) 29-38.
- [5] F.G. Acién, J.M. Fernández, J.J. Magán, E. Molina. Production Cost of a Real Microalgae Production Plant and Strategies to Reduce it. *Biotechnol Adv.* 30 (2012) 1344-1353.
- [6] Chemical Engineering Design. Coulson and Richardsons Chemical Engineering Series, 5th Edition, Volume 6. Sinnott R., Gavin T. 2009.
- [7] European Statistical System (Eurostat).
- [8] U.S. Department of State. Diplomacy in Action.

2.6. Mar y salud



ESTUDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COSTA DE ALICANTE (SURESTE DE ESPAÑA)

Asensio-Montesinos, Francisco; Anfuso, Giorgio

Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz. Puerto Real, Cádiz, España

francisco.asensio@uca.es; giorgio.anfuso@uca.es

Palabras Clave: Basura marina, Plástico, Colillas, Mar Mediterráneo, Costa Blanca, Playa.

La presencia de los residuos sólidos en las zonas costeras a lo largo de todo el mundo es uno de los problemas más perjudiciales y difíciles de gestionar a los que se enfrenta el ser humano en la actualidad. Además del deterioro de la calidad estética del paisaje costero, la presencia de residuos sólidos reduce los beneficios económicos que generan las playas y es perjudicial para el ecosistema. La composición de los diferentes tipos de residuos, la cantidad en la que se acumulan y la complejidad geomorfológica de la costa hace que la retirada de la basura se realice de una manera u otra según el sitio. Además, los ayuntamientos establecen en cada municipio cuáles son los sitios que se limpian (y por lo tanto cuáles no), la frecuencia de limpieza y el tipo (manual, mecánica o ambas). Existen principalmente dos tipos de residuos en la costa según su origen: los que provienen de fuentes marinas (que llegan arrastrados por el oleaje o las corrientes) y los que provienen de fuentes terrestres (que pueden verse directamente en la playa por parte de los visitantes o bien pueden llegar transportados por ríos o el viento, que transporta la basura desde otros lugares (calles, viviendas, papeleras, etc.).

Los objetivos de este estudio son determinar el origen, la composición y la cantidad de los residuos sólidos en sitios naturales, urbanizados y urbanos de la costa investigada, identificar el estado ambiental actual de los diferentes sitios y los principales problemas y, por último, proponer soluciones para mejorar la salud del ecosistema litoral, uno de los más vulnerables y afectados por las actividades de origen antropogénico.

El área de estudio comprende 56 sitios de la Costa Blanca (Alicante), evaluados durante los meses de marzo y abril de 2018. Para ello, se contabilizaron todos los ítems de basura en transectos de 100 metros paralelos a la línea de costa y separados entre ellos por una distancia de 5 metros hasta cubrir por completo el ancho de cada sitio, es decir, desde la línea de costa hasta el final de la playa (un muro, edificios, pie de duna, etc.). Los distintos ítems de basura se clasificaron en una lista de evaluación personalizada para el área de estudio que está compuesta por diferentes grupos de basura, resultado de fusionar las listas de evaluación de diferentes entidades (UNEP, NOAA y OSPAR) y añadir nuevos grupos. Los sitios evaluados se clasificaron dependiendo de su tipología en remotos/rurales, urbanizados o urbanos [1]. Cada sitio se clasificó en uno de los cuatro grados de basura que van desde A (muy bueno) a D (malo) empleando una técnica de evaluación [2] basada en la presencia y cantidad de distintos tipos de residuos como por ejemplo basura perjudicial, basura general, basura grande, evidencias de aguas residuales, etc. (Tabla 1).

En un área de aproximadamente 202000 m² (equivalente a 30 km lineares de playa), se contabilizaron un total de 10101 ítems. Los resultados de la investigación mostraron que, el 86% de la basura encontrada en la costa de Alicante proviene de fuentes terrestres, el 3% de fuentes marinas y el 11% restante de fuentes mixtas o desconocidas (Fig. 1a). El material más abundante que compone la basura es el plástico (83%), seguido de papel y cartón, material de construcción y cerámica, metal, ropa, vidrio, goma, madera y otros (Fig. 1b). Entre los artículos más comunes destacan las colillas de los cigarrillos (>45%), seguidos de trozos de plástico duro, bastoncillos del oído, envoltorios de dulces, papeles, material de construcción, cubertería de plástico de un solo uso y tapones de plástico. Generalmente los sitios con peores clasificaciones de basura (C y D) se deben principalmente a la basura general, a los trozos de vidrio y a los bastoncillos del oído. Dichos sitios se localizan en zonas remotas/rurales (0,08 ítems/m²) aunque también en zonas urbanizadas/urbanas (0,05 ítems/m²) cuando se encuentran cerca de desembocaduras o en zonas de escollera (Tabla 2).

Los artículos de basura vertidos directamente en la costa por parte de los usuarios (en especial en aquellas zonas más visitadas) es uno de los motivos principales de la contaminación del litoral. Por ello, entre las medidas más directas que se pueden realizar para disminuir la presencia de los residuos sólidos se destacan algunas como: i) Educación y concienciación para cambiar el comportamiento de la gente, ii) imponer multas por verter basura, iii) repartir ceniceros de playa, iv) incrementar las limpiezas en zonas remotas y rurales y realizarlas donde todavía no se hacen.

Tabla 1. Metodología de clasificación por tipo de residuos (EA/NALG, 2000).

| | Categoría | Tipo | A | B | C | D |
|---|--|---------------|----------|----------|----------|-------------|
| 1 | Desechos relacionados con aguas residuales | General | 0 | 1-5 | 6-14 | 15+ |
| | | Bastoncillos | 0-9 | 10-49 | 50-99 | 100+ |
| 2 | Basura grande | >50cm | 0 | 1-5 | 6-14 | 15+ |
| 3 | Basura general | <50cm | 0-49 | 50-499 | 500-999 | 1000+ |
| 4 | Basura perjudicial | Vidrios rotos | 0 | 1-5 | 6-24 | 25+ |
| | | Otros | 0 | 1-4 | 5-9 | 10+ |
| 5 | Acumulaciones | Número | 0 | 1-4 | 5-9 | 10+ |
| 6 | Aceite | - | Ausente | Indicios | Molesto | Inaceptable |
| 7 | Heces | - | 0 | 1-5 | 6-24 | 25+ |

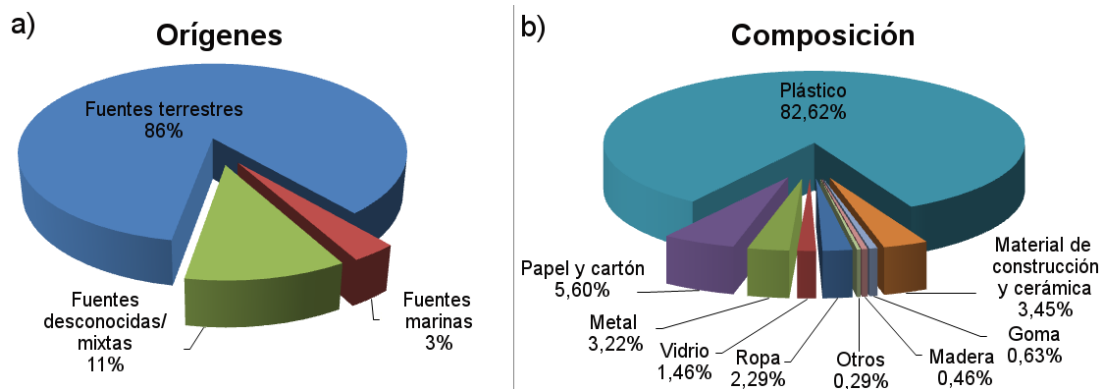


Figura 1. Orígenes y composición de la basura en la costa alicantina (SE España).

Tabla 2. Tipología de los sitios evaluados y Grado de Basura.

| SITIOS | GRADO DE BASURA | | | | TOTAL |
|---------------------|-----------------|-----------|-------------|----------|-----------|
| | A (Muy bueno) | B (Bueno) | C (Regular) | D (malo) | |
| REMOTOS/ RURALES | 1 | 12 | 5 | 1 | 19 |
| URBANIZADOS | 1 | 14 | 2 | 0 | 17 |
| URBANOS | 0 | 15 | 4 | 1 | 20 |
| TOTAL | 2 | 41 | 11 | 2 | 56 |

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al grupo PAI RNM-328 - Geología y Geofísica Litoral y Marina.

Referencias

- [1] Williams, A. T., Micallef, A., 2009. Beach management. Principles and Practice. Earthscan, London. 480 pp.
- [2] EA/NALG, 2000. Assessment of Aesthetic Quality of Coastal and Bathing Beaches. Monitoring Protocol and Classification Scheme. Environment Agency and The National Aquatic Litter Group, London.

CAPACIDAD INMUNOMODULADORA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE POLISACÁRIDOS ÁCIDOS DE *LAMINARIA OCHROLEUCA*, *PORPHYRA UMBILICALIS* Y *GELIDIUM CORNEUM*

Casas Arrojo, V. ⁽¹⁾; Arrojo Agudo, M.A. ⁽²⁾; Cardenas C. ⁽³⁾; Dobretsov, S. ^(4,5); Figueroa, F.L. ⁽⁶⁾ and Abdala Díaz, R.T. ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. virginia@uma.es

⁽²⁾ Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. maarrojo@uma.es

⁽³⁾ Departamento de Bioquímica. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. ccq@uma.es

⁽⁴⁾ Departamento de Ciencias del Mar y Pesca, Facultad de Ciencias Agrícolas y Marinas, Universidad Sultan Qaboos, Al Khoud, Muscat, Omán sergey_dobretsov@yahoo.com

⁽⁵⁾ Centro de Excelencia en Biotecnología Marina, Universidad Sultan Qaboos, Al Khoud, Muscat, Omán. sergey_dobretsov@yahoo.com

⁽⁶⁾ Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. felix_lopez@uma.es

⁽⁷⁾ Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga. abdala@uma.es

Palabras Claves: macroalgas, polisacáridos sulfatados, actividad antioxidante, capacidad inmunomoduladora, líneas celulares.

Durante décadas, las algas han sido una fuente importante de metabolitos secundarios (agar y carragenano, por ejemplo, se usan comúnmente como agentes de textura en la industria alimentaria). Las algas marinas del género *Laminaria*, *Gelidium* y *Porphyra* se han utilizado en industrias alimentarias y no alimentarias debido a sus propiedades únicas y su actividad biológica característica. Los polisacáridos sulfatados de algas marinas ofrecen un amplio rango de propiedades fisiológicas, encontrando diversas aplicaciones como anticoagulantes, antihiperlipidémicos, antivirales y antitumorales [1, 2]. Algunos autores han informado que los polisacáridos sulfatados en las algas pardas tienen un papel importante en el futuro de la industria cosmética [3].

Para la realización de este estudio se recolectaron en 2017 en Isla Paloma (Cádiz, España) *Laminaria ochroleuca*, *Porphyra umbilicalis* y *Gelidium corneum* de las que se extrajeron los polisacáridos sulfatados objeto de nuestro estudio. La finalidad para la realización de este trabajo fue caracterizar los polisacáridos sulfatados de estas algas, evaluar la actividad antioxidante y las propiedades inmunomoduladoras de los polisacáridos sulfatados de *Laminaria ochroleuca*, *Porphyra umbilicalis* y *Gelidium corneum* y la actividad antitumoral de los polisacáridos de *Laminaria ochroleuca*.

Para la caracterización de los polisacáridos se realizó un FT-IR (espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier) de cada uno de ellos (Fig. 1). Se cuantificó la actividad inmunomoduladora (factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-6 (IL-6)), usando un ELISA TNF- α de ratón Ready-SET-Go y un ELISA IL-6 de ratón Ready-SET-Go (Affymetrix, EBioscience). En el caso de la determinación de la proliferación

celular se usó ensayos MTT [2] con pequeñas modificaciones. En ambos casos se usaron la línea celular de macrófagos de ratón RAW 264.7. Las concentraciones usadas de cada uno de los polisacáridos sulfatados fueron de 1 a 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$.

La actividad antitumoral de los polisacáridos sulfatados de *Laminaria ochroleuca* fue evaluada con ensayos MTT, [2] con pequeñas modificaciones, en diferentes líneas celulares cancerígenas, cáncer de colon humano (HTC-116), melanoma maligno humano (G-361) y leucemia humana (U-937). En este caso, las concentraciones usadas fueron de 10 a 0,01953125 mg ml^{-1} .

La actividad antioxidante fue determinada en los polisacáridos sulfatados de las tres especies por el método ABTS [4] con algunas modificaciones.

Se observó una mayor actividad antioxidante ($25.69 \mu\text{mol TE g}^{-1}$) e inmunomoduladora en los polisacáridos sulfatados de *L. ochroleuca* en comparación con los polisacáridos sulfatados de *P. umbilicalis* y *G. corneum*.

Una vez determinadas dichas actividades, se seleccionó los polisacáridos sulfatados de *L. ochroleuca* para la realización de los ensayos de actividad anticancerígena en las líneas celulares de cáncer de colon humano HTC-116 ($\text{IC}_{50} = 0,44 \text{ mg mL}^{-1}$), melanoma maligno humano G-361 ($\text{IC}_{50} = 5,42 \text{ mg mL}^{-1}$) y leucemia humana U-937 ($\text{IC}_{50} = 3.72 \text{ mg mL}^{-1}$).

Se concluye por tanto que, *L. ochroleuca* ofrece ventajas significativas para la industria farmacéutica, particularmente cuando se requiere la activación de macrófagos.

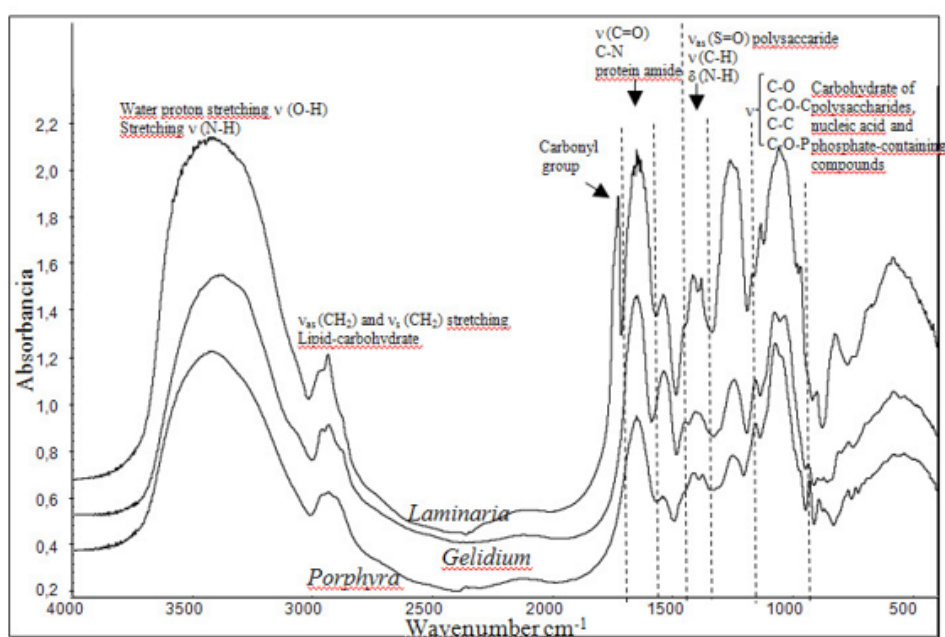


Fig. 1

FTIR spectroscopy of the polysaccharide obtained from *L. ochroleuca*, *P. umbilicalis* and *G. corneum*.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al grupo de investigación Fotobiología y Biotecnología de Organismos Acuáticos (FYBOA) (RYM-295) por su apoyo financiero. También queremos agradecer al Dr. Luis Alemany y al Dr. María Ángeles Vargas (Departamento de Ingeniería Química, UMA) por su asistencia técnica en el análisis FT-IR.

Referencias

- [1] G. Jiao, G. Yu, J. Zhang, and H. S. Ewart, "Chemical structures and bioactivities of sulfated polysaccharides from marine algae," *Mar. Drugs*, vol. 9, no. 2, pp. 196–233, 2011.
- [2] R. T. Abdala Diaz, M. Chabrigon, A. Cabello-Pasini, J. Luis Gomez-Pinchetti, and F. L. Figueroa, "Characterization of polysaccharides from *Hypnea spinella* (Gigartinales) and *Halopithys incurva* (Ceramiales) and their effect on RAW 264.7 macrophage activity," *J. Appl. Phycol.*, vol. 23, no. 3, pp. 523–528, Jun. 2011.
- [3] N. Thomas and S.-K. Kim, "Beneficial Effects of Marine Algal Compounds in Cosmeceuticals," *Mar. Drugs*, vol. 11, no. 1, pp. 146–164, 2013.
- [4] A. Activity, A. An, I. Abts, and C. D. Assay, "Antioxidant Activity Applying an Improved Abts Radical," vol. 26, no. 98, pp. 1231–1237, 1999.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LAS OSTRAS DEL LITORAL ATLÁNTICO ANDALUZ Y SUS PATOLOGÍAS

López Sanmartín, Monserrat

IFAPA Agua del Pino

monserratls@yahoo.es

Palabras Clave: Ostras, bancos naturales, Herpesvirus, biología molecular, diagnóstico

En septiembre de 2011, la captura y comercialización de ostreidos del litoral onubense se autorizó, tras el fin a los problemas de contaminación por metales pesados detectados en 1987. Después de casi un cuarto de siglo de reposo (24 años), la ostricultura es de nuevo una actividad en auge en el sureste atlántico andaluz. Este trabajo se centra en el estudio de bancos naturales de ostras con interés acuícola en el litoral atlántico andaluz. El seguimiento de las poblaciones ha permitido estimar el estado y evolución de la supervivencia relativa, confirmando que aquellas poblaciones sometidas a actividad ostrícola, directa o indirectamente, siguen un patrón diferente a las poblaciones no sometidas a una presión extractiva. Los muestreos realizados antes de la reapertura de comercialización de ostreidos (2011) y durante su seguimiento (2012-2013) confirmaron la cohabitación de tres especies de ostras, siendo la más representativa la ostra portuguesa, *Crassostrea angulata* (Lamarck, 1819) (78,9%), seguida de la ostra del pacífico, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (14,2%) y, por último, la ostra enana, *Ostrea stentina* Payraudeau, 1826, (7,1%); no detectándose ejemplares de ostra europea u ostra plana, *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758). Los análisis han permitido, además, evaluar el estado histopatológico de las poblaciones, identificando síntomas, simbiontes y patógenos presentes en los diferentes tejidos de los animales analizados. La única enfermedad de declaración obligatoria, identificada por histología, caracterizada y confirmada por PCR, secuenciación e hibridación *in situ* fue la presencia del protozoo *Marteilia refringens* en *O. stentina*.

Por otro lado, entre los diferentes patógenos que afectan a ostras, este trabajo se ha centrado en el análisis del virus *Ostreid herpesvirus 1* (OsHV-1), causante de mortalidades masivas, principalmente, en *C. gigas*. Así, se ha identificado y analizado la distribución y variabilidad genética de OsHV-1 y su variante microvar (OsHV-1 μ Var). Los resultados mostraron que en los primeros muestreos (2011) fue posible detectar OsHV-1 y/o OsHV-1 μ Var en todas las especies. Sin embargo, en los muestreos posteriores (2012-2013) solo se identificó la variante OsHV-1 μ Var y, además, se evidenció una tendencia a disminuir, llegando a no detectarse en los últimos muestreos. Los análisis filogenéticos realizados, utilizando dos regiones del DNA del OsHV-1 (región C y región NC), han permitido apoyar la hipótesis del origen asiático de la variante OsHV-1 μ Var presente en Europa. Los genotipos de OsHV-1 μ Var presentes en el sur atlántico de la Península Ibérica tendrían un origen a partir de un genotipo asiático, el cual habría entrado a través del cultivo de *C. gigas*.

Durante el período de estudio sólo se ha detectado un brote de mortalidad identificado y asociado a OsHV-1 μ Var en *C. gigas* en el litoral atlántico andaluz. Dicho brote ha permitido estimar su virulencia mediante la realización de infecciones experimentales en *C. gigas*, *O. edulis*, *C. angulata* y *O. stentina*. La técnica de identificación de transcritos mediante hibridación *in situ*, así como la elevada carga viral cuantificada en los animales moribundos, sugiere que OsHV-1 μ Var es el causante de las mortalidades en juveniles de *C. gigas* y *O. edulis*. Adicionalmente, este trabajo presenta un método eficaz para la identificación de transcritos de OsHV-1 en animales infectados usando hibridación *in situ*.

Por último, para determinar si *Ostreid herpesvirus 1* (OsHV-1) tiene la capacidad de transmisión vertical se generaron 9 familias de hermanos completos a partir del cruzamiento de tres machos y tres hembras *Crassostrea angulata* supervivientes a un brote de mortalidad asociado a OsHV-1 en Portugal. Mediante PCR convencional no se detectó DNA de OsHV-1 en manto, gametos, ni en larvas con 3 días de edad. Sin embargo, mediante la qPCR fue posible detectar DNA del virus en todos los gametos y larvas. Estos resultados apoyan la hipótesis de transmisión vertical de OsHV-1 en *C. angulata*.

Agradecimientos

Beca predoctoral del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía, dentro del Programa de Formación de Personal Técnico e Investigador (Resolución de 2 de noviembre de 2010, BOJA no 220 de 11 de noviembre 2010), cofinanciado al 80% por el Fondo Social Europeo (FSE), dentro del Programa Operativo Integrado de Andalucía 2007-2013 y los proyectos HERPEMOL (financiado por JACUMAR- MAGRAMA y 0433_BONAQUA_5_E (financiado por el Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal: POCTEP (FEDER)

ESTUDIO DEL VECTOR DE EXPRESIÓN MICROALGAL POLICISTRÓNICO PHYCO 69

Molina, A. ⁽¹⁾; Rengel, R. ⁽¹⁾; Vila, M. ^(1,2); Borrero A. ⁽¹⁾; Vigarra, J ⁽¹⁾; León, R. ^(1,2)

⁽¹⁾Departamento de Química. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva, ana.molina@dqcm.uhu.es

⁽²⁾Phycogenetics SL, C/ Joan Miró, nº6, 21110 – Aljaraque, Huelva
mvila@phycogenetics.com

Palabras Clave: Vector expresión, plásmido, microalga, *Chlamydomona*, carotenoide y policistrónico.

El interés por las microalgas está presente en nuestra sociedad como un tema actual que despierta gran expectación, debido a que son microorganismos eucariotas fotosintéticos muy diversos que producen una amplia variedad de compuestos de interés para la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y nutracémica [1]. Las microalgas se postulan como biofactorías por ser productoras naturales de los mismos, constituyendo una alternativa para la síntesis química; presentan una alta tasa de generación, crecimiento rápido y su cultivo no compete por suelo fértil ni agua dulce, recursos que son considerados como limitantes [2]. Entre los productos que podemos destacar se encuentran los ácidos grasos destinados a la producción de biodiesel, ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y carotenoides esenciales para la dieta [1-3]. Pero la producción desde microalgas debe ser mejorada para que su rentabilidad industrial sea una realidad. Los principales inconvenientes encontrados son la insuficiente cantidad de producto originado y su recolección. Para conseguir mejorar el proceso de producción existen diversas aproximaciones que van desde modificaciones en el medio de cultivo hasta la utilización de ingeniería genética.

La expresión de genes heterólogos en microalgas que mejoren la producción requiere que la microalga sea transformada y que incorpore la información genética, que los genes se integren en el genoma, que se expresen robustamente y que sean estable. Para ello es esencial disponer los genes de interés subclonados en un vector de expresión adecuado.

En este trabajo analizamos el vector de expresión microalgal policistrónico Phyco69 [4] con una longitud de 4.846 pb y compuesto por los siguientes elementos: promotor quimérico constitutivo del gen de la RuBisCo fusionado al extremo 5' del gen Hsp70A de respuesta a choque térmico y al intrón 1 del gen *rbcS2* (Hsp70A-RbcS2: Intr), seguido de la región polilinker donde se han subclonado diferentes genes de interés; el gen *shBle* que confiere resistencia al antibiótico phleomicina y genes de fluorescencia. A continuación, se encuentra fusionado el pequeño péptido autohidrolizable FMDV-2A del virus de la fiebre aftosa y el gen marcador *APHVIII*, que codifica para la enzima aminoglicosidasa-3'-fosfotransferasa de *Streptomyces rimosus* y confiere resistencia al antibiótico paromomicina. El péptido FMDV-2A permite procesar las proteínas expresadas desde un mismo promotor como proteínas independientes, ya que la poliproteína codificada se autohidroliza espontáneamente. Las regiones 5' y 3' UTR del gen de la RuBisCo forman parte de las secuencias reguladoras que flanquean en el vector.

Los objetivos marcados son los siguientes:

- Determinar la capacidad de integración en el genoma de los genes heterólogos subclonados.
- Determinar la expresión y estabilidad de los genes de interés a partir de un mismo promotor.
- Seleccionar aquellos transformantes que presentan un mayor nivel de expresión de los genes de interés.
- Identificar las proteínas mediante inmunohistoquímica.

El estudio se realizó en *Chlamydomonas reinhardtii*, que fue transformada mediante el método de agitación con perlas de vidrio en presencia de polietilenglicol con el vector Phyco69 y los genes de interés. Los transformantes fueron seleccionados en paromomicina y analizados molecularmente mediante PCR

convencional y a tiempo real; fenotípicamente mediante ensayos de resistencia a diferentes concentraciones de antibióticos (paromomicina y phleomicina), determinación de fluorescencia e inmunohistoquímicamente mediante western blot.

Los resultados obtenidos muestran que el vector Phyco69 permite la integración y expresión estable en el genoma de los genes subclonados, además de la selección de aquellos transformantes que presentan un mayor nivel de expresión del gen de interés, como se evidencia en los ensayos de PCR a tiempo real y mediante ensayos fenotípicos de resistencia a concentraciones crecientes de antibióticos. Los ensayos inmunohistoquímicos han revelado, la presencia de las proteínas procesadas como proteínas independientes.

El vector phyco 69 se postula como un vector de expresión en microalgal que permite la integración en el genoma de los genes subclonados, la expresión de más de un gen a partir de un mismo promotor y el procesamiento de las proteínas codificadas hasta proteínas individuales y funcionales.

Agradecimientos

Parte de este trabajo ha sido financiado por proyectos del Gobierno Español y Europeo (AGL2016-74866-C32R-AEI/FEDER, INTERREG VA POCTEP-055 ALGARED_PLUS_5E).

Referencias

- [1] Rosa León-Bañares, David González-Ballester, Aurora Galván and Emilio Fernández. Transgenic microalgae as green cell-factories. *Trends in Biotechnology*. 2004. 22, 1: 45-52.
- [2] Pauline Spolaore, Claire Joannis-Cassan, Elie Duran, and Arsène Isambert. Commercial Applications of Microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 101: 2, 87–96. 2006, Feb. Marine Sciences. X. Editor, Y. Editor, Z. Editor (Eds.), Rome, Wiley, 2000.
- [3] Hui Chen, Tian Qiu, Junfeng Rong, Chenliu He, Qiang Wang. Microalgal biofuel revisited: an informatics-based analysis of developments to date and future prospects. *Applied Energy*. 2015. 155: 585–598.
- [4] Phycogenetics SL. WO 2017144750 A1.

OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES C50 EN HALOFERAX MEDITERRANEI

Montero, Zaida⁽¹⁾; Ramos-Merchante, Adrián⁽²⁾; Fuentes, Juan L.⁽¹⁾; Sayago, Ana⁽³⁾; Fernández, María A.⁽³⁾; Martínez, Rosa M.⁽⁴⁾; Garbayo, Inés⁽¹⁾; Vega, Jose M.⁽⁵⁾; Vílchez, Carlos⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo de Biotecnología de Algas, CIDERTA and NATURHE, Universidad de Huelva, Huelva, España. mariazaida.montero@dqcm.uhu.es

⁽²⁾ Departamento de Ciencias Integradas, Facultad de Ciencia Experimentales, Universidad de Huelva, Huelva, España.

⁽³⁾ Departamento de Química y Ciencia de los Materiales, Facultad de Ciencia Experimentales, Universidad de Huelva, Huelva, España.

⁽⁴⁾ Departamento de Agroquímica y Bioquímica, Área de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Alicante, España.

⁽⁵⁾ Departamento de Bioquímica Vegetal y Biología Molecular, Facultad de Química, Universidad de Sevilla, Sevilla, España. jmvega@us.es

Palabras Clave: *Haloferax mediterranei*, *halobacteria*, *carotenoides*, *central composite design*.

Objetivos

Haloferax mediterranei (*H. mediterranei*) es una arquea halófila con capacidad para producir bacterioruberina, un carotenoide C50 característico de los microorganismos que pertenecen a la familia halobacteriaceae. Este pigmento es el responsable del color rojo de las haloarqueas y se caracteriza por su alta capacidad antioxidante debida a 13 pares de dobles enlaces conjugados frente a los nueve pares de enlaces dobles conjugados del β -caroteno. Por lo tanto, la bacterioruberina puede eliminar radicales con mayor eficiencia que el β -caroteno [1]. Se ha demostrado que protege las células contra el daño oxidativo, la radiación ultravioleta, radiación gamma hasta 5kGy y la exposición a H₂O₂. [2,3]

El objetivo principal de este trabajo es analizar el efecto de distintos factores sobre el crecimiento y la producción de carotenoides en *H. mediterranei*, utilizando para ello la metodología de superficie de respuesta (RSM). Además, en este estudio se analizó el perfil de carotenoides de la haloarquea mediante LC-MS.

Metodología

En los experimentos de RSM se estudió la influencia de tres parámetros determinantes para el crecimiento del microorganismo y la acumulación de carotenoides: temperatura, pH y salinidad, analizándose los siguientes rangos: 15-50 (°C), 4-10 (pH) y 5-28 (NaCl, % w/v) (Tabla 1).

Tabla 1. Valores codificados y reales de las variables experimentales utilizadas en el diseño compuesto central (CCD).

| Variables independientes | Símbolos | Niveles | | | | |
|--------------------------|----------------|---------|------|-------|-------|-------|
| | | -1.68* | -1 | 0 | 1 | 1.68* |
| Temperatura (°C) | X ₁ | 17.8 | 23.8 | 32.5 | 41.3 | 47.2 |
| pH | X ₂ | 4.5 | 5.5 | 7.0 | 8.5 | 9.5 |
| [NaCl] % (p/p) | X ₃ | 5.15 | 9.75 | 16.50 | 23.25 | 27.85 |

* Valores alfa usados para puntos axiales en este estudio.

El análisis cromatográfico por HPLC de carotenoides se realizó en un sistema Agilent serie 1200, equipado con un detector diodo y utilizando una columna Poroshell 120-C18 (3 x 50 mm, 2,7 µm)(Agilent, EEUU). Para determinar los espectros de masas de los diferentes compuestos, se utilizó un sistema LC / MS 6410 Triple Quad (Agilent, EE. UU.) equipado con una fuente de ionización por electrospray que funciona en modo de exploración positiva.

Resultados

Los resultados obtenidos por RSM indicaron que las condiciones óptimas de crecimiento tienen lugar a 36.51°C, pH 8,20 y 15.01% de salinidad. Por su parte, la producción de carotenoides resultó óptima a 36.81°C, pH 8.96 y 12.03% de salinidad. Este modelo se validó verificando experimentalmente los datos teóricos pronosticados por el modelo.

Los resultados obtenidos de la validación experimental mostraron que la mayor producción de biomasa ($21,95 \pm 1,57 \text{ g(ps)·L}^{-1}$) y el contenido total de carotenoides ($3,74 \pm 0.20 \text{ mg L}^{-1}$) eran muy próximos a los estimados por RSM en las condiciones óptimas ($20,18 \pm 1.02 \text{ g(ps)·L}^{-1}$ y $3.34 \pm 0.29 \text{ mg·L}^{-1}$, respectivamente), lo que indica que el modelo predicho por RSM se puede usar para predecir los resultados de un posible proceso de producción masiva de la haloarquea.

El perfil de carotenoides mostró 4 picos asignados como bacterioruberina (89.13% del total de carotenoides), y cantidades menores de monoanhidro- y bisanhidrobacterioruberina (Figura 1).

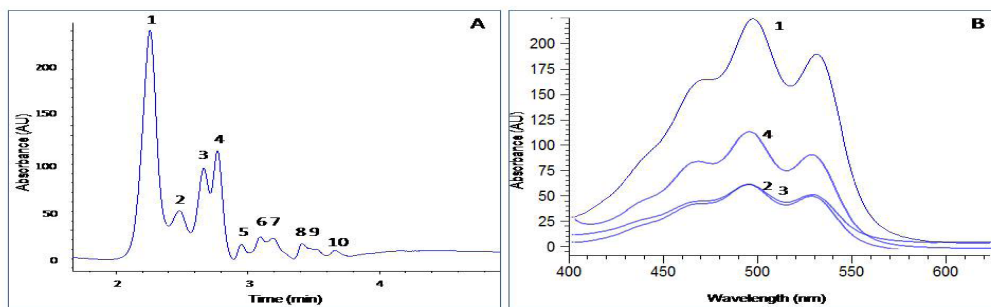


Figura 1. Análisis por HPLC de los carotenoides presentes en *H. mediterranei* (A) y espectro de absorción (B). Los picos 1-4 son isómeros de bacterioruberina; los picos 5, 6, 7, 8, 9 y 10 son derivados de carotenoides C50 de bacterioruberina.

Conclusiones

La temperatura (36.5 o 36.81 °C), el pH (8.20 o 8.96) y la salinidad (15.01 o 12.03%, p / v) fueron las condiciones óptimas para el crecimiento y la producción de carotenoides, respectivamente. Tales condiciones se establecieron utilizando el enfoque RMS, que proporciona información para predecir la productividad de la biomasa y la producción de carotenoides por la haloarquea, a cualquier temperatura, pH y salinidad en el medio de cultivo. Los resultados permiten concluir que el modelo predicho por RSM se puede usar para predecir los resultados de un posible proceso de producción masiva de la haloarquea.

Agradecimientos

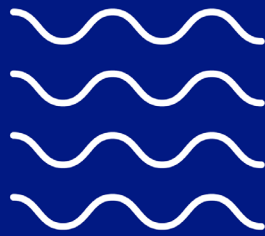
Esta investigación ha recibido financiación del Ministerio de Economía y Competitividad (Subvención CTM2013-43147-R) y del Plan Propio de la Universidad de Huelva (contrato predoctoral de Zaida Montero).

Referencias

- [1] Yatsunami, R.; Ando, A.; Yang, Y.; Takaichi, S.; Kohno, M.; Matsumura, Y.; Ikeda, H.; Fukui, T.; Nakasone, K.; Fujita, N.; et al. Identification of carotenoids from the extremely halophilic archaeon *Haloarcula japonica*. *Front. Microbiol.* 2014, 5, 100–105.
- [2] Shahmohammadi H. R., Asgarani E., Terato H., Saito T., Ohyama Y., Gekko K., Yamamoto O., Ide H. Protective roles of bacterioruberin and intracellular KCl in the resistance of *Halobacterium salinarium* against DNA-damaging agents. *J. Radiat. Res.* 1998, 39, 251-262.
- [3] Rodrigo-Baño M., Garbayo I., Vilchez C., Bonete M.J., Martínez-Espinosa, R.S. Carotenoids from Haloarchaea and their potential in biotechnology. 2015, 13(9), 5508-5532.

3. Pósters

3.1. El conocimiento del mar



REVISIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES ESPAÑOLAS DE CANGREJOS ERMITAÑOS Y SUS RELACIONES FILOGENÉTICAS

Almón Pazos, Bruno ⁽¹⁾; García Raso, J. Enrique ⁽²⁾; Cuesta, Jose A. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Grupo de Estudio do Medio Mariño (GEMM), Ribeira. A Coruña. Spain.

⁽²⁾ Universidad de Málaga, Fac. de Ciencias, Dep. Biología Animal, Málaga, Spain.

⁽³⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, Puerto Real, Cádiz, Spain.

E-mail: brunoalmon2@yahoo.es

Palabras Clave: Filogenia, Paguroidea, Cangrejos Ermitaños, España.

Resumen

Tradicionalmente, el estudio de los cangrejos ermitaños (superfamilia Paguroidea) ha estado basado en la descripción y comparación de caracteres morfológicos a veces difíciles de evaluar, lo que ha derivado en muchos casos en dificultades a la hora de delimitar claramente las especies. La combinación de los estudios morfológicos con análisis de filogenia molecular, aporta una visión más global de las relaciones de parentesco entre las diferentes especies y permite revisar la importancia relativa de determinados caracteres en la delimitación de las mismas. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de un estudio que revisará las especies Españolas (Península Ibérica e Islas Canarias) de la superfamilia Paguroidea desde estos dos puntos de vista. Otra de las facetas a estudiar incluye los patrones de coloración considerados característicos y definitorios de las especies. Los primeros resultados apuntan hacia la no monofilia de las principales familias, así como a la necesidad de revisar la validez de algunas especies descritas, morfológicamente muy próximas.

Metodología

Se han recolectado ejemplares a lo largo de las costas españolas con el objetivo de obtener representantes de cada una de las especies presentes en el área de estudio. Cada una de las muestras se ha estudiado a nivel morfológico y se han extraído muestras para análisis filogenéticos, centrándose en el análisis de los genes COI y 16S.

Resultados

Una primera aproximación a las relaciones filogenéticas de las especies españolas muestra una buena capacidad de delimitación de especies basada en caracteres morfológicos, dando validez a la mayor parte de las especies tradicionalmente establecidas. No ocurre lo mismo a nivel de familias y/o géneros. Los resultados preliminares sugieren que varias de las familias establecidas son, tal y como están constituidas en la actualidad, no monofiléticas. Especies como *Paguristes rubropictus*, considerada inicialmente una variedad de *P. eremita* (= *P. oculus*), siendo más tarde elevada a la categoría de especie [1], y que ha sido considerada la forma típica de las islas de la Macaronesia, a partir de las secuencias estudiadas hasta el momento no parece presentar diferencias significativas a nivel molecular, lo que pone en duda la validez de la misma.

El tándem formado por *Pagurus alatus*, *P. pubescentulus* y *P. mbizi*, una especie típicamente africana recientemente encontrada en la península [2], requiere revisión. Morfológicamente son muy próximos, lo que también aparece reflejado en los árboles filogenéticos, donde su agrupamiento no está del todo claro. De la misma manera, el género *Anapagurus* contiene especies de pequeño tamaño muy similares entre sí, lo que hace su clasificación complicada. Este género contiene especies cuya validez ha sido puesta en duda recientemente, por lo que otro de los objetivos del trabajo será realizar una revisión completa de las especies españolas del género.

Pagurus chevreuxi, *Pagurus bernhardus* y *Pagurus carneus*, presentan poca afinidad filogenética con las demás especies del género *Pagurus*, situándose a medio camino entre éstos y representantes de la familia Lithodidae, lo que sugiere que estas especies pueden tener un importante papel como paso intermedio en el proceso evolutivo que ha llevado a la carcinización de los paguroidea.

La información derivada del análisis y descripción detallada de los patrones característicos de coloración, que se concretará en la elaboración de una clave de coloración en vivo con descripciones detalladas por especie, aportará asimismo una nueva herramienta para la discriminación de especies, especialmente útil en las labores de muestreo de campo.

Conclusiones

La revisión de las especies ibéricas de Paguroidea tanto desde el punto de vista morfológico como molecular plantea cuestiones que en su mayoría no son nuevas. Estas incertidumbres han sido motivo de debate durante décadas, dada la dificultad taxonómica del grupo, por lo que el aporte de la información derivada de los análisis de filogenia molecular revelará nuevas pistas para tratar de desentrañar estas dudas.

Los primeros resultados han demostrado una alta concordancia entre la clasificación morfológica y las relaciones filogenéticas, siendo la mayor parte de las especies más comunes, las que arrojan resultados más claros. En el trabajo en curso donde ya se han incluido especies menos conocidas o con pocos registros históricos, las relaciones no son tan claras y muchas de las asignaciones de especies a sus correspondientes géneros necesitan ser revisadas a la luz de la nueva información combinada.

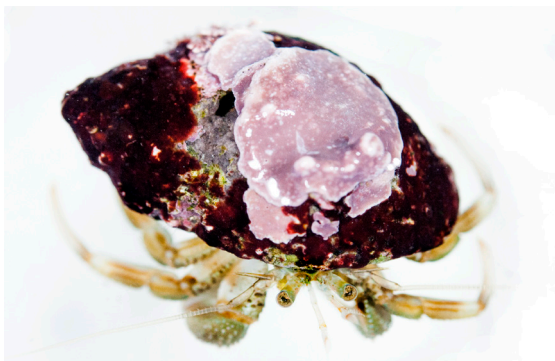


Fig 1. Una de las especies estudiadas cuya clasificación se encuentra en proceso de revisión, *Pagurus bernhardus*.

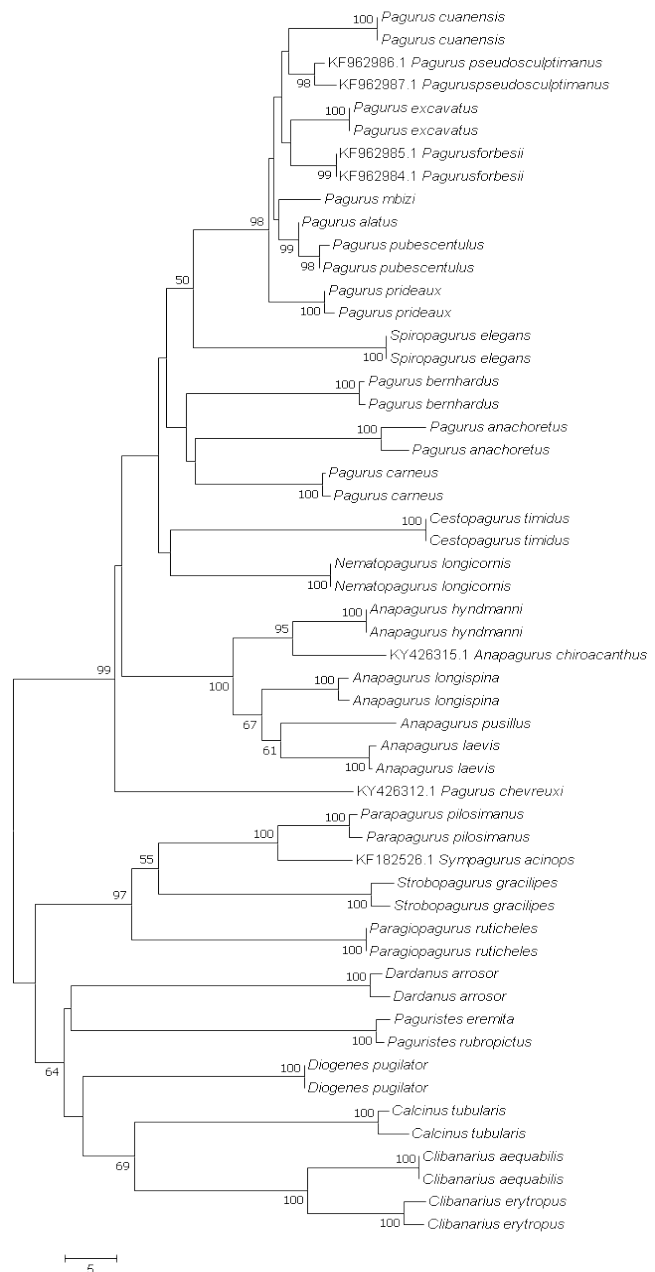


Fig 2. Árbol filogenético preliminar para el gen 16S con parte de las especies españolas incluidas en el estudio hasta el momento.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Instituto Español de Oceanografía y concretamente al Centro oceanográfico de Cádiz, la cesión de ejemplares provenientes de su colección de referencia, así como al Dr. Pere Abelló por la recolección y cesión de ejemplares para su estudio. Asimismo, queremos agradecer al Grupo de Estudio do Medio Mariño por su colaboración en la recolección mediante buceo autónomo de algunos de los ejemplares incluidos en el estudio.

Referencias

- [1] Forest, J. (1954). Les Paguristes des côtes occidentales et méridionales d'Afrique. *Annals of the South African Museum*. Vol. XLI, Part IV.
- [2] García Raso, J., Salmeron, F., Baro, J., Marina, P., & Abelló, P. (2013). The tropical African hermit crab *Pagurus mbizi* (Crustacea, Decapoda, Paguridae) in the Western Mediterranean Sea: a new alien species or filling gaps in the knowledge of the distribution?. *Mediterranean Marine Science*, 15(1), 172-178.
- [3] Noever, C. and Glenner, H. (2017) The origin of king crabs: hermit crab ancestry under the magnifying glass. *Zoological Journal of the Linnean Society*, Volume 182 (2), 300–318.

OSMOREGULATORY ROLE OF THE GUT IN THE SEA LAMPREY (*PETROMYZON MARINUS*)

Barany, Andre ^(1,3); Shaughnessy, Ciaran Alvar ⁽²⁾; Fuentes, Juan ⁽³⁾;
Mancera, Juan Miguel ⁽¹⁾; McCormick, Stephen Daniel ^(2,4)

⁽¹⁾ Department of Biology, Faculty of Marine and Environmental Sciences, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), University of Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Spain, andre.barany@uca.es

⁽²⁾ Graduate Program in Organismic and Evolutionary Biology, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, USA, ciaranashaughnessy@gmail.com

⁽³⁾ Centre of Marine Sciences (CCMar), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal MAI

⁽⁴⁾ U.S. Geological Survey, Leetown Science Center, Conte Anadromous Fish Research Laboratory, Turners Falls, MA 01376, USA

Palabras Clave: development, ion transport, intestine Na⁺/K⁺-ATPase, drinking rate, water absorption

Introduction

Lampreys and hagfishes are the most basal vertebrates and the only extant members of the vertebrate superclass Agnatha. Larvae of the anadromous sea lamprey (*Petromyzon marinus* L.) spend 4-6 years in freshwater (FW) before metamorphosing and migrating to the sea. Metamorphosis takes 4-5 months and involves the radical transformation from a substrate-dwelling, filter feeder ammocoete into a free-swimming, parasitic juvenile which spends another 2-3 years in the sea before returning to freshwater to spawn and die. Compared to other fish groups such as teleosts, the mechanisms for osmoregulation in lampreys are relatively unknown, with only a few studies characterizing osmoregulatory mechanisms in the gill of sea lamprey [1-2].

While the importance of the intestine to osmoregulation has been clearly established in teleost fish, there is little understanding of the role of the intestine in osmoregulation of lamprey. While there is some information on morphological and molecular changes that occur in the intestine related to changes in external salinity [2-3], to our knowledge there is no direct physiological evidence indicating a role of the intestine of lamprey osmoregulation. The present study focused on the ionoregulatory changes in the sea lamprey intestine during metamorphosis and after salinity acclimation as juveniles. Our aims were to characterize osmoregulatory ability at different stages of metamorphosis and to detect developmental differences in the activity of key intestinal ion transport proteins, and to provide direct evidence for mechanisms involved in intestinal ion transport in the anadromous sea lamprey.

Materials and methods

- *Animals and experimental designs*
- Sea lamprey were caught in the Saw Mill River, a tributary of the Connecticut River (Massachusetts, USA) from July to November in 2016. For the metamorphic series, lamprey were sampled in the field immediately upon capture.

Salinity acclimation experiments were carried out under laboratory conditions. Lamprey were acclimated to seawater (35 ppt, SW) for 3 weeks prior to sampling. Lamprey were kept under natural photoperiod conditions and at a constant temperature of 15 °C in 15 L recirculating glass aquaria equipped with mechanical, chemical and biological filtration. The animals were not offered food because anadromous sea lamprey naturally stop feeding during metamorphosis and do not resume until they begin parasitic feeding once they reach the ocean.

- *Analysis*

Chlorides (Cl⁻), determination of drinking rate, intestinal water absorption and Cl⁻ flux and Na⁺/K⁺-ATPase activity.

Results

- *Drinking rates*

Drinking rates in SW-acclimated juveniles were significantly higher than ammocoetes and FW-acclimated juveniles.

- *Intestinal water absorption and Cl⁻ flux by intestinal region*

In SW-acclimated juveniles, a significantly higher intestinal water absorption rate was observed in the anterior intestine ($17.3 \pm 4.28 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) compared to the posterior intestine ($4.8 \pm 1.28 \mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, $P=0.001$). Net Cl⁻ absorptive flux in SW-acclimated juveniles was significantly higher in the anterior intestine ($6.1 \pm 1.51 \mu\text{Eq}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) than in the posterior intestine ($1.6 \pm 0.42 \mu\text{Eq}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, $P=0.005$). However, in FW-acclimated juveniles, no significant differences in water absorption rate or Cl⁻ flux between intestinal regions were observed.

- *NKA activity*

Juveniles had significantly higher NKA activity in the anterior and posterior intestinal regions compared to ammocoetes ($P<0.0001$). In the anterior intestine, NKA activity was not significantly different between FW- and SW-acclimated juveniles. In the posterior intestine, SW-acclimated juveniles had significantly higher NKA activity than FW-acclimated juveniles (21.9 ± 7.2 and $5.5 \pm 0.6 \mu\text{mol ADP mg}^{-1}\cdot\text{protein}\cdot\text{h}^{-1}$ respectively, $P<0.0001$).

Generally, the highest NKA activity was observed in the anterior intestine, followed by the posterior intestine, then the esophagus. Esophageal NKA activity remained low throughout metamorphosis. In the anterior and posterior intestine, NKA activity increased 15- and 3-fold, respectively, between stage 4 and downstream migrating juvenile.

Discussion

The present study shows that FW- and SW-acclimated juvenile lamprey are similarly prepared to absorb ion and water across the gut when exposed to a hyperosmotic environment such as seawater. As such, it appears that the intestinal development over metamorphosis may be a critical preparatory process preceding entry into seawater by downstream migrating juveniles.

The driving force for NaCl absorption in the intestine against its concentration gradient is accomplished primarily by the basolateral NKA [4]. In this study, the vast majority of total ATPase activity in the anterior and posterior intestine was ouabain-sensitive, and thus the result of NKA activity, supporting this hypothesis. Interestingly, posterior intestine NKA activity was upregulated after SW acclimation whereas NKA activity in the anterior intestine was not, suggesting NKA activity in the anterior intestine had reached maximum levels after metamorphosis and prior to SW entry

It is also interesting that there were no differences in NKA activity in the esophagus throughout metamorphosis, which suggests that this tissue may not have a large role in the desalinization of ingested fluids, which is in contrast to other long-shape fish such as the eel or marine teleosts [5].

In summary, this study describes for the first time that drinking rate increases in seawater lamprey, and that the intestine is the site for water and ion absorption. We also found that there are increases in NKA activity in the anterior and posterior intestine during metamorphosis of sea lamprey. Our results indicate that the intestine develops a capacity for osmoregulation in seawater during metamorphosis and that the anterior intestine is the primary site for the removal of excess monovalent ions. In addition, the effects of environmental salinity on different intestinal regions in fish are reported.

References

- [1] Reis-Santos, P., McCormick, S. D., & Wilson, J.M. (2008). *J. Exp. Biol.*, 211(978–988).
- [2] Ferreira-Martins, D., Coimbra, J., Antunes, C., & Wilson, J.M. (2016). *Conserv. Physiol.*, 4(1).
- [3] Gregorio, S.F., Carvalho, E.S.M., Encarnacao, S., Wilson, J.M., Power, D.M., Canario, A.V.M., & Fuentes, J. (2012). *J. Exp. Biol.*, 216(470–479).
- [4] Esbaugh, A. J. & Grosell M. (2014). *Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol.*, 171(57–63).
- [5] Tresguerres, M., Levin, L.R., Buck, & J., Grosell, M. (2010). *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 299(62-71).

DISTRIBUCIÓN DE GASES INVERNADERO EN DOS SISTEMAS COSTEROS DEL PARQUE NATURAL BAHÍA DE CÁDIZ

Cabrera-Busto, Juncal ⁽¹⁾; Ortega Díaz, Teodora ⁽²⁾; Forja Pajares, Jesús ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Química Física, Universidad de Cádiz, España, juncal.cabrera@uca.es

⁽²⁾ Departamento de Química Física, Universidad de Cádiz, España, teodora.ortega@uca.es

⁽³⁾ Departamento de Química Física, Universidad de Cádiz, España, jesus.forja@uca.es

Palabras Clave: Gases invernadero, Bahía de Cádiz, Flujos de gases, Emisiones, Sistemas costeros.

Las zonas costeras constituyen las áreas geoquímica y biológicamente más activas de la biosfera e intercambian importantes cantidades de materia y energía con los océanos [1]. En estos sistemas se produce entre el 35% y 60% de las emisiones de N₂O. Además, las plataformas continentales y los estuarios son responsables de más del 76% de las emisiones globales oceánicas [2,3].

Dado el interés que tiene el estudio del comportamiento y flujo de los gases invernadero en zonas costeras, en mayo de 2016 se realizó un muestreo longitudinal en dos sistemas costeros del Parque Nacional Bahía de Cádiz: estuario del Guadalete y caño de Sancti Petri. Se tomaron muestras de agua en las que se midió CO₂, N₂O, CH₄, nutrientes (NO₃, NO₂, Si, NH₄, PO₄), clorofila, salinidad, COD y oxígeno disuelto, con el objetivo de cuantificar la concentración de CO₂, CH₄ y N₂O en las muestras superficiales de dos sistemas seleccionados en una situación típica de primavera, interpretar las distribuciones obtenidas de CO₂, CH₄ y N₂O atendiendo a la hidrodinámica y grado de antropización de los sistemas y estimar los flujos agua-atmósfera de CO₂, CH₄ y N₂O para estos sistemas así como las emisiones totales que se producen.

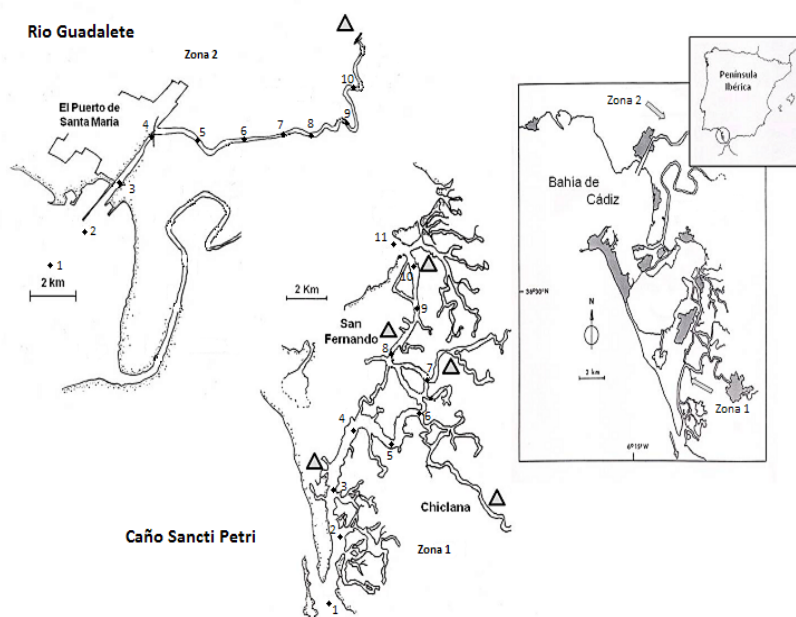


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en las dos zonas de estudio. Los triángulos indican zonas de vertido de materia orgánica.

Las concentraciones de CH_4 y N_2O disueltos en las muestras se determinaron con ayuda de un cromatógrafo de gases Bruker ® GC-450. El oxígeno se cuantificó con un valorador automático Metrohm 702, usándose una adaptación del método iodométrico tradicional de Winkler [4]. La concentración de CO_2 , se obtuvo de las medidas de pH y AT, mediante el uso del programa CO2SYS [5]. Dichas medidas se realizaron con un valorador potenciométrico Metrohm 905. Las medias de nutrientes se determinaron con un analizador de flujo segmentado (Skalar, San Plus). La temperatura fue medida in situ con un termómetro de mercurio de precisión y la salinidad fue cuantificada con un salinómetro de inducción Rousemount Analytical RS-10. La clorofila se cuantificó con un espectrofluorímetro (JASCO, FP-8000). Y el carbono orgánico se obtuvo utilizando un TOC (AnalytikJens, serie multi N/C).

Las concentraciones de CO_2 , N_2O y CH_4 en el caño de Sancti Petri aumentan desde sus dos desembocaduras hasta alcanzar un máximo en la zona central, donde se produce la entrada de aguas ricas en materia orgánica y nutrientes provenientes del río Iro y de las marismas próximas. En el estuario del Guadalete, hay un incremento en las concentraciones de los tres gases invernadero estudiados a medida que nos adentramos en el río, relacionados con vertidos provenientes de la planta depuradora de la ciudad de Jerez. Ambos sistemas actúan como fuente de gases invernadero a la atmósfera con flujos medios de $6,4 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de CO_2 , $23,9 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de CH_4 y $0,8 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de N_2O para el Guadalete, y de 62 mmol CO_2 , $376,9 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de CH_4 y $60,4 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ de N_2O para el caño de Sancti Petri. Este último sistema es el que presenta emisiones más elevadas debido a su mayor superficie.

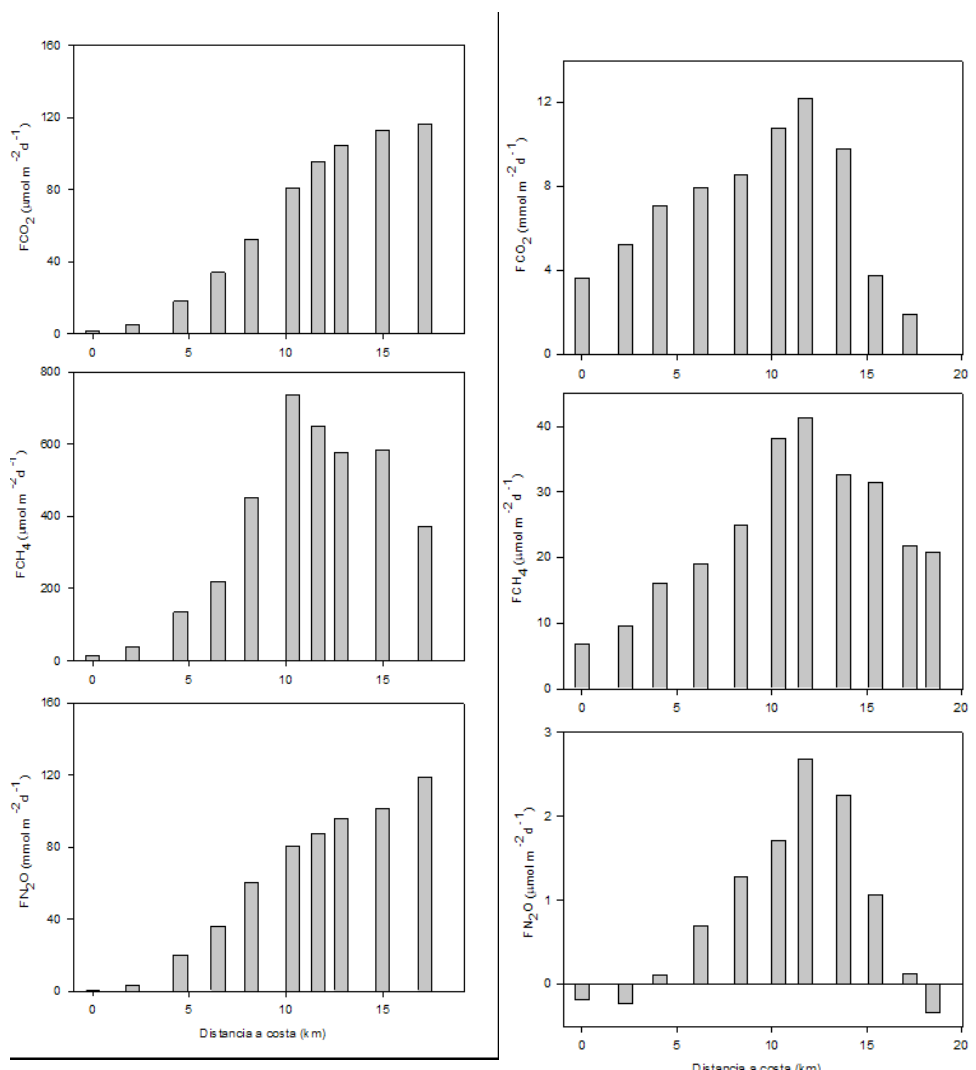


Figura 2. Flujos agua-atmósfera de CO_2 , CH_4 , N_2O y OD en el Caño de Sancti Petri (izquierda) y en el estuario del Guadalete (derecha).

Referencias

- [1] J.P. Gattuso, M. Fankignoulie, R. Wollast. Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29 (1998) 405-34.
- [2] G. Abril and A. Borges. Carbon-dioxide and methane emissions from estuaries. *Greenhouse Gas Emissions – Fluxes and Processes*, 230 (2004) 187-207.
- [3] H.W. Bange. Nitrous oxide and methane in European coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70, (2006) 361-374.
- [4] K. Grasshoff. Determination of oxygen. *Methods of seawater analysis*, 2 (1993) 61-72.
- [5] D.E. Pierrot, D.W.R. Wallace. Program Developed for CO₂ System Calculations. ORNL/CDIAC-106. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, 1998.

CAPACIDAD OSMORREGULADORA DE DOS DECÁPODOS DE MANGLAR Y SU DISTRIBUCIÓN EN UN ESTUARIO TROPICAL

de Juan Carbonell, Carlos; Christian, Keith

Research Institute for the Environment and Livelihood, Charles Darwin University
(Darwin, Australia)

Palabras Clave: decápodos, manglar, osmorregulación, distribución, Uca flammula, Neosarmatium meinerti

Las fluctuaciones de la salinidad en un estuario están principalmente determinadas por el ciclo mareal y la descarga de aguas continentales. En la desembocadura de un torrente tropical, dominado por la alternancia de una estación seca y una estación húmeda, la variación anual puede ser muy pronunciada. El cambio del gradiente de salinidad tanto horizontalmente en el canal principal como verticalmente en las áreas intermareales afecta a la fauna que las habitan. Los decápodos semi-terrestres son los macroinvertebrados más abundantes de los torrentes tropicales y por lo tanto juegan un papel clave en estos ecosistemas. Su capacidad específica para hacer frente a estas fluctuaciones puede ser determinante de su distribución a lo largo del canal. Con este estudio exploratorio se pretende determinar los mecanismos ecofisiológicos de los decápodos de manglar para adaptarse a este ambiente cambiante. Para ellos se propusieron tres objetivos:

- Caracterizar la salinidad del canal
- Establecer los métodos y protocolos para el estudio de la relación entre los cambios de salinidad y los decápodos de manglar
- Desarrollar un estudio preliminar sobre las respuestas de dos especies de manglar expuestos a diferentes salinidades

Para la caracterización de la salinidad del canal este se midió manualmente con un conductímetro cada 2 horas durante las 12 horas de luz en 8 estaciones separadas aproximadamente 500m entre ellas. El muestreo se llevó a cabo durante la marea muerta (14 Octubre de 2017) y marea viva (23 de octubre de 2017). Para el estudio ecofisiológico se coleccionaron cangrejos en la estación que registró la más alta variabilidad. Para el muestreo, se diferenciaron las zonas intermareales altas y bajas y se recogieron las especies más abundantes en cada zona. En zonas intermareales bajas se colectaron ejemplares de *Uca flammula* extrayéndolos cuidadosamente de las galerías en marea baja. Ejemplares de *Neosarmatium meinerti* se recogieron mediante trampas pitfall en zonas intermareales altas durante la marea viva. Todas las colecciones se realizaron en noviembre y diciembre de 2017. Los cangrejos fueron inmediatamente llevados a las instalaciones de la CDU y fueron aclimatados a una salinidad de 29.3 durante más de 12 horas previamente a los experimentos. Se calculó la salinidad óptima y su capacidad osmorreguladora introduciéndolos en diferentes tanques con diferentes salinidades. Para la salinidad óptima se dejó a los ejemplares (n=15) entre 7 y 17 horas en un compartimento con cuatro tanques conectados (sal=0, 12, 24, 36) y luego se calculó el porcentaje del tiempo sumergido en cada uno. Para el análisis de su capacidad osmorreguladora los ejemplares (n=20 *U. flammula*, n=10 *N. meinerti*) fueron expuestos a diferentes salinidades (0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 y 41). Se tomaron muestras de hemolinfa después de 14 y 24 horas que fueron inmediatamente analizadas en un osmómetro (Advanced Micro Osmometer, Model 3300). De los resultados se extrajo la concentración isosmótica, cuando la osmolalidad interna es igual a la del medio.

El estudio de la salinidad del canal muestra una disminución progresivo de la salinidad hacia aguas arriba, desde 38 en la desembocadura a 0 en la última estación siendo en las estaciones intermedias donde se registra una mayor variabilidad. Los valores durante las mareas vivas mostraron menos fluctuaciones que durante la marea muerta.

Mientras que *Uca flammula* permaneció más tiempo sumergido en los tanques con salinidad más alta *Neosarmatium meinerti* no mostró una preferencia clara por ninguna salinidad. Ambas especies son fuertes osmorreguladoras a los valores de salinidad estudiados. La concentración isosmótica de *Uca flammula* resultó ser mayor (915.62 mOsm, sal=33.39) que la de *Neosarmatium meinerti* (779.34 mOsm, sal=28.5). La osmolalidad hemolinfática de *N. meinerti* no varió entre las 14 y 24 horas de tratamiento mientras que *U. flammula* si mostró una variación temporal en su osmolalidad interna.

El torrente estudiado consiste en un sistema de agua reducido pero complejo donde múltiples fuentes se combinan para formar un ambiente cambiante muy marcado por la estacionalidad. Los ciclos mareales y la descarga de agua continental subterránea y de lluvia determinan las fluctuaciones de la salinidad. La marea extrema que se registra en el puerto de Darwin afecta al canal haciendo que a 3.5km de la desembocadura la salinidad fluctúe de 1 a 30. Los muestreos se llevaron a cabo durante la “build-up” periodo que precede a la estación húmeda marcado por un aumento progresivo de la humedad. Como indica Frusher et al. (1994)[1] la variación de la salinidad puede no ser indicativa de la variación de la salinidad del suelo a la que los cangrejos están expuestos. De todos modos, en zonas intermareales bajas las galerías deben estar principalmente afectadas por el canal al estar más frecuentemente sumergidas. En zonas intermareales altas, solo irrigadas durante las mareas altas durante mareas vivas, el agua de mar entrante se mezcla con el agua intersticial y las pozas remanentes, principalmente hipersalinas durante la estación seca e hiposalinas durante la estación húmeda. Esto lleva a una situación más heterogénea que perdura hasta el siguiente ciclo.

Aunque el reducido tamaño muestral de los experimentos obliga a tomar los resultados con cautela estos son consistentes con estudios previos sobre las especies estudiadas. *N. meinerti* es un amplio osmorregulador capaz de mantener su osmolalidad interna constante en experimentos a largo plazo. El amplio rango de tolerancia a la salinidad de esta especie sugiere que su distribución debe estar determinada por otros factores como el sustrato o la disponibilidad de alimento dado que ha sido demostrada su voracidad sobre las hojas senescentes de determinadas especies de manglar. Recientemente se ha correlacionado la osmolalidad hemolinfática y la concentración isosmótica de con la salinidad del hábitat en especies del género *Uca* [2]. *Uca flammula* habita principalmente en zonas intermareales bajas donde la mezcla de aguas ocurre diariamente durante la mayor parte del ciclo mareal por lo tanto donde se esperan valores más homogéneos. Aunque es fuertemente osmorregulador, se ha visto que muestra variaciones durante la exposición a salinidades extremas a largo plazo. La concentración isosmótica y la salinidad óptima determinadas en este estudio sugiere que *U. flammula* está mejor adaptado a estas áreas donde además otros factores como el sustrato blando o la viabilidad del desarrollo de la larva pueden jugar un papel importante.

Otros autores [3] han descrito cambios espaciotemporales estacionales en la distribución y abundancia de especies de cangrejos. Este pequeño estudio está restringido a las condiciones de la estación seca tardía/”build-up”. Los sencillos y baratos experimentos llevados a cabo pueden proveer de información fiable sobre características ecológicas y fisiológicas de los decápodos.

Referencias

- [1] Frusher, S., Giddins, R. L., & Smith III, T. J. (1994). Distribution and abundance of grapsid crabs (Grapsidae) in a mangrove estuary: effects of sediment characteristics, salinity tolerances, and osmorregulatory ability. *Estuaries*, 17(3), 647–654. doi:10.2307/1352412
- [2] Faria, S. C., Provete, D. B., Thurman, C. L., & Mcnamara, J. C. (2017). Phylogenetic patterns and the adaptive evolution of osmoregulation in fiddler crabs (Brachyura, Uca). *PloS One*, (February). doi:10.1371/journal.pone.0171870
- [2] Nobbs, M., & Blamires, J. (2015). Spatiotemporal distribution and abundance of mangrove ecosystem engineers: burrowing crabs around canopy gaps. *Ecosphere*, 6(5), 84. doi:10.1890/ES14-00498.1

INFLUENCIA DE LA RESOLUCIÓN ATMOSFÉRICA EN LA VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA CIRCULACIÓN DEL MAR TIRRENO A PARTIR DE UN CONJUNTO DE SIMULACIONES HINDCAST (1997 – 2008)

de la Vara, Alba⁽¹⁾; Galán, Pedro⁽²⁾; Arsouze, Thomas^(3,4); Gallardo, Clemente⁽⁵⁾; Gaertner, Miguel Ángel⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España, alba.delavara@uclm.es

⁽²⁾ Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, pedro.galan@upm.es

^(3,4) ENSTA ParisTech, Université Paris-Saclay, 828 bd des Maréchaux, Palaiseau, France, thomas.arsouze@ensta-paristech.fr

⁽⁵⁾ Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España, clemente.gallardo@uclm.es

⁽⁶⁾ Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España, miguel.gaertner@uclm.es

Palabras Clave: Mar Mediterráneo, Mar Tirreno, modelado oceánico, resolución atmosférica, interacción atmósfera-océano

El Mar Mediterráneo es una cuenca semicerrada que está conectada con el Mar Negro a través del Bósforo y con el Océano Atlántico mediante el Estrecho de Gibraltar. La naturaleza restringida del Mediterráneo, es exacerbada por el Estrecho de Sicilia, que separa el Mediterráneo Oriental del Mediterráneo Occidental. En el Mediterráneo Occidental se sitúa el Mar Tirreno, que destaca por la complejidad de su geometría y su abrupta batimetría. La circulación del Mar Tirreno viene dada por la interacción del transporte en sus principales estrechos y el clima local, y está sujeta a una marcada variabilidad estacional. En los últimos años, diferentes trabajos han revelado la existencia de una circulación de mesoescala muy activa en el Tirreno.

Aunque estudios previos han concluido que la resolución horizontal del forzamiento atmosférico es crucial para la representación de la circulación oceánica en diferentes zonas del Mar Mediterráneo, este aspecto no se ha analizado específicamente para el Mar Tirreno. El objetivo de este trabajo es investigar la influencia de la resolución horizontal de las variables atmosféricas en la simulación de la variabilidad estacional de la circulación del Mar Tirreno. Esto nos permite (i) determinar la capacidad de simulaciones hindcast para reproducir la circulación a largo plazo del Tirreno; (ii) examinar la circulación de las aguas intermedias en el Tirreno, muy poco estudiada hasta la fecha; (iii) analizar los cambios que tienen lugar en la circulación en respuesta a un incremento de la resolución horizontal de las variables atmosféricas. Específicamente, investigamos si los cambios observados se deben a mejoras en la representación del transporte a través de los estrechos del Tirreno, o bien a la distribución regional de las variables de atmósfera.

En este análisis utilizamos el modelo de circulación oceánica NEMO-MED12, que es una configuración Mediterránea de NEMO v3.2 [1]. La batimetría adoptada tiene una resolución constante de 30"x30" y procede de la décima versión de la batimetría de Mercator-LEGOS. El modelo cuenta con 75 niveles verticales tipo z, cuyo espesor incrementa con la profundidad. Las simulaciones se extienden desde 1997 hasta 2008 y se llevan a cabo con variables atmosféricas procedentes del modelo regional de atmósfera PROMES con una resolución horizontal de 50 km o 25 km. Debido a que es la primera vez que las variables de PROMES se utilizan para llevar a cabo simulaciones de océano, en primer lugar se evalúa el buen funcionamiento de esta configuración teniendo en cuenta el dominio completo, que incluye el Mar Mediterráneo. Posteriormente,

se investiga la influencia de la resolución horizontal de las variables atmosféricas en la circulación superficial e intermedia del Tirreno.

Los resultados obtenidos muestran que el modelo permite una representación adecuada de los flujos atmósfera-océano en el Mediterráneo, así como del transporte de agua a través del Estrecho de Gibraltar. El modelo captura la variabilidad interanual de las propiedades de las diferentes masas de agua del Mediterráneo. En el Tirreno, la comparación de los resultados del modelo con datos de altimetría indica que la variabilidad de la circulación a gran escala en el Tirreno es capturada independientemente de la resolución de las variables atmosféricas. Sin embargo, la representación de estructuras de menor tamaño, tales como eddies o meandros, mejora sustancialmente cuando se utilizan variables atmosféricas con 25 km. En base a nuestros resultados, actualizamos los patrones de circulación de agua a una profundidad intermedia. Mostramos que las mejoras observadas con variables de 25 km no responden a cambios en la representación de los transportes a través de los estrechos de Córcega, Cerdeña y Sicilia, sino a mejoras en la simulación de los vientos.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la beca CGL2013-47261-R (Ministerio Economía y Competitividad) y cofinanciada por fondos FEDER. Este trabajo forma parte de la iniciativa Med-CORDEX, apoyada por el programa HyMeX (www.hymex.org).

Referencias

- [1] *Madec, G., and the NEMO Team, 2008. NEMO ocean engine, Note du Pole de modélisation, Inst. Pierre-Simon Laplace, Paris*

EFFECTOS DE LA ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA Y LAS CONDICIONES HIDRODINÁMICA EN EL METABOLISMO DE CARBONO Y FLUJOS DE CARBONO ORGÁNICO DISUELTO (COD) EN FANERÓGAMAS MARINAS

Egea, Luis G.⁽¹⁾; Jiménez-Ramos, Rocío⁽²⁾; Hernández, Ignacio⁽³⁾; Bouma, Tjeerd J.⁽⁴⁾;
Brun, Fernando G.⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España. email: gonzalo.egea@uca.es.
website: www.cmer.es

⁽²⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España. email: rocio.jimenez@uca.es.
website: www.cmer.es

⁽³⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España. email: ignacio.hernandez@uca.es

⁽⁴⁾ Department of Estuarine and Delta Systems, Royal Netherlands Institute for Sea
Research (NIOZ), Yerseke, The Netherlands. email: Tjeerd.Bouma@nioz.nl

⁽⁵⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España. email: fernando.brun@uca.es

Palabras Clave: Cambio climático, Exportación carbono, Incremento CO₂, Producción neta, Velocidad corriente, Zostera noltei.

La concentración de CO₂ en la atmósfera ha pasado de los 280 ppm en tiempos preindustriales a 409 ppm en 2016 según el Observatorio de Mauna Loa de Hawaii. Los niveles atmosféricos de CO₂ podrían alcanzar más de 500 ppm a mediados de siglo y superar las 800 ppm a finales del mismo [1]. Parte de este CO₂ es absorbido por los océanos, reduciendo el pH del agua en un proceso comúnmente conocido como "Acidificación Oceánica (AO)" (Fig. 1) [2]. Así se espera que el pH del océano global baje hasta los 7.6 para fines de este siglo [3]. Esto preocupa a la comunidad científica debido a los posibles impactos que puede ocasionar en los organismos marinos, especialmente en aquellos que están siendo más amenazados.

Uno de los ecosistemas más amenazados actualmente y que a la vez presentan una de las tasas de secuestro de carbono más alta, ayudando de esta forma a combatir el cambio climático, son las fanerógamas marinas [4, 5]. Estas plantas con flores desarrollan todo su ciclo de vida bajo el mar formando uno de los ecosistemas más ricos y relevantes [6], responsables del 15% del carbono almacenado en los océanos [7] gracias en gran medida a su gran productividad. El exceso de materia orgánica que producen se puede exportar a los ecosistemas adyacentes en forma particulada o disuelta. El carbono orgánico disuelto (COD), con aproximadamente 700 PgC, es un elemento central en el ciclo del carbono mundial, con un papel destacado en la transferencia

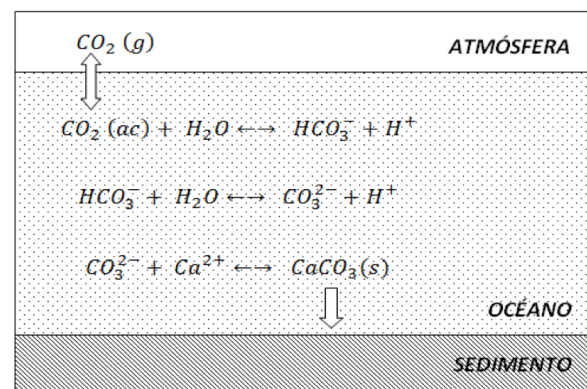


Figura 1. Diagrama de la especialización del carbono en agua de mar

rápida de carbono y energía en las redes tróficas, ya que es fácilmente asimilable por organismos marinos [8]. El COD exportado por las praderas de fanerógamas marinas puede llegar al 46% de su producción neta [9]. Por lo tanto, este COD puede ser crítico para mantener la alta productividad de estas comunidades, que en última instancia afecta a su capacidad para secuestrar carbono.

Las praderas de fanerógamas marinas son el ecosistema que más rápidamente se pierde en el mundo alcanzando una tasa del 7% anual [4]. La AO podría mejorar o agravar esta alta disminución de praderas. Sin embargo, el impacto neto de un mayor nivel de CO₂ aún no está claro porque hay muchas variables ambientales que podrían mejorar o agravar los efectos del aumento de CO₂. Una de estas variables es la condición hidrodinámica, que además se espera que cambie como consecuencia del cambio global (e.g. mayor intensidad y número de tormentas). Incrementos en la velocidad de corriente se han relacionado con disminuciones en la capa límite de las hojas de estas plantas, facilitando una más rápida absorción del CO₂ lo que incrementaría la fotosíntesis y productividad [10]. Sin embargo una mayor velocidad de corriente también puede reducir la fotosíntesis debido a la mayor resuspensión de sedimentos o autosombreado de las hojas [11]. Las interacciones entre un aumento de CO₂ y las condiciones hidrodinámicas no se han abordado en profundidad en comunidades costeras. Del mismo modo, se le ha prestado poca atención al efecto de la hidrodinámica en el flujo de COD en praderas de fanerógamas marinas. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la AO bajo tres velocidades de corriente sobre la productividad de la fanerógama marina *Zostera noltei*, usando cambios en el oxígeno disuelto para medir el metabolismo del carbono, así como en su liberación de COD. El experimento se realizó en un mesocosmos abierto y al aire libre durante cuatro semanas en la Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Países Bajos.

¿En las condiciones actuales de pH, el aumento de la velocidad de corriente tuvo un efecto positivo sobre la productividad, pero en función de la densidad de brotes. Sin embargo, este efecto positivo desapareció en condiciones de AO (Fig. 2A). Con AO se produjo un aumento significativo en la tasa de producción bruta y la respiración, lo que sugiere que *Z. noltei* tiene limitaciones de carbono bajo la actual concentración de carbono inorgánico de agua de mar. Además, se encontró un aumento en los carbohidratos no estructurales, lo que indica que estas condiciones pueden conducir a mayor crecimiento y mayor resiliencia en el caso de praderas sometidas a estrés ambiental. En cuanto al flujo de COD, se encontró una relación directa y positiva entre la velocidad de corriente y la liberación de COD, ambos bajo las condiciones actuales de pH y en AO (Fig. 2B). Esta mayor liberación de COD supone una importante fuente de recursos y energía para la red trófica. Por ello, se concluye que la AO y la alta velocidad de corriente pueden suponer escenarios favorables para las poblaciones de *Z. noltei*, aumentando su productividad, crecimiento, concentraciones de carbohidratos no estructurales y liberación de COD. Nuestros resultados añaden nuevas perspectivas a las predicciones sobre cómo las praderas de fanerógamas marinas responderán al cambio climático. Algo fundamental para futuras estrategias en la conservación de estas amenazadas comunidades y la gestión integral de los ecosistemas costeros. Este trabajo ha sido recientemente publicado en la revista Plos One (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192402>).

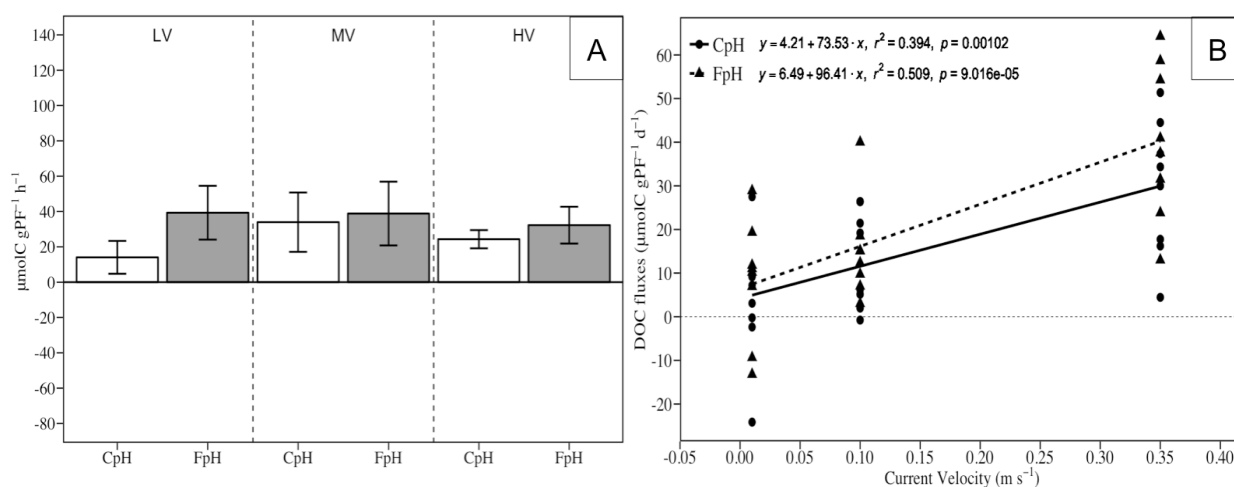


Figura 2. Efecto de la acidificación oceánica y la velocidad de corriente en la producción neta de la comunidad (A) y relación entre la velocidad de corriente y flujo de COD (B). LV = Baja velocidad, MV = Media velocidad, HV = Alta velocidad, CpH = pH actual, FpH = pH acidificado.

Referencias

- [1] Friedlingstein P, et al. *J Clim.* 2006; 19:3337–3353. <https://doi.org/10.1175/JCLI3800.1>
- [2] Orr JC, et al. *Nature.* 2005; 437:681–686. <https://doi.org/10.1038/nature04095>
- [3] Prinn R, et al. Scenarios with MIT integrated global systems model: Significant global warming regardless of different approaches. *Clim Change.* 2011; 104:515–537.
- [4] Waycott M, et al. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2009; 106:12377–12381. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>
- [5] Nellemann C, et al. Blue carbon: A rapid response assessment. *Environment.* 2009.
- [6] Short FT, et al. *Biol Conserv.* 2011; 144:1961–1971. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.010>
- [7] Laffoley D, et al. The management of natural coastal carbon sinks. IUCN, Gland, Switzerland; 2009.
- [8] Hansell DA, et al. *Oceanography.* 2001;14:41–49. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2001.05>
- [9] Barrón C, et al. *Front Mar Sci* 2014; 1:1–11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00042>
- [10] Koch E, et al. Fluid dynamics in seagrass ecology: from molecules to ecosystems. In: Larkum A, et al. (Eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation.* Springer; 2006. pp. 193–225.
- [11] Koch EW. *Estuaries.* 2001; 24:1–17. doi: 10.2307/1352808.

EVIDENCIA DE UNA FUSIÓN ROBERTSONIANA EN SOLEA SENEGALENSIS (KAUP, 1858) MEDIANTE ZOO- FISHY ANÁLISIS DE GENÓMICA COMPARATIVA

García Angulo, Aglaya ^(1A); Merlo Torres, Manuel Alejandro ^(1B); Portela Bens, Silvia ^(1C);
Rodríguez Jiménez, María Esther ^(1D); Cross Pacheco, Ismael ^(1E); García Suárez,
Emilio ^(1F); Al-Rikabi, Ahmed ^(2A); Liehr, Thomas ^(2B); Rebordinos González, Laureana ^(1G)

⁽¹⁾ Área de Genética de la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, 11510 Cádiz, España. A: aglaya.garcia@uca.es; B: alejandro.merlo@uca.es, C: silvia.portela@uca.es; D: mariaesther.rodriguez@uca.es; E: ismael.cross@uca.es; F: emiliomanuelgarcia@uca.es; G: laureana.rebordinos@uca.es

⁽²⁾ Institut für Humangenetik, Universitätsklinikum, 0773 Jena, Alemania. A: ahmed.al-rikabi@med.uni-jena.de; B: thomas.liehr@med.uni-jena.de

Palabras Clave: Solea senegalensis, Pleuronectiformes, Zoo-FISH, fusión Robertsoniana.

El orden de los Pleuronectiformes comprende más de 700 especies distribuidas en 123 géneros y 11 familias. Este grupo engloba especies de gran interés comercial tales como el rodaballo (*Scophthalmus maximus*); el falso halibut del Japón (*Paralichthys olivaceus*), la lengua (*Cynoglossus semilaevis*) y el lenguado común (*Solea solea*). El lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) también se encuentra entre estas especies de interés, dado que es un producto de gran valor alimenticio.

Un atributo característico del orden de los Pleuronectiformes es la variabilidad observada en el número de cromosomas que conforman su cariotipo. Se cree que dicha variabilidad en el complejo cromosómico se debe a eventos de fusión Robertsoniana. Recientemente, este tipo de evento ha sido propuesto como causa de la aparición del cromosoma metacéntrico mayor en *S. senegalensis*. Dicho cromosoma ha sido propuesto en estudios anteriores como un protocromosoma sexual [1].

Por otra parte, es conocido que los peces teleósteos han sufrido tres rondas de duplicación del genoma completo. Esto puede haber llevado a la neofuncionalidad de los genes duplicados y a la formación de diversas reordenaciones cromosómicas. La creación de una librería BAC en *S. senegalensis* ha permitido localizar genes ubicados en los distintos cromosomas mediante técnicas de hibridación in situ, consiguiendo así integrar el mapa citogenético junto al mapa físico obtenido por secuenciación.

Objetivos

Confirmar el origen del cromosoma metacéntrico mayor de *S. senegalensis* a través de un evento de fusión Robertsoniana. Para ello ha sido aplicada la técnica de pintado cromosómico conocida como “whole chromosome painting” en varias especies de la familia Soleidae (*Solea senegalensis*, *Dicologlossa cuneata* y *Dagetichthys lusitanica*) usando como sonda el cromosoma metacéntrico mayor de *S. senegalensis*.

Estudiar las posibles reorganizaciones cromosómicas en el cromosoma metacéntrico mayor. Para ello, se ha realizado una exhaustiva comparación de los genes presentes en cada brazo del cromosoma entre *S. senegalensis* y *C. semilaevis* cuyo genoma está considerado como genoma de referencia en peces planos.

Material y métodos

En el presente trabajo se han realizado preparaciones cromosómicas a partir de larvas de *S. senegalensis* y de ejemplares adultos de *D. cuneata* y *D. lusitanica* a partir de bazo y riñón cefálico.

Los clones BAC de *S. senegalensis* fueron aislados mediante el kit Large Construct Kit y enviados a secuenciar mediante la plataforma de secuenciación Illumina. Todos los genes anotados en el cromosoma metacéntrico mayor se utilizaron para realizar análisis de genómica comparativa. Para este propósito, se utilizó la información genómica de la especie *C. semilaevis* contenida en la base de datos NCBI. Por otra parte, se llevó a cabo el aislamiento del cromosoma metacéntrico de *S. senegalensis* mediante microdissección

Posteriormente, los clones BACs aislados y el cromosoma metacéntrico mayor fueron amplificados mediante técnicas de DOP PCR y marcados por una PCR convencional utilizando 4 fluorocromos diferentes (Texas Red, Spectrum Orange, FITC y DEAC). Estos fueron utilizados posteriormente para realizar Hibridaciones In Situ de Fluorescencia múltiple (mFISH) e Hibridaciones In Situ de Fluorescencia con especies emparentadas (Zoo-FISH) respectivamente. [2]

Resultados

Se localizaron un total de 13 clones BACs en la pareja del cromosoma metacéntrico mayor con 61 genes anotados. La comparación de las localizaciones de cada gen BAC entre *S. senegalensis* y *C. semilaevis* mostró que el 60 % de los genes del brazo 1 están distribuidos principalmente entre el cromosoma 2 y 3 de *C. semilaevis*. En lo que respecta al brazo 2, los genes están principalmente distribuidos entre los cromosomas 19 y 20.

Los resultados de los análisis del cariotipo permitieron la determinación del complemento cromosómico de *D. cuneata* ($2n=50$) y *D. lusitanica* ($2n=42$).

El cromosoma metacéntrico mayor hibridó por completo en la pareja metacéntrica de *S. senegalensis* tanto en ejemplares machos como hembras. Sin embargo, en *D. lusitanica* y *D. cuneata*, dicho cromosoma hibridó en 2 parejas de cromosomas acrocéntricos.

Conclusiones

Este estudio en diferentes especies de la familia Soleidae ha permitido obtener información sobre la ruta evolutiva del orden de los Pleuronectiformes. Los resultados obtenidos han demostrado que el cromosoma metacéntrico mayor de *S. senegalensis* fue originado mediante una fusión Robertsoniana a partir de dos cromosomas acrocéntricos homólogos de dicho cromosoma metacéntrico. Además, se han podido detectar eventos de reordenación cromosómica en dicho cromosoma.

Agradecimientos

Este estudio se ha podido realizar gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación MICINN-FEDER (AGL2014-51860 – C2-1-P) y a una beca predoctoral concedida por la Universidad de Cádiz.

Referencias

- [1] S. Portela-Bens, MA. Merlo, ME Rodríguez, et al. A preliminary genetic map in *Solea senegalensis* (Pleuronectiformes, Soleidae) using BAC-FISH and next-generation sequencing. *Cytogenet Genome Res.* 141 (2013) 227-240.
- [2] F. Yang, V. Trifonov, Ng BL, et al. Generation of Paint Probes from Flow-Sorted and Microdissected Chromosomes. in. *Fluorescence in situ hybridization-application guide*, T.Liehr Editor. New York: Springer, 2009, p.63-79.

ESTUDIO DE LA POBLACIÓN MICROBIANA DE LAS SALINAS DEL ODIEL MEDIANTE MÉTODOS INDEPENDIENTES DE CULTIVO

Gómez-Villegas P. ⁽¹⁾; Vigara J ⁽²⁾., León R. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidad de Huelva, patricia.gomez@dqcm.uhu.es

⁽²⁾ Universidad de Huelva, vigara@uhu.es

⁽³⁾ Universidad de Huelva, rleon@uhu.es

Palabras Clave: Halófilos, salinas, metagenómica, ecología microbiana, arqueas.

Las balsas de evaporación ubicadas en las salinas del Odiel en Huelva componen un medio hipersalino donde solo los microorganismos especialmente adaptados pueden sobrevivir, son los denominados halófilos extremos. Estos microorganismos pueden ser una fuente de recursos inexplorados con importantes aplicaciones farmacológicas, cosméticas e industriales. El interés de los halófilos reside en sus carotenoides [1], sus enzimas haloestables [2], sus halocinas antimicrobianas [3] y sus agentes antitumorales [4]. El estudio de la población microbiana que habita en estos ecosistemas es esencial para entender las relaciones que se establecen entre estos microorganismos y averiguar las estrategias que emplean para resistir la adversas condiciones del medio, como son la salinidad próxima a la saturación, la elevada radiación UV y las altas temperaturas. La diversidad microbiana presente en estos hábitats ha estado muy subestimada debido a la dificultad que presentan los halófilos extremos para ser cultivados a nivel de laboratorio.

En este trabajo se presentan dos aproximaciones independientes de cultivo para el estudio de la población microbiana que vive en las aguas de las salinas del Odiel con un 33% de salinidad. Para ello, se ha realizado una exhaustiva identificación de los microorganismos mediante el empleo de técnicas moleculares, como son la construcción de genotecas con los productos de PCR del gen codificante para el ARN ribosómico 16S y la secuenciación masiva de las regiones hipervariables de este mismo gen, seguido de la comparación de las secuencias obtenidas con las presentes en las bases de datos para la asignación de la identidad taxonómica de los individuos.

Los resultados muestran que los dos métodos empleados son perfectamente equiparables en cuanto a la estimación de los géneros más abundantes en la muestra, si bien la secuenciación masiva aporta más información acerca de los géneros minoritarios. En ambos casos se obtuvo que la única especie bacteriana capaz de soportar las condiciones de extrema salinidad es *Salinibacter ruber*. El resto de microorganismos hallados son arqueas halófilas, siendo los géneros más abundantes *Halorubrum* y *Haloquadratum*, seguidos por *Halobellus* y *Halonotius* en ambos casos. Los géneros minoritarios encontrados mediante la aproximación de la genoteca fueron *Halorientalis* y *Haloarcula*, mientras que por medio de la secuenciación masiva además se consiguieron identificar otros géneros como *Haloplanus*, *Halohasta*, *Natromonas*, *Halomicroarcula*, *Halomicrobium* y *Halosimplex*.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por fondos europeos (INTERREGVA POCTEP-055ALGARED_PLUS_5E) y autonómicos (Subvenciones Cooperación Euro-región Alentejo-Algarve-Andalucía)

Referencias

[1] De la Vega M., Sayago A., Ariza J., Barneto A. G., León R. (2016). *Biotechnol.prog.*

[2] Kumar S., Grewal J., Sadaf A., Hemamalini R., Khare S. K. (2016). *AIMS Microbiol.* 2, 1-26.

[3] Atanasova N. S., Pietilä M. K., Oksanen H. M. (2013). *Microbiology Open*. 2, 811-825.

[4] Chen L., Wang G., Bu T., Zhang Y., Wang Y., Liu M., Lin X. (2010). *World J. Microb. Biotechnol.* 26, 879-888.

ILLUSTRATED KEY FOR THE IDENTIFICATION OF PORCELAIN MEGALOPAE FROM CHILEAN WATERS

Gonzalez-Canales, Maria Eugenia ⁽¹⁾; Cuesta, Jose Antonio ⁽²⁾;
González-Gordillo, Juan Ignacio ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Universitario de Investigación Marina (IN·MAR), Universidad de Cádiz,
Campus de Excelencia Internacional del Mar (CeI·Mar), Puerto Real, Spain.
maria.gonzalezcanales@uca.es; nacho.gonzalez@uca.es

⁽²⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN), CSIC, Campus de Excelencia
Internacional del Mar (CeI·Mar), Puerto Real, Spain. jose.cuesta@icman.csic.es

Key words: Megalopa, Liopetrolisthes mitra, Megalobrachium peruvianum, Petrolisthes tuberculatus, Petrolisthes tuberculatus, Porcellanidae, identification key, Chile.

The family Porcellanidae Haworth, 1825, is represented by 15 species ascribed to 5 genera in continental coastal waters from Chile [1-8]. Four megalopal stages corresponding to the species *Liopetrolisthes mitra* (Dana, 1852), *Megalobrachium peruvianum* (Haig, 1960), *Petrolisthes tuberculatus* (Guérin, 1835) and *Petrolisthes tuberculatus* (H. Milne Edwards, 1837) have been described and illustrated in detail for the first time.

The specimens have been obtained through sampling with plankton nets along the Valparaíso coast, and have been identified with the 16S mitochondrial DNA-barcodes. The use of molecular techniques has allowed hypothesize about the possible characters with taxonomic value within this larval stage.

In order to identify and value those possible taxonomic characters, a comparison between these four species and the available descriptions of megalopal stages from Chilean waters has been done. The descriptions are only known for four species [9] in this geographical region before this study: *Allopetrolisthes angulosus* [10], *Petrolisthes granulatus* [11], *Petrolisthes laevigatus* [12] and *Petrolisthes violaceus* [13], which means that only the 27% of all Chilean porcelain larvae have been described.

The high morphological diversity obtained after comparing the observed morphology and the available descriptions of porcelain crabs from Chile, makes it difficult to establish synapomorphies for megalopae belonging to different taxa [14, 15, 16], and remarks the important knowledge gap in larval taxonomy within Porcellanidae family.

Finally, an identification key based on external morphological features is proposed, in order to identify plankton-collected samples from continental Chilean waters. This key was developed including data from the megalopae of 54% (8 out of 15) of the crab species present in the area, excluding two species, *P. coccineus* (Owen, 1839) and *P. extremus* Kropp & Haig, 1994, that can be found only in Pascua island. The identification is based on external characters and allows identification without dissecting the specimens collected from plankton.

Acknowledgements

This research was funded by the Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Estado Español through the Salvador de Madariaga (PRX12/00495) Human Resources Mobility National Program (2008e2011). We thank to Estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM) of Pontificia Universidad of Chile, and particularly to Drs. Miriam Fernández and Maria Dulce Subida who provided the working conditions and assistance during the larval rearing and sampling.

References

- [1] Haig, J. (1968) A report on Anomuran and Brachyuran crabs collected in Peru during cruise 12 of R/V Anton Bruun. *Crustaceana*, 15(1), 1–30. <http://dx.doi.org/102790255>

- [2] Haig, J. (1989) Hong Kong's porcellanid crabs. The marine flora and fauna of Hong Kong and southern China III, 303–327.
- [3] Viviani, C.A. (1969) Los Porcellanidae (Crustacea Anomura) chilenos. Beitrage zur Neotropischen Fauna, 6, 40–56. <http://dx.doi.org/10.1080/01650526909360413>.
- [4] Retamal, M.A. (1994) Los Decápodos de Chile. Universidad de Concepción, pp. 120–133.
- [5] Osawa, M. (1995) Larval development of four Petrolisthes species (Decapoda: Anomura: Porcellanidae) under laboratory conditions, with comments on the larvae of the genus. Crustacean Research, 24, 157–187.
- [6] Wehrtmann, I.S. & Báez, P. (1997) Larvas y estadios tempranos de desarrollo de crustáceos decápodos de Chile: descripciones publicadas. Investigaciones marinas, 25, 263–276. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71781997002500019>
- [7] Hiller, A., Lázarus, J.F. & Werding, B. (2004) New records and range extensions for porcellanid crabs in the eastern Pacific (Crustacea: Anomura: Porcellanidae). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans, 3, 1–12.
- [8] Retamal, M.A. & Moyano, H.I. (2010) Zoogeografía de los crustáceos decápodos chilenos marinos y dulceacuícolas Zoogeography of Chilean marine and freshwater decapod crustaceans. Review Literature and Arts of the Americas, 38(3), 302–328 <http://dx.doi.org/10.3856/vol38-issue3-fulltext-1>
- [9] Vela, M.J. & González-Gordillo, J.I. (2016) Larval descriptions of the family Porcellanidae: A worldwide annotated compilation of the literature (Crustacea, Decapoda). ZooKeys, 564, 47–70. <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.564.7018>
- [10] Saelzer, H.E., Quintana, R. & Quiñones, R. (1986) Larval development of *Petrolisthes granulosus* (Guérin, 1835) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) under laboratory conditions. Journal of Crustacean Biology, 6(4), 804–819.
- [11] Albornoz, L. & Wehrtmann, I.S. (1996) Aspects of the reproductive biology of *Petrolisthes laevigatus* (Guérin, 1835) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). Part II: Description of the larval development, including the first crab stage, cultivated under laboratory conditions. Archive of Fishery and Marine Research, 43(2), 137–157.
- [12] Wehrtmann, I.S., Albornoz, L., Veliz, D. & Pardo, L.M. (1996) Early developmental stages, including the first crab, of *Allopetrolisthes angulosus* (Decapoda: Anomura: Porcellanidae) from Chile, reared in the laboratory. Journal of Crustacean Biology, 16(4), 730–747.
- [13] Wehrtmann, I.S. & Báez, P. (1997) Larvas y estadios tempranos de desarrollo de crustáceos decápodos de Chile: descripciones publicadas. Investigaciones marinas, 25, 263–276. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71781997002500019>

¿QUÉ COMPORTAMIENTO PRESENTA EL GOLFO DE CÁDIZ FRENTE AL CO₂?

Jiménez-López, Dolores⁽¹⁾; Sierra, Ana⁽¹⁾; Amaral, Valentina^(1,2); Ortega, Teodora⁽¹⁾; Forja, Jesús⁽¹⁾

⁽¹⁾Dpto. Química-Física, INMAR, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Andalucía, España.
E-mail: dolores.jimenez@uca.es

⁽²⁾Ecología Funcional de Sistemas Acuáticos, Centro Universitario Regional Este, Universidad de la Republica, Rocha, Uruguay.

Palabras Clave: CO₂, variación estacional, intercambio con la atmósfera, Golfo de Cádiz

Los océanos son los responsables de regular el clima de nuestro planeta, mediante un intercambio continuo de calor y gases de efecto invernadero con la atmósfera [1]. En su conjunto, actúan como el principal sumidero de dióxido de carbono (CO₂), con un flujo global estimado que varía entre -1.4 y -2.2 Pg C año⁻¹ [2,3]. Aunque las plataformas continentales constituyen sólo un 7 % de la superficie de los océanos, tienen una capacidad de captación de CO₂ de -0.19 Pg C año⁻¹ [4], lo que supone aproximadamente el 30% de la capacidad global del océano para capturar este gas atmosférico. La distribución de pCO₂ (presión parcial del CO₂) en las aguas superficiales de las zonas de plataforma presentan una alta variabilidad espacio-temporal relacionada con la influencia de efectos termodinámicos, actividad biológica, intercambio con la atmósfera, procesos de afloramientos y aportes continentales [5]. Todos estos procesos tienen lugar en el Golfo de Cádiz, de forma que constituye una zona de especial interés para caracterizar las variaciones espacio-temporales de pCO₂.

El objetivo principal de este trabajo ha sido determinar la variación estacional y espacial de pCO₂ en las aguas superficiales en la zona oriental de la plataforma del Golfo de Cádiz (Fig. 1), así como evaluar la contribución debida a los diferentes procesos que tienen lugar en esta zona sobre la concentración del CO₂ y determinar si el área actúa como fuente o sumidero de este gas a la atmósfera. Para ello, han sido realizadas 8 campañas oceanográficas distribuidas de forma estacional entre 2014 y 2016 a bordo de los B/O Ángeles Alvariño y Ramón Margalef. La presión parcial de CO₂ en las aguas superficiales se ha registrado *on line* mediante un sistema conectado a la toma de agua del continuo del barco y que está provisto de un equilibrador mixto (tipo burbuja y flujo laminar) y un IRGA (LI-Cor 6262). Se ha integrado en la base de datos la información del termosalinógrafo y la estación meteorológica del barco. Adicionalmente se han tomado muestras discretas de las aguas superficiales (5 m) para la cuantificación de oxígeno, pH, clorofila y nutrientes a lo largo de 3 transectos perpendiculares a costa en las zonas de la desembocadura del río Guadalquivir, caño de Sancti Petri y cabo de Trafalgar (Fig. 1).

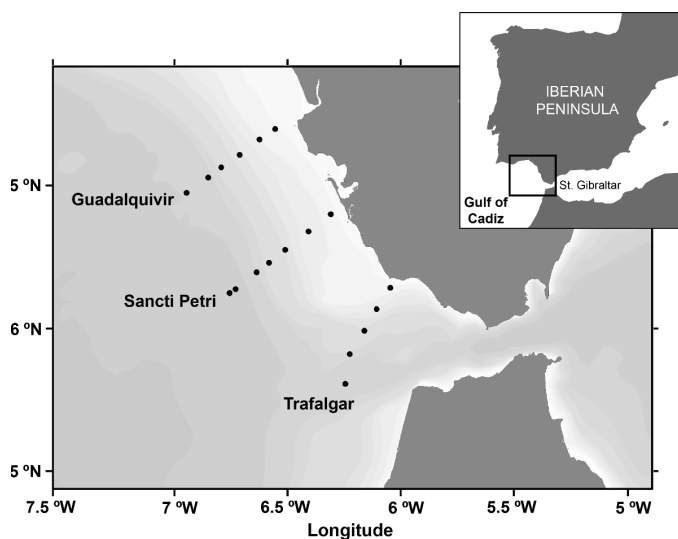


Fig. 1. Mapa del área de estudio en el Golfo de Cádiz, mostrando la localización de las estaciones muestreadas en los transectos perpendiculares a costa: Guadalquivir, Sancti Petri y Trafalgar.

Los valores medios más elevados de $p\text{CO}_2$ se registraron durante las campañas de verano y otoño, ($411,7 \pm 13,3 \mu\text{atm}$ y $411,3 \pm 10,7 \mu\text{atm}$, respectivamente) y los mínimos en primavera ($383,9 \pm 22,1 \mu\text{atm}$). La misma distribución fue observada para los valores de temperatura, con máximos en verano ($21,2 \pm 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$) y otoño ($21,0 \pm 0,8 \text{ }^\circ\text{C}$) y mínimos en primavera ($15,5 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$), como se observa en la tabla 1. Estas tendencias revelan una correlación positiva ($r^2 = 0,71$) entre los valores medios de $p\text{CO}_2$ y la temperatura, con una pendiente de $4.8 \mu\text{atm } ^\circ\text{C}^{-1}$. A su vez, se ha observado que las distribuciones de $p\text{CO}_2$ no son homogéneas, y existe un aumento de $p\text{CO}_2$ en las zonas más costeras. Este hecho se puede deber a las descargas de materia orgánica y aguas continentales con elevados valores de $p\text{CO}_2$ que se producen en el Golfo de Cádiz a través de varios ríos, como son, Guadiana, Tinto y Odiel y Guadalquivir, así como por eventos de afloramientos que introducen aguas más frías, con mayor carga de nutrientes y concentraciones más altas de CO_2 . En la Fig. 2, se representa la variación superficial de $p\text{CO}_2$ y temperatura a diferentes rangos de profundidad, siendo más altos los valores de $p\text{CO}_2$ y mínimos los de temperatura cerca de costa. A medida que aumenta la distancia a la costa, estas dos variables tienden a aumentar, posiblemente relacionado con la existencia de una rama cálida de la corriente de las Azores que se introduce en el Golfo de Cádiz, haciendo aumentar la temperatura y por consiguiente los valores de $p\text{CO}_2$.

Tabla 1. Valores medios y desviación estándar de temperatura, presión parcial de CO_2 ($p\text{CO}_2$) y flujos de CO_2 durante las 8 campañas oceanográficas estacionales.

| Campañas | Estación | Temperatura ($^\circ\text{C}$) | $p\text{CO}_2$ (μatm) | Flujo CO_2 ($\text{mmol m}^{-2} \text{d}^{-1}$) |
|------------|-----------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| STOCA 1, 5 | Primavera | $15,5 \pm 0,5$ | $383,9 \pm 22,1$ | $1,1 \pm 2,1$ |
| STOCA 2, 6 | Verano | $21,2 \pm 1,3$ | $411,7 \pm 13,3$ | $0,9 \pm 1,5$ |
| STOCA 3, 7 | Otoño | $21,0 \pm 0,8$ | $411,3 \pm 10,7$ | $1,3 \pm 1,0$ |
| STOCA 4, 8 | Invierno | $17,6 \pm 0,9$ | $390,3 \pm 15,2$ | $1,4 \pm 1,7$ |

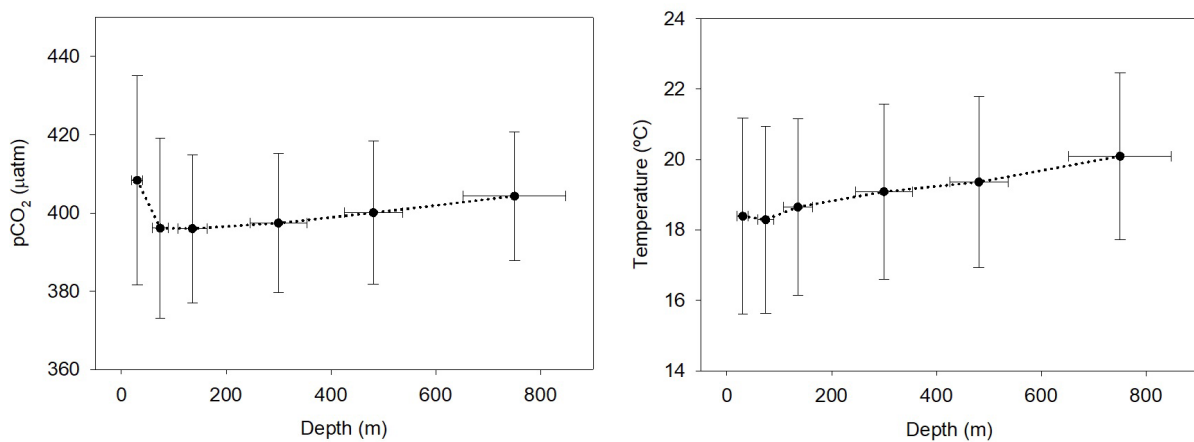


Fig. 2. Variación de $p\text{CO}_2$ y de temperatura a diferentes intervalos de profundidad durante todo el estudio.

Takahashi et al. [6] proponen un algoritmo para evaluar la importancia relativa de los procesos térmicos y biológicos sobre los valores de $p\text{CO}_2$ (índice T/B). Para el conjunto de valores medios se obtiene un T/B de 1,15, indicando que son fundamentalmente los procesos térmicos los responsables de la variación de $p\text{CO}_2$ en el Golfo de Cádiz.

Por último, se ha observado una clara variabilidad estacional de los flujos de CO_2 con la atmósfera, con valores negativos durante invierno y primavera y positivos en verano y otoño (Tabla 1). El flujo medio para el periodo de tiempo estudiado es $-0,13 \text{ mmol m}^{-2} \text{d}^{-1}$, por tanto, el Golfo de Cádiz en su conjunto actúa como un sumidero de CO_2 .

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CTM2014-59244-C3. Los autores agradecen al Instituto Español de Oceanografía la oportunidad brindada para participar en las campañas correspondientes al proyecto STOCA.

Referencias

- [1] Sarmiento, J. L. y Gruber, N. (2006). *Ocean Biogeochemical Dynamics*. Princeton University Press, 528 pp.
- [2] Gruber, N., Gloor, M., Mikaloff Fletcher, S. E., Doney, S. C., Dutkiewicz, S., Follows, M. J., ... y Menemenlis, D. (2009). Oceanic sources, sinks, and transport of atmospheric CO₂. *Global Biogeochemical Cycles*, 23(1).
- [3] Takahashi, T., Sutherland, S. C., Wanninkhof, R., Sweeney, C., Feely, R. A., Chipman, D. W., ... y Watson, A. (2009). Climatological mean and decadal change in surface ocean pCO₂, and net sea-air CO₂ flux over the global oceans. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 56(8-10), 554-577.
- [4] Laruelle, G. G., Lauerwald, R., Pfeil, B., y Regnier, P. (2014). Regionalized global budget of the CO₂ exchange at the air-water interface in continental shelf seas. *Global biogeochemical cycles*, 28(11), 1199-1214.
- [5] Ito, R. G., Garcia, C. A. E., y Tavano, V. M. (2016). Net sea-air CO₂ fluxes and modelled pCO₂ in the southwestern subtropical Atlantic continental shelf during spring 2010 and summer 2011. *Continental Shelf Research*, 119, 68-84.
- [6] Takahashi, T., Sutherland, S. C., Sweeney, C., Poisson, A., Metzl, N., Tilbrook, B., ... y Olafsson, J. (2002). Global sea-air CO₂ flux based on climatological surface ocean pCO₂, and seasonal biological and temperature effects. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 49(9-10), 1601-1622.

INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FOLIARES, LA HIDRODINÁMICA Y EL CAMBIO GLOBAL EN LAS INTERACCIONES ENTRE ANGIOSPERMAS MARINAS Y SUS CONSUMIDORES

Jiménez-Ramos, Rocío; Vergara, Juan José; Brun, Fernando Guillermo
Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales.
Universidad de Cádiz.

Palabras Clave: Herbivoría, cambio global, hidrodinámica, angiospermas marinas.

Las interacciones entre planta-consumidor juegan un papel fundamental en los procesos ecológicos ya que regulan la estructura y el funcionamiento de las comunidades [1]. Entre las diferentes relaciones bióticas, la herbivoría es un proceso clave porque da lugar a la transferencia de materia y energía de los productores primarios a niveles tróficos superiores, afectando la estructura física de la comunidad, la productividad y al propio ecosistema [2]. A diferencia de los primeros estudios, en la actualidad se sugiere que el consumo sobre angiospermas marinas podría tener importantes impactos en sus comunidades y los consumidores pueden ser cruciales para entender las redes tróficas dentro de los ecosistemas dominados por estas plantas marinas [3]. Los estudios basados en estas relaciones indican que la susceptibilidad de las especies de angiospermas marinas a ser consumidas puede tener un componente temporal y espacial e incluso dentro de una comunidad, puede existir un consumo preferencial de algunas especies frente a otras, dependiendo de la palatabilidad de sus tejidos [4-5]. Por lo tanto, la evaluación de la fuerza de las interacciones entre planta-consumidor y los mecanismos que lo regulan es crucial para una mejor comprensión de las comunidades y la dinámica de los ecosistemas formados por angiospermas marinas. Además, está ampliamente demostrado que estas plantas marinas sufren un declive mundial [6] y, como consecuencia, existe una necesidad urgente de incluir en los estudios aquellos factores relacionados con el cambio global (eutrofización, acidificación y calentamiento) para ahondar en la comprensión de la interacción entre fanerógamas marinas y sus consumidores. Parte de la investigación predoctoral que realicé tiene como objetivo analizar cómo las condiciones hidrodinámicas así como a los factores de cambio global da lugar a cambios en las propiedades foliares, modificando su palatabilidad y que a su vez, influye en la selección de las hojas por parte de los consumidores. Para ello se realizaron una serie de experimentos de preferencias alimenticias por consumidores generalistas de angiospermas marinas tanto in situ como en mesocosmos. Los principales factores relacionados con el cambio global (eutrofización, acidificación y calentamiento) influyeron positivamente en la palatabilidad de las hojas de angiospermas marinas a través de la variabilidad en sus propiedades foliares así como por la presencia de algas epífitas (Figura 1). Por otro lado, factores como la hidrodinámica afectaron negativamente a la capacidad de alimentación de los meso-consumidores en praderas de angiospermas marinas debido al estrés físico (Figura 2).

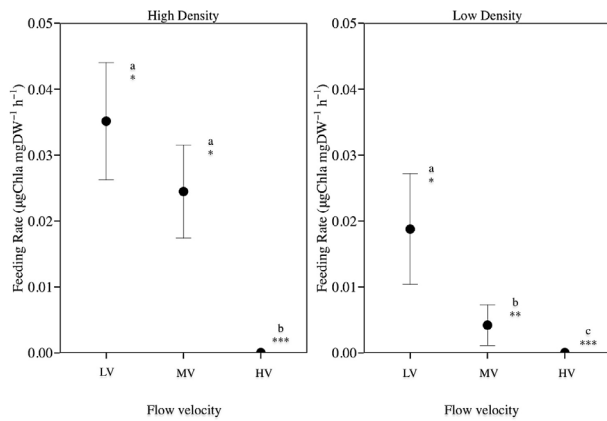


Figura 1. Tasa de consumo de angiospermas marinas aclimatadas a alta concentración de nutrientes y sin/con presencia de algas epífitas por parte del erizo de mar *Paracentrotus lividus* [11]

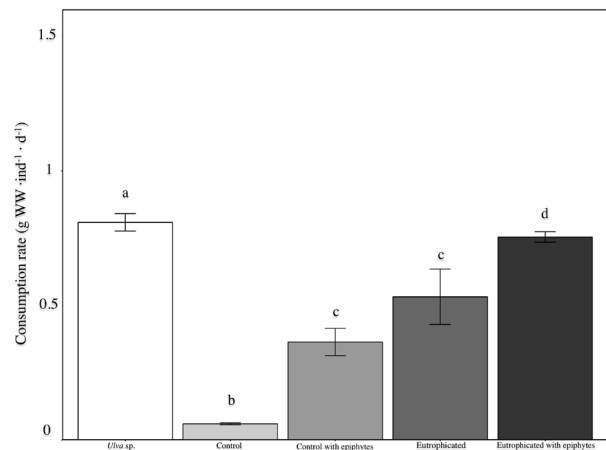


Figura 2. Tasa de consumo de epífitas a 3 velocidades de flujo unidireccional y bajo dos densidades de dosel de una pradera artificial por parte del mesoconsumidor *Gammarus locusta* [7]

En resumen, los resultados obtenidos a lo largo de mi investigación muestran cómo la hidrodinámica modula el comportamiento alimentario de los consumidores [7-8] y cómo los efectos indirectos de la eutrofización y el cambio global aumentan el consumo de estas plantas marinas por los herbívoros [9-11]. Finalmente, los resultados refuerzan la importancia de considerar a los procesos bióticos en los planes de conservación y manejo de los ecosistemas formados por angiospermas marinas, con el fin de mejorar su resiliencia e identificar nuevas soluciones para apoyar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que proporcionan estas plantas marinas a nuestro planeta.

Agradecimientos

Agradecer al Plan Nacional de I+D+i “Retroalimentación y trade-offs en praderas de fanerógamas marinas: el coste de vivir en ecosistemas acuáticos” (SeaLive, Ministerio de Ciencia e Innovación, CTM2011-24482) y al proyecto de Excelencia “Producción y destino de carbono en las praderas marinas de la Bahía de Cádiz” (PRODESCA, P12-RNM-3020) por los fondos económicos para llevar a cabo la investigación. Agradecer al Dr. Tjeerd Bouma y al Royal Netherlands Institute for Sea Research por las instalaciones y servicios de experimentación.

Referencias

- [1] Bardgett, R. D., and D. A. Wardle. Aboveground-belowground linkages: Biotic interactions, ecosystem processes, and global change, Oxford University Press, 2010.
- [2] McNaughton, S. J. Grazing lawns: Animals in herds, plant form and coevolution. *The American Naturalist* 124 (1984) 863–886.
- [3] Valentine, J. F., and J. E. Duffy. The central role of grazing in seagrass ecology. pp. 463-501. In A. W. D. Larkum, R. Orth, and C. Duarte (Eds.), *Seagrasses: Biology, ecology and conservation*. Springer, The Netherlands, 2006.
- [4] Eklöf, J. S., M. Gullström, M. Björk, M. E. Asplund, L. Hammard, A. Dahlgren, and M. C. Öhman. The importance of grazing intensity and frequency for physiological responses of the tropical seagrass *Thalassia hemprichii*. *Aquat. Bot.* 89 (2008), 337–340.
- [5] Tomas, F., B. Martínez-Crego, G. Hernán, and R. Santos. Responses of seagrass to anthropogenic and natural disturbances do not equally translate to its consumers. *Global Change Biology* 21 (2015), 4021–4030.

- [6] Waycott, M., C. M. Duarte, T. J. B. Carruthers, and others. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proc. Nat. Ac. Sci., USA* 106 (2009), 12377–12381.
- [7] Jiménez-Ramos, R., L.G. Egea, J.J. Vergara F. G. Brun. Hydrodynamics and habitat complexity as a top-down regulator in seagrass communities. *Oikos*, doi: 10.1111/oik.05452
- [8] Jiménez-Ramos, R., L.G. Egea, J.J. Vergara F. G. Brun. Hydrodynamics as a decisive factor constraining *Cymodocea nodosa* defoliation by consumers. In prep.
- [9] Jiménez-Ramos, R., L. G. Egea, I. Hernández, J. J. Vergara, F. G. Brun. . Global and local disturbances interact to modify seagrass palatability. *PlosOne* 12(2017), e0183256.
- [10] Jiménez-Ramos, R., , F. G. Brun, L. G. Egea, J. J. Vergara. Food choice effects on herbivory: Intra-specific seagrass palatability and inter-specific macrophyte palatability in seagrass communities. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 204 (2018) 31-39.
- [11] Jiménez-Ramos, R., L. G. Egea, J. J. Vergara, , F. G. Brun. Nutrient load and epiphytes are drivers of increased herbivory in seagrass communities. *Marine Ecology Progress Series* (2018), doi.org/10.3354/meps12622

NUEVAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DEL MEDIO MARINO: HACIA UNA METODOLOGÍA ESTANDARIZADA PARA MONITORIZAR Y EVALUAR LA DIVERSIDAD DE MACROFAUNA ASOCIADA

López de la Rosa, Víctor ⁽¹⁾; Revanales, A. Triana ⁽²⁾; Cervera, J. Lucas ⁽³⁾;
Ros, Macarena ⁽⁴⁾

- ⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz). victor.lopezdero@uca.es
- ⁽²⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz). andreatriana.revanalesdelpin@alum.uca.es
- ⁽³⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz). lucas.cervera@uca.es
- ⁽⁴⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real (Cádiz). macarena.ros@uca.es

Palabras Clave: Biodiversidad, Conservación, Monitorización, Fouling, Macrofauna asociada, Invertebrados.

El conocimiento de la biodiversidad es clave para entender el estado de conservación de los ecosistemas. El cambio global, a través de la destrucción del hábitat o la introducción de especies exóticas, supone una gran amenaza para la conservación de la biodiversidad. Así pues, las estrategias de gestión del medio marino, como la Directiva Marco Europea del Agua, se basan en la biodiversidad, entre otros indicadores, para evaluar la calidad del medio marino. Sin embargo, este conocimiento se encuentra claramente sesgado hacia especies llamativas o de gran tamaño. Un claro ejemplo lo constituye la macrofauna asociada, en su mayoría invertebrados epibentónicos de pocos milímetros que ejercen un papel clave en la trofodinámica de los ecosistemas marinos [1]. Además de su pequeño tamaño y su escaso conocimiento taxonómico, otro reto añadido consiste en la ausencia de una metodología de recolección estandarizada que permita comparativas espacio-temporales a gran escala. Concretamente, la metodología tradicional se basa en la recolección de los sustratos biogénicos (basibiontes) a los que se encuentran asociados estos organismos epibiontes. Este método dificulta tanto la comparación de datos (al ser dependientes del tipo de basibionte) como la fijación posterior para futuros análisis moleculares (debido a su recolección conjunta con el basibionte). Por todo ello, el objetivo de este estudio consiste en el desarrollo e implementación de una metodología estandarizada fácilmente aplicable y de bajo coste que permita comparar la diversidad de macrofauna asociada en diferentes momentos, regiones o hábitats. Para llevar a cabo este objetivo se desarrollaron dos tipos de trampas de recolección pasivas basadas en mallas de plástico plegadas tridimensionalmente y disponibles en el mercado. Estas trampas (de ahora en adelante trampas tipo A y trampas tipo B) se diferenciaron en el volumen, compactación y luz de malla, siendo las de tipo A de mayor volumen, menor compactación y mayor luz de malla. Para testar la idoneidad de las trampas se seleccionaron tres puertos deportivos de la Bahía de Cádiz. Este tipo de hábitat se seleccionó por su accesibilidad y por constituir reservorios de macrofauna asociada a las comunidades del fouling adheridas a sus estructuras sumergidas (especialmente a los pantalanes flotantes [2]). Ambos tipos de trampas se colocaron a un metro de profundidad a través de una cuerda unida por un extremo al pantalán flotante y por el otro a un lastre. El muestreo se llevó a cabo en la primavera de 2017, colocándose un total de 36 trampas de cada tipo, que se dejaron sumergidas a lo largo de un mes. Inmediatamente después de retirar las trampas, se llevó a cabo un cuidadoso protocolo de extracción *in situ* de la macrofauna asociada a las trampas con el objetivo de facilitar la replicabilidad del método y facilitar su fijación y análisis morfológico y/o molecular posterior. Simultáneamente a la retirada de las trampas y con el objetivo de comparar con la metodología de muestreo tradicional, en cada puerto se recolectaron 9 réplicas de sustratos biogénicos adheridos a los pantalanes hasta completar un volumen de 200 ml (réplicas control), que fueron fijados *in situ* con alcohol absoluto. Una vez en el laboratorio, todos los organismos recolectados fueron separados y

contados a nivel de grandes grupos con la ayuda de una lupa binocular. Los resultados preliminares revelaron que los dos tipos de trampas utilizadas fueron capaces de recolectar todos los grupos faunísticos encontrados en las réplicas control, coincidiendo además en el grupo dominante, que en todos los casos correspondió a los crustáceos anfípodos. Esto refleja la capacidad de las trampas (sustrato artificial) de representar la macrofauna asociada a los basibiontes (sustrato natural), confirmando además la importancia de este grupo de crustáceos en los estudios de biomonitorización ambiental. Sin embargo, la abundancia total fue siempre mayor en las trampas en comparación con las réplicas control. Concretamente, las mayores abundancias se encontraron en las trampas tipo A, seguidas de las trampas tipo B y por último las réplicas control. Todo ello sugiere que esta nueva metodología desarrollada resulta un procedimiento exitoso, fácilmente aplicable y de bajo coste que permite monitorizar la macrofauna asociada de forma estandarizada. Así mismo, este estudio aporta una herramienta pionera para implementar las estrategias de gestión del medio marino y poner de relieve la importancia de la macrofauna asociada en la conservación y evaluación de la biodiversidad en el contexto del cambio global.

Agradecimientos

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Andrea Spinelli, Rafael Espinar, David Quevedo, José M. Guerra García y Sandra Calero Cano por su ayuda en los trabajos de campo y laboratorio.

Referencias

- [1] G.J. Edgar, M. Aoki, *Oecologia*. 95 (1993) 122-133.
- [2] S.D. Conell. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 247 (2000) 183-194.

METODOLOGÍA PARA LA CORRECCIÓN DE SALTOS EN LOS REGISTROS DE NIVEL DEL MAR: UNA APLICACIÓN A LAS ISLAS DECEPCIÓN Y LIVINGSTON (ANTÁRTIDA)

Luengo-S, Olga ⁽¹⁾; Bruno, Miguel ⁽¹⁾; Berrocoso, Manuel ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Física Aplicada, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Universidad de Cádiz, olga.luengo@uca.es, miguel.bruno@uca.es.

⁽²⁾ Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía, Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Universidad de Cádiz, manuel.berrocoso@uca.es

Palabras Clave: nivel del mar, análisis armónico, Antártida.

En el presente trabajo se presenta un método para corregir los saltos, cuyo origen no es aun completamente conocido, de algunas de las series temporales de marea de las islas Decepción y Livingston (Antártida) (*Figura 1*). Esta corrección es necesaria para obtener registros temporales continuos y de larga duración que permitan el adecuado análisis de las variaciones del nivel del mar en esta zona.

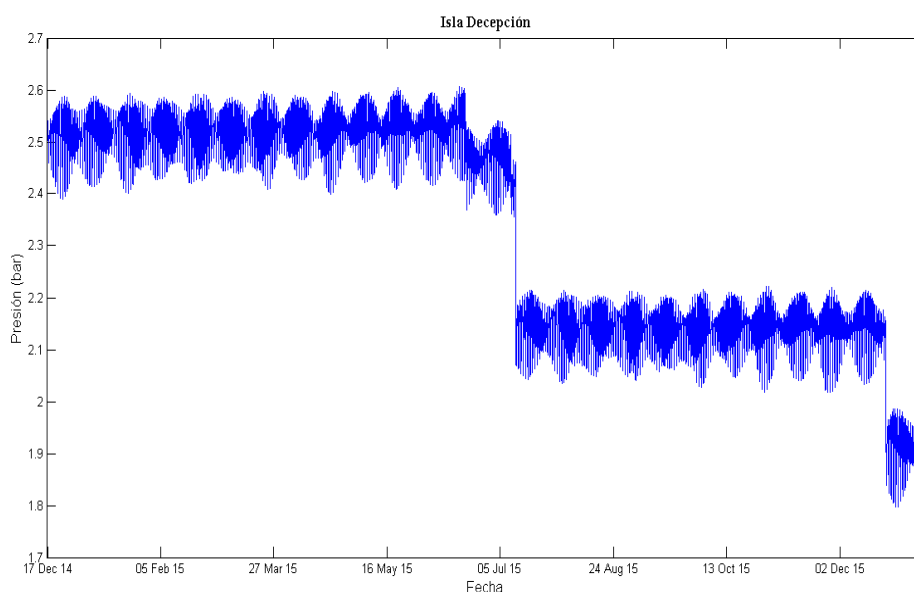


Figura 1. Datos brutos de presión total (columna de agua y presión atmosférica) en isla Decepción.

El procedimiento conlleva una serie de pasos, el primero de ellos fue realizar un análisis armónico [1] del periodo anterior al salto, con una longitud de entre 6 y 8 meses dependiendo de la campaña. Una vez obtenidas las constituyentes armónicas se realizaron predicciones de marea con Tides [2] para un periodo que comprendiese los saltos. Se realizaron dos predicciones con distintos niveles medios: la primera con el nivel medio de los análisis armónicos y la segunda con el nivel medio de los días anteriores al salto (*Figura 2*).

Una vez se obtuvieron todas las predicciones cada 20 minutos, se representaron todas junto con el registro, para así poder elegir la que se ajustaba mejor al registro antes del salto.

Tras elegir la predicción más adecuada se subieron los datos de después del salto hasta el punto en el que se encuentra la predicción en ese instante, pero dejamos sin tocar el salto. Así obtenemos el gráfico corregido a excepción del salto que se observa como un punto inferior anómalo.

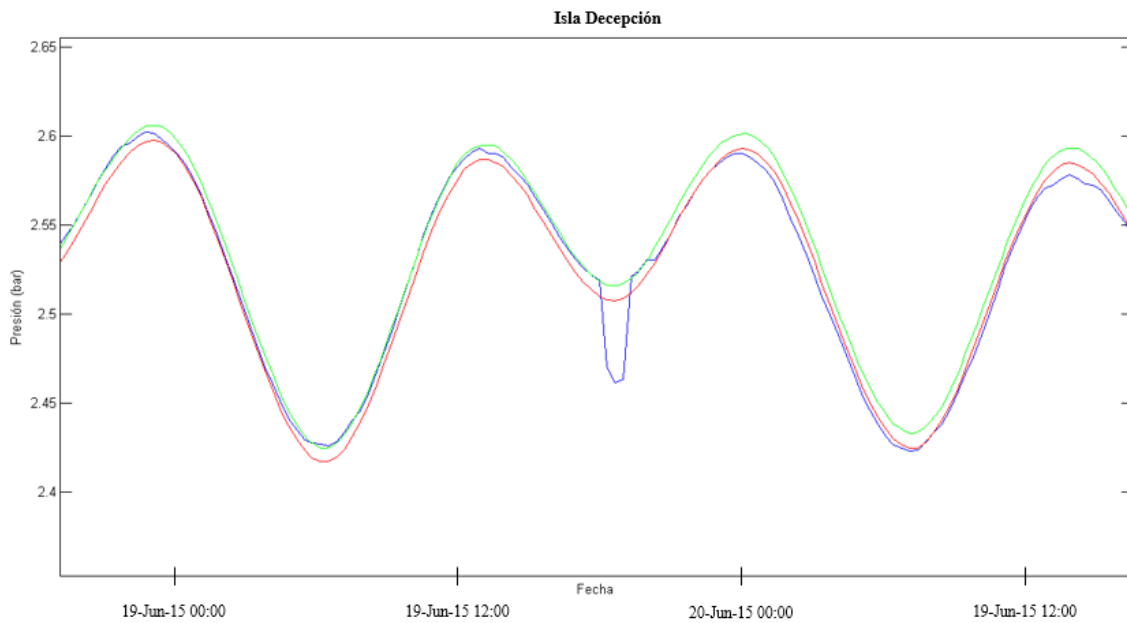


Figura 2. Comparación entre el nivel del mar registrado (azul) y las predicciones de nivel del mar usando diferentes niveles medios: nivel medio del análisis armónico (rojo) y nivel medio de los días anteriores al salto (verde). El nivel del mar registrado después del salto se ha hecho coincidir con la predicción mostrada por la curva verde, que fue la que mostró mejor ajuste.

Por último, se sustituyeron los valores del salto por los correspondientes a la predicción en ese instante, obteniendo los registros corregidos (Figura 3).

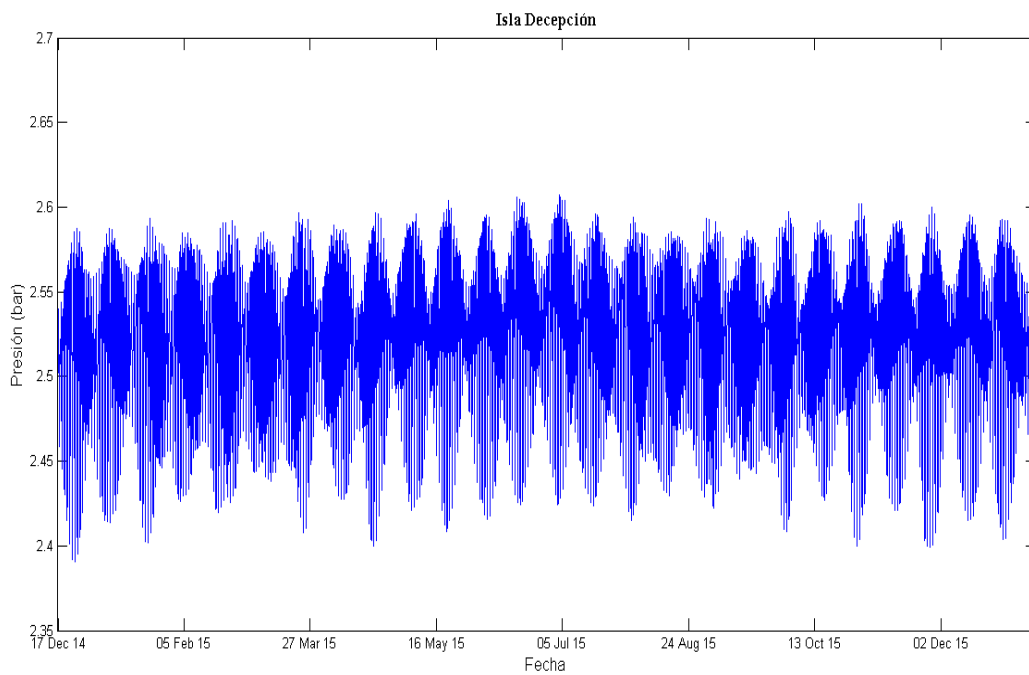


Figura 3. Registro corregido de nivel del mar en isla Decepción.

Referencias

- [1] R. Pawlowicz, B. Beardsley, S. Lentz, Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE, Computers & Geosciences, Volume 28, Issue 8, 2002.
- [2] R. Mañanes, J. Alonso, M. Bruno, Tidex: software para la predicción de niveles y Corrientes a corto y largo plazo, Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Cádiz, 1999.

TROPHIC RELATIONSHIP BETWEEN THE HUILLÍN (*LONTRA PROVOCAX*) AND THE MINK (*NEOVISON VISON*)

Ana Magro ⁽¹⁾, Héctor Pavés ⁽²⁾, Alexis Santibáñez ⁽³⁾, Claudio Tobar ⁽³⁾

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, CASEM, Universidad de Cádiz, Andalucía, España. ana200289@hotmail.com

⁽²⁾ Bachillerato en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomas, Osorno, Chile. hpaves@gmail.com

⁽³⁾ Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomas, Osorno, Chile. alsantibanez@gmail.com y claudiobiomar@gmail.com

Keywords: Otter, Mink, trophic overlap, diet.

The river otter (*Lontra provocax*) has the most restricted distribution globally and is the most threatened species on the planet, with a population below the original 10%. It is categorized as a species at risk at the national level and in danger of extinction at the international level by the IUCN. It has been described that one of the possible competitors of the huillín is the American mink (*Neovison vison*). This exotic invasive species was introduced in southern Chile between 1967 and 1973. The mink is an opportunistic carnivore that, although it has aquatic habits, can also take advantage of terrestrial resources, feeding on rodents and birds. It is cataloged within the 100 most harmful invasive species in Chile and numerous studies report the negative impact on the native fauna. The similarities between the use of habitat and the diet of the mink and the otter have led to the realization of certain studies about the possible trophic overlap between species. Therefore, the objective of the present study was to determine and compare the diet of the huillín and the mink in the Río Bueno area, in order to know if there could be trophic overlap between both species. The study was carried out through the analysis of faecal samples of both species obtained in the summer-autumn 2016 season.

It was determined that the huillín preyed on crustaceans, with a FO of 77% for the item *Aegla abtao*, 72% for *Samastacus sp.*, Followed by fish with 33%, insects 16% and birds with a frequency of occurrence of 11%. Moreover, the frequencies of occurrence for the mink diet were 84% *Samastacus sp.*, 68% *Aegla abtao*, insects 40%, fish 28%, mammals 16% and birds 12%. The analysis of the diets of both species, as well as previous studies [1,2,3,4] indicate that between the huillín and the mink there could be some trophic overlap. But there are not enough data to relate the introduction of the mink with the decline of the river otter species *Lontra provocax*.

Acknowledgements

Línea de Base Proyecto FIC Los Ríos 2015 – Turismo Integrado en la Cuenca del Río Bueno. Universidad de Ciencias del mar de Cádiz, España.

References

- [1] M. B. Aued, C. Chéhebar, G. Porro, D. W. Macdonald, M. H. Cassini. *Oryx*, 37 (2003), 413.
- [2] G. Medina, *Acta Theriologica*. 43 (1998), 285.
- [3] G. Medina-Vogel, C. Gonzalez-Lagos, *Wildlife Biology*, 14 (2008), 211.
- [4] W. Sielfeld, Informe técnico CENIMA, Universidad Arturo Prat 2014.

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE TAMAÑOS DEL FITOPLANCTON A LO LARGO DE UN GRADIENTE PLATAFORMA-TALUD EN EL GOLFO DE CÁDIZ (CABO SANTA MARÍA, PORTUGAL)

Montes-Pérez, Jorge J.^(1,2,3); Krug, Lilian A.^(2,3); Moreno-Ostos, Enrique^(1,3); Blanco, José M.^(1,3); Barbosa, Ana B.^(2,3)

⁽¹⁾ Universidad de Málaga. Department of Ecology. Marine Ecology and Limnology Research Group, Málaga, Spain, jmontesp@uma.es.

⁽²⁾ Universidade do Algarve/ Centre for Marine and Environmental Research (CIMA), Faro, Portugal, lakrug@ualg.pt; abarbosa@ualg.pt

⁽³⁾ Campus de Excelencia Internacional del Mar – CEIMAR, Cádiz (España)

Palabras Clave: Estructura de tamaños, Fitoplancton, Abundancia, Tamaño, Sur de Portugal.

La estructura de tamaños es una característica de las comunidades biológicas ampliamente usada para estudiar ecosistemas acuáticos. Este enfoque permite organizar las comunidades naturales a través del tamaño corporal, una propiedad con importantes implicaciones ecológicas (e.j., tasa metabólica, crecimiento, relaciones de depredador-presa). En el caso del fitoplancton marino, está ampliamente demostrado que esta aproximación representa un eficaz complemento a la información taxonómica. En este contexto, el presente trabajo aborda el estudio de la estructura de tamaños del fitoplancton así como de los principales factores ambientales que modulan esta estructura en la zona de afloramiento frente al Cabo de Santa María (CSM), en la costa sur de Portugal. Las muestras fueron tomadas en tres estaciones, ubicadas en base a un eje perpendicular a la costa, entre julio de 2012 y julio de 2014, mayormente durante el periodo primavera-verano. Las estaciones incluyen dos puntos de muestreo sobre la plataforma continental y uno sobre el talud continental. Para cada estación, se tomaron tres muestras de agua subsuperficial con una botella Nansen a diferentes profundidades. La temperatura superficial, radiación fotosintética disponible y coeficiente vertical de extinción de la luz se registraron in situ mediante sonda multiparamétrica MSI y radiómetro. Los nutrientes inorgánicos disueltos (nitratos, silicatos, fosfato y amonio) fueron cuantificados mediante espectrofotometría. La concentración de clorofila-a se determinó mediante fluorometría. La intensidad de afloramiento costero fue determinada con base en dos indicadores distintos: (a) diferencia en la temperatura superficial del mar (SST) entre la costa y aguas abiertas; y (b) transporte de Ekman perpendicular a la costa. SST y la velocidad del viento fueron obtenidas mediante detección remota por satélite. La abundancia, tamaño y composición de pico- y nanofitoplancton (< 20 µm diámetro esférico equivalente, DEE) se analizó mediante microscopía de epifluorescencia, previa tinción con proflavina, y de microfitoplancton (> 20 µm DEE) mediante microscopía invertida. Para caracterizar la estructura de tamaños se asumió una distribución lognormal del volumen celular de cada morfotipo de fitoplancton. Esta distribución fue modelada en base al tamaño medio y desviación estándar de cada morfotipo y para cada muestra. Posteriormente, se aplicó un método de remuestreo ('bootstrapping') sobre el conjunto de distribuciones de tamaño de los morfotipos presentes en cada muestra. Los organismos fueron agrupados en clases de tamaños (volumen celular) establecidas en base a una escala de octavas (log2). La representación logarítmica de ambos ejes, abundancia y clase de tamaño, permite un ajuste lineal mediante el cual se obtienen los parámetros de pendiente e intersección que definen la estructura (Figura 1). Modelos Aditivos Generalizados (GAM) han sido utilizados para explorar las relaciones entre las variables ambientales y la estructura de abundancia-tamaño del fitoplancton. El espectro de abundancia-tamaño del fitoplancton durante el estudio mostró pendientes que oscilan entre -0.70 y -1.21 mientras que los valores obtenidos para la intersección se mantuvieron entre 3.18 y 4.01. La estación más cercana a la costa (St-1) mostró, en general, pendientes significativamente más suaves (0.87 ± 0.12) que la estación situada sobre el talud continental (St-3), cuya pendiente media es de -1.01 ± 0.13 ($p < 0.05$). En términos de biovolumen total, el fitoplancton la St-1 presenta valores más altos que la St-3 ($p < 0.05$). La estación 2 (St-2), situada entre las dos estaciones anteriores, se caracteriza por presentar valores intermedios tanto de pendiente como de

biovolumen. La relación entre la intensidad de afloramiento y la estructura de tamaños del fitoplancton es compleja y no-lineal, siendo el afloramiento generado en la costa sudoeste de Portugal potencialmente más influyente. Sin embargo, la relación entre los factores ambientales y la estructura de abundancia-tamaño requiere, aún, un estudio más detallado. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que, cerca de la costa (pendientes de espectro entre 0 y -1), la biomasa aumenta en clases logarítmicas con el tamaño nominal de la clase, mientras que en las aguas del talud el espectro de fitoplancton (pendiente alrededor de -1), la abundancia numérica disminuye de forma inversa al tamaño y la biomasa es aproximadamente constante en clases logarítmicas de tamaño.

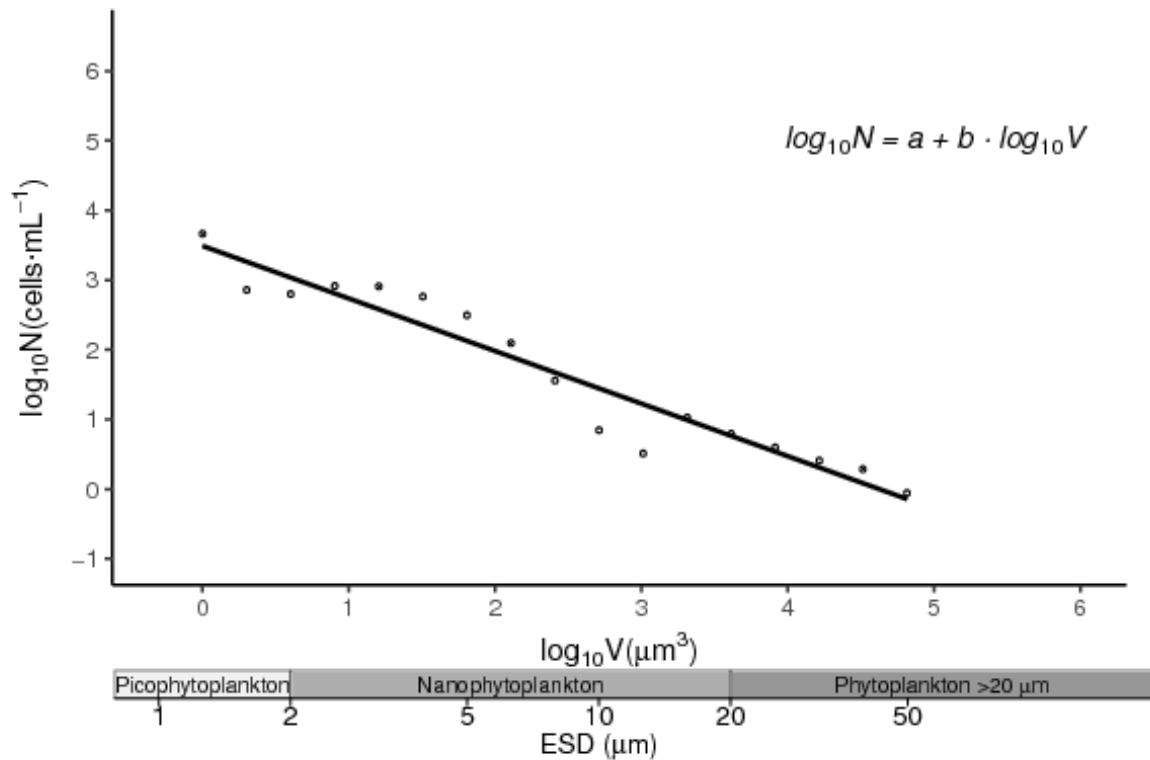


Figura 1. Espectro de abundancia-tamaño. N representa la abundancia de los organismos y V el volumen celular. El segundo eje de abscisas representa el tamaño en diámetro esférico equivalente. La línea continua representa la regresión lineal y la ecuación corresponde a la expresión matemática que la define.

Agradecimientos

Este estudio se ha podido llevar a cabo gracias a una estancia de doctorado que ha sido financiada por la fundación CEI·Mar (Programa Erasmus+ KA103 SMS) y a la información obtenida por el proyecto PhytoClima (Remote sensing of phytoplankton variability off South-Western Iberia: a sentinel for climate change?" (PTDC/AAC-CLI/114512/2009), financiado por Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). L.A.K. ha recibido una beca de doctorado del Programa Ciência sem Fronteiras (CNPq, Brazil, 237998/2012-2).

CRUSTÁCEOS DECÁPODOS DE FONDOS BLANDOS CIRCALITORALES DE LA BAHÍA DE MÁLAGA

Moya-Urbano, Elena⁽¹⁾; Rueda, José L.⁽²⁾; Urra, Javier⁽²⁾; Gallardo-Núñez, Marina⁽²⁾; Marina, Pablo⁽²⁾; Díaz, Alfonso; García Raso, J. Enrique⁽¹⁾; Bárcenas, Patricia⁽²⁾; Fernández-Salas, L. Miguel⁽³⁾; López-González, Nieves⁽²⁾; Serna Quintero, José M.⁽²⁾; Giráldez, Ana⁽²⁾; García, Teresa⁽²⁾ & Baro, Jorge⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias, Málaga. España.
e-mail: emoyaurbano@gmail.com

⁽²⁾ Centro Oceanográfico de Málaga, Instituto Español de Oceanografía, Fuengirola, Málaga. España.

⁽³⁾ Centro Oceanográfico de Cádiz, Instituto Español de Oceanografía, Cádiz España.

Palabras Clave: Bentos, Decápodos, Fondos Blandos, Diversidad, Circalitoral.

Resumen

Los crustáceos decápodos bentónicos y demersales asociados a fondos blandos circalitorales de la bahía de Málaga han sido muestreados usando una draga de arrastre (8 estaciones de muestres en diciembre de 2013) y un arte de arrastre con puertas (8 estaciones de muestreo en cada estación del año). Se han identificado un total de 39 spp. de decápodos, siendo Inachidae la familia mejor representada; *Plesionika heterocarpus* y *Liocarcinus depurator* son las especies con mayores valores de abundancia y biomasa, respectivamente. Cabe destacar la presencia de *Hippolyte leptometrae*, el cual representaría una nueva cita para aguas ibéricas. Se han compartido únicamente 11 especies entre los dos muestreadores, indicando así la importancia de combinar diferentes tipos de artes para muestreos relacionados con estudios de biodiversidad.

Introducción

La bahía de Málaga se localiza en una zona de alta biodiversidad, como es el mar de Alborán (Fig. 1), donde confluyen organismos procedentes de tres regiones biogeográficas (Lusitana, Mauritana y Mediterránea) [1], considerándose una zona de transición entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo para muchos grupos faunísticos, incluidos los crustáceos decápodos [2]. Además, la compleja hidrografía del mar de Alborán favorece la presencia en las costas malagueñas de afloramientos de aguas mediterráneas profundas y ricas en nutrientes, lo cual resulta en una fuerte producción primaria y secundaria que sustenta una alta riqueza de especies bentónico-demersales [3, 4]. A pesar de la importancia biológica del mar de Alborán, la información sobre las

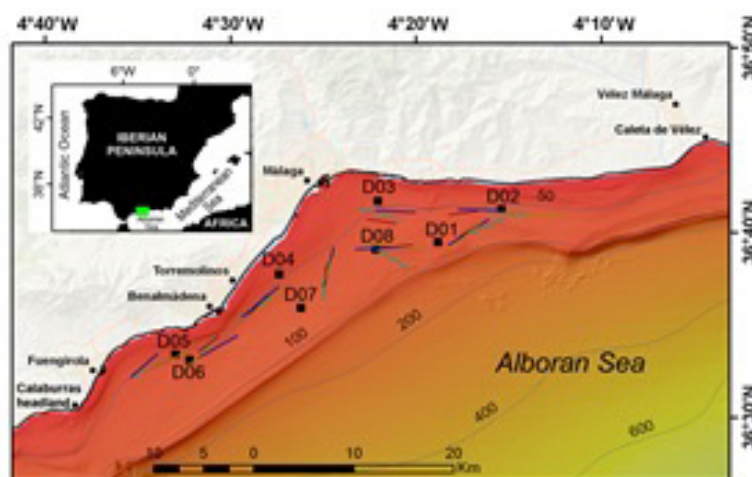


Fig. 1. Área de estudio y puntos de muestreo en la bahía de Málaga.

comunidades de fondos blandos circalitorales es escasa [5]. Este estudio tiene como objetivo realizar una caracterización de las asociaciones de crustáceos decápodos de la bahía de Málaga, en el marco de los proyectos REMAN-REMALA y TESELA.

Material y métodos

El estudio se ha desarrollado en la plataforma continental de la bahía de Málaga, entre Punta de Calaburras y Punta de Vélez-Málaga (278 km²) (Fig. 1). Se han estudiado 42 muestras biológicas recolectadas en 8 puntos de muestreo, entre 40 y 80 metros de profundidad, a bordo del B/O Francisco de Paula Navarro. Para ello se usaron dos métodos de muestreo: (1) draga de arrastre (DA) (42x22cm; luz de malla: 4mm; tiempo de arrastre: 5 min. a 1,8 nudos; área muestreada: 117m²) en diciembre del 2013 para los decápodos bentónicos; (2) arte de arrastre con puertas (AP) de tipo GOC-73 (abertura horizontal: 16-18m; abertura vertical: 2,7-3,2m; luz de malla en el copo: 20mm; tiempo de arrastre: 30 min. a 3 nudos; área muestreada: ~50.000 m²) en diciembre del 2013, febrero, mayo y agosto del 2014 para los decápodos demersales. Para la caracterización de las asociaciones, se calculó la dominancia en base a la abundancia (%DN) y biomasa (%DB) (sólo muestras de AP) de las especies capturadas. Se han calculado varios índices ecológicos (Riqueza específica, Diversidad de Shannon-Wiener y equirrepartición) y los datos cuantitativos fueron sometidos a técnicas multivariantes de análisis (ANOSIM) para detectar las principales asociaciones.

Resultados

Se han identificado 39 especies de crustáceos decápodos, distribuidas en 22 familias, con un total de 13.938 individuos recolectados.

La familia Inachidae fue la mejor representada con 5 especies, seguida de Crangonidae, Alpheidae, Leucosiidae, Hippolytidae y Processidae con 3 especies cada una. Las especies más abundantes fueron *Plesionika heterocarpus* con 8113 individuos (58,2%, %DN), *Liocarcinus depurator* (2869 ind., 20,6%) y *Philocheras bispinosus bispinosus* (865 ind., 6,2%) (Fig. 2). También hubo presencia de especies accidentales y/o raras, representadas sólo con un ejemplar como en el caso de *Inachus communissimus*, *Inachus dorsettensis*, *Pisidia longimana*, *Galathea nexa* e *Hippolyte leptometrae*, entre otras.

Se han recolectado un mayor número de especies con la DA (28 spp., 71,8% del total recolectado entre los dos métodos de muestreo), que con el AP (20 spp., 51,3%). Las especies dominantes en biomasa fueron *L. depurator* (45kg, 68%DB), *P. heterocarpus* (12,3kg, 18,6%), *Dardanus arrosor* (5,3kg, 8%) y *Macropodia longipes* (1,1kg, 1,7%). Sólo 11 especies (28,2%) han sido capturadas con ambos artes de muestreo, pero mostraron diferencias en sus valores de abundancia en base a su capturabilidad (ej. *L. depurator* 2850 ind. en AP y 19 ind. en DA; *P. heterocarpus* 8109 ind. en AP y 4 ind. en DA). Diez especies fueron recolectadas exclusivamente en los lances de AP, mientras que en los muestreos de DA aumentaron a 17 spp., principalmente especies de pequeño tamaño y endofaunales. Los análisis multivariantes no mostraron variaciones significativas en función de diferentes factores (profundidad, tipo de sedimento, actividad pesquera y estación del año) para la asociación de decápodos a diferencia de las detectadas en otros grupos faunísticos.

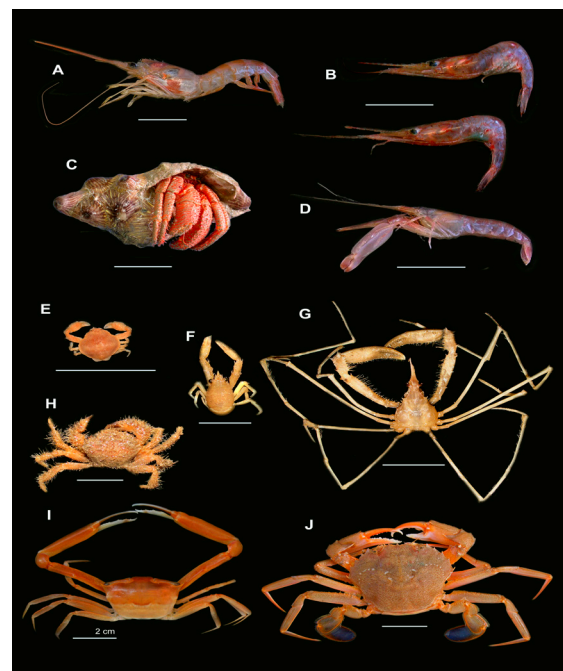


Fig. 2. Decápodos presentes en fondos blandos circalitorales de la bahía de Málaga.

A: *Solenocera membranacea*. B: *Plesionika heterocarpus*. C: *Dardanus arrosor*. D: *Alpheus glaber*. E: *Ebalia cranchii*. F: *Galathea intermedia*. G: *Macropodia tenuirrostris*. H: *Pilumnus spinifer*. I: *Goneplax rhomboides*. J: *Liocarcinus depurator*.

Las barras de escala representan 2cm.

Conclusiones

La biodiversidad observada en los fondos blandos circalitorales de la bahía de Málaga es mayor a la registrada en hábitats similares tanto del Atlántico como del Mediterráneo, confirmando así importancia de esta y otras áreas del mar de Alborán para la biodiversidad marina circalitoral [5]. Es remarcable por su singularidad la especie *Hippolyte leptometrae* (Ledoyer, 1969), representando este estudio la primera cita para aguas ibéricas. El uso de diferentes métodos de muestreo ha favorecido la recolección de un gran número de especies que muestran diferentes nichos ecológicos, por lo que la combinación de muestreadores se confirma como el método más eficiente para conseguir amplios listados faunísticos en estudios de biodiversidad. La falta de variaciones significativas espaciales y temporales de los datos obtenidos indica que los decápodos circalitorales de la bahía de Málaga son una asociación homogénea con algunas variaciones puntuales.

Agradecimientos

Este estudio se enmarca en los proyectos REMAN-REMALA y TESELA (P11-RNM7069) financiados por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía, respectivamente. Agradecemos la colaboración del capitán y la tripulación de los B/O *Francisco de Paula Navarro* e *Isla de Alborán*, así como de los compañeros del Centro Oceanográfico de Málaga que han participado en campañas y procesado de muestras.

Referencias

- [1] C. Salas, J.E. García Raso & A. López-Ibor, Proc..of IV Simposio Ibérico de Estudios de Bentos Marino, Lisboa, Portugal, 1984, p. 123.
- [2] P. Abelló, A. Carbonell & P. Torres, *Scientia Marina*. 66 (2002) 183.
- [3] T. Sarham, J. García Lafuente, J.M. Vargas et al. *Journal of Marine Systems*. 23 (2000) 317.
- [4] J. Cano & M.T. García, *Oecologia acuatica*. 6 (1982) 107.
- [5] P. Marina, J.L. Rueda, J. Urrea et al. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 95 (2015) 1.

LOS CANGREJOS DE LAS AGUAS PROFUNDAS DE MOZAMBIQUE (DECAPODA, PLEOCYEMATA, BRACHYURA)

Muñoz de los Reyes, Isabel ⁽¹⁾; Cuesta, José A. ⁽²⁾; García-Isarch, Eva ⁽¹⁾; Macpherson, Enrique ⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto Español de Oceanografía (Cádiz), eli.munoz@ieo.es

⁽²⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), jose.cuesta@icman.csic.es

⁽³⁾ Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC)

Palabras Clave: Decapoda, Brachyura, Mozambique, aguas profundas, comunidades, barcoding.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de uno de los grupos de decápodos que formarán parte de un estudio global sobre las Comunidades de Crustáceos Decápodos de las costas de Mozambique, y la comparación con otras áreas africanas. Concretamente, se presentarán los primeros listados de familias y especies de unos de los grupos estudiados, los Braquiuros.

Los objetivos de este estudio son: 1) la caracterización de la estructura, composición y distribución de las diferentes comunidades de decápodos en aguas profundas de Mozambique, y 2) la realización de un estudio comparativo de la estructura de la comunidad obtenida con otras descritas para otras zonas de África, concretamente, de Mauritania, Guinea Bissau y Namibia. Adicionalmente, se estudiarán algunos problemas taxonómicos que actualmente requieren revisión, abordándolos desde un punto de vista morfológico y genético.

Los crustáceos decápodos son uno de los grupos más importantes en el bentos, constituyendo la base de la red trófica de un gran número de depredadores (desde otros invertebrados a humanos, pasando por peces y mamíferos marinos). Además, los decápodos constituyen el grupo de crustáceos de mayor diversidad específica [1] y es el grupo dominante en el megabentos en muchas regiones, como por ejemplo en aguas del Atlántico [2]. Muchas especies tienen un alto valor económico y son objeto de importantes pesquerías [3].

Mozambique está situado en la costa oriental del sur de África, bañada por la Corriente cálida de Mozambique (Figura 1). Esta corriente, que discurre por el Canal de Mozambique, entre Mozambique y Madagascar, es alimentada por las aguas de la Corriente Ecuatorial del Sur (SEC) que fluyen hacia el sur. El Canal de Mozambique, junto con las costas de Sudáfrica, tienen un importante interés biogeográfico.

Los ejemplares estudiados para este trabajo pertenecen a la Colección de Crustáceos Decápodos y Estomatópodos del Centro Oceanográfico de Cádiz (CCDE-IEO). En concreto, proceden de tres campañas oceanográficas llevadas en cabo en aguas de Mozambique por el IEO en los años 2007, 2008 y 2009. La metodología utilizada para la captura de los ejemplares fue un arte de arrastre de fondo tipo "Baka" denominado Conakry, con un copo de 46 mm de malla teórica cubierto internamente por un copo de 25 mm. La zona de trabajo correspondió a la plataforma y talud de Mozambique, desde la isóbata de los 100 hasta los 700 metros de profundidad. Una vez a bordo, a los ejemplares se les hizo una primera identificación, fueron fotografiados y conservados en etanol para su posterior traslado al IEO de Cádiz, donde se procedió a una identificación más exhaustiva.

Los análisis moleculares se realizaron en base a dos genes mitocondriales, el gen de la Citocromo Oxidasa I (COI) y un fragmento del gen 16S rRNA. La extracción del ADN genómico total se ha llevado a cabo a partir de tejido muscular, específicamente de los pereiópodos (o pleópodos en el caso de las hembras).

Se presentan los resultados obtenidos tras la revisión e identificación (al nivel taxonómico más bajo posible) mediante morfología y técnicas de *barcoding* de todos los braquiuros depositados en la colección CCDE-IEO procedentes de aguas de Mozambique. En total han sido unos 170 ejemplares.

Para la identificación, se usaron diferentes claves para Brachyura, fundamentalmente aquellas cuya área geográfica son el Sudoeste del Océano Índico, tomándose como referencia el trabajo de Emmerson [4], en el cual se citan un total de 289 géneros de braquiuros y más de 460 especies para las aguas de Namibia, Sudáfrica y Mozambique (aunque incluye especies de aguas someras además de profundas). Nuestras primeras identificaciones nos han dado un listado de especies en las que están representadas 14 familias de cangrejos, siendo Majidae, Portunidae y Homolidae las que más especies presentan. Las secuencias de 16S y COI obtenidas han permitido confirmar la identificación de 19 especies.



Figura 1. Área de estudio

Referencias

- [1] Crandall, K.A., Porter, M. L. y Pérez-Posada, M. (2009) *Decapoda*. In: Hedges, S. B y Kumar, S. (eds.) *The Timetree of life*. Oxford University Press. Pp: 293–297.
- [2] Muñoz, I., García-Isarch, E., Sobrino, I., Burgos, C., Funny, R. & González-Porto, M. (2012) Distribution, abundance and assemblages of decapod crustaceans in waters off Guinea-Bissau (north-west Africa). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(3): 475–494.
- [3] Groeneveld, Johan & Everett, Bernadine. (2015). Deep-water trawl fisheries for crustaceans, in: *Offshore fisheries of the Southwest Indian Ocean: their status and the impact on vulnerable species.*, Edition: Special Publication No 10, Chapter: 3, Publisher: Oceanographic Research Institute and Western Indian Ocean Marine Science Association, Editors: R.P. van der Elst, B.I. Everett, pp.68 - 119
- [4] Emmerson, W.D. A Guide to, and Checklist for, the Decapoda of Namibia, South Africa and Mozambique. Volumen 1, 2, 3. Cambridge Scholars Publishing, 2017. 590 pp.

PHYSICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES TO THE SOUTHERN ANNULAR MODE EVENTS IN THE PACIFIC CENTRAL BASIN OF SOUTHERN OCEAN

Olivé Abelló, Anna; Cabrera Busto, Juncal

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas, España

anna.olive101@alu.ulpgc.es; juncal.cabrera101@alu.ulpgc.es

Palabras Clave: Southern Annular Mode, Interannual variability, Mixed-layer depth, Southern Ocean.

The Southern Annular Mode (SAM) is the interannual dominant mode in the Southern Hemisphere atmosphere [1] responsible of changes in the strength of westerlies winds, which drive the deep water upwelling [2], essential within the meridional overturning circulation. Mechanical stirring by the wind stress and buoyancy during these events, force zonal responses of the mixed-layer depth (MLD) reaching anomalies of ± 50 m depth in summer [3]. Its depth, regarding the nutricline, can determine the nutrient supply, having significant implications for biochemical processes [3] and affect the Antarctic Circumpolar Current (ACC) transport [4]. Southern Annular Mode impacts in the upper ocean have been widely investigated, however remarkable SAM indexes have been recently observed (trend attributed to loss of ozone), even though the current Antarctic ozone recovery significant signs [5].

The main objective of this study was to quantify the magnitude of mixed-layer depth variations in the austral summer due to these intense positive and negative Southern Annular Mode events in the Pacific central zone of the Southern Ocean -100° to 140°W transect at 60°S of latitude (*Figure 1*)- and, thus, define the physical and biochemical impacts, and the link between them.

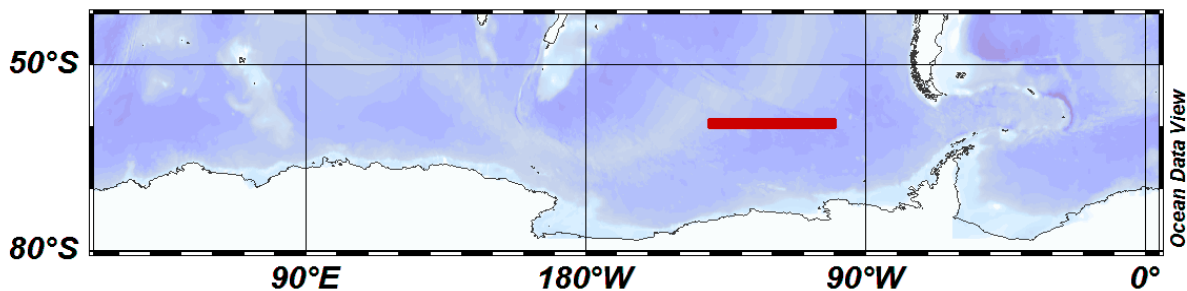


Figure 1. Studied zone corresponding to the center of Antarctic zone (60°S) and located at 100°-140°W (red) in the center of Pacific basin.

The methodology consisted in analyse daily and weekly climatological values of mixed-layer depth, nutrient and chlorophyll concentrations during the 2014/2015 (SAM+) and 2016/2017 (SAM-) summers from Copernicus database (physical data has been obtained from NEMO ocean model whereas the biogeochemical model PISCES has been used for biochemical data).

The results obtained show significant differences between Southern Annular Mode events in mixed-layer depth (27.25 ± 17.19 m), silicates (0.47 ± 0.097 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and chlorophyll (0.012 ± 0.011 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) concentration being higher with an extensive shallow vertical distribution during the negative SAM phase (*Figure 2*). Negative correlations (-0.44 to -0.55) between mixed-layer depth and biochemical parameters were also registered. Moreover, changes in the temperature of Antarctic Intermediate Water were observed, being more scattered and colder during the SAM+ event and standing out the absence of Subantarctic Mode Water in both events (*Figure 3*).

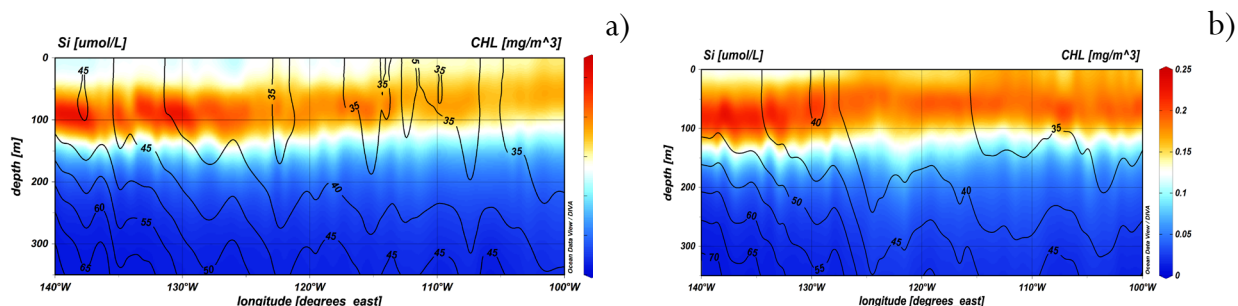


Figure 2. (a) Horizontal section of distribution of chlorophyll and silicates (black contours) during SAM positive events. (b) Horizontal section of distribution of chlorophyll and silicates (black contours) during SAM negative events.

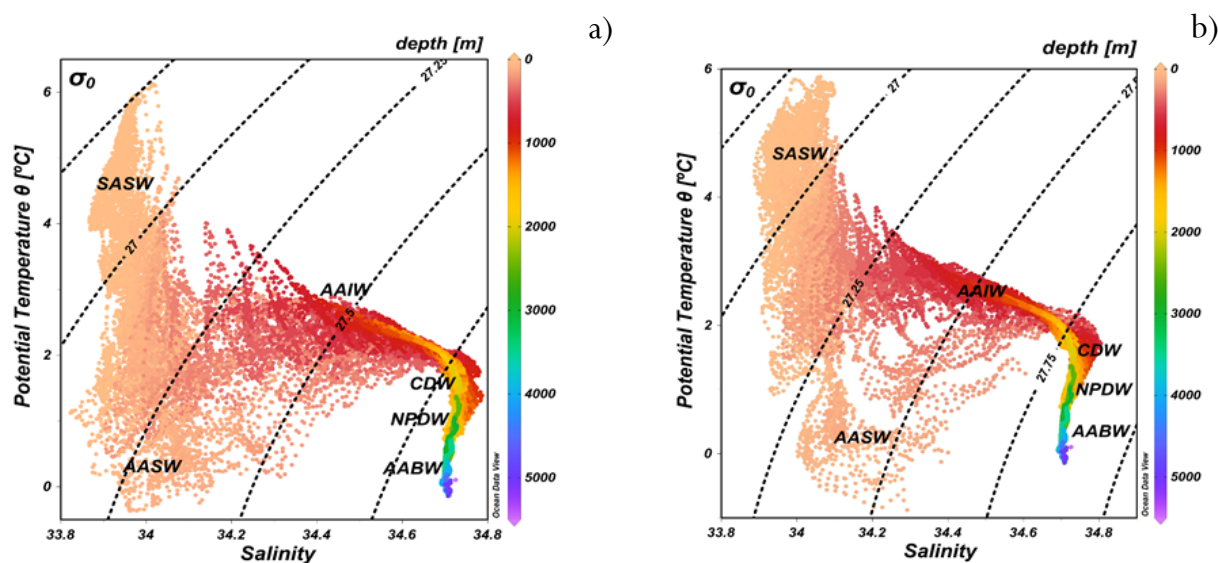


Figure 3. (a) Summer 2014/2015 θ -S diagram. (b) Summer 2016/2017 θ -S diagram. AABW = Antarctic Bottom Water; NPDW = North Pacific Deep Water; CDW = Circumpolar Deep Water; AAIW = Antarctic Intermediate Water; AASW = Antarctic Surface Water; SASW = Subantarctic Surface Water.

In conclusion, SAM indexes can slightly influence the magnitude of primary production in austral summer altering the physical and chemical properties of water masses in the region.

Agradecimientos

This study has been developed within the framework of Oceanography of Singular Regions subject, part of the Oceanography Master's degree in Las Palmas of Gran Canaria University, therefore, we would like to thank the support obtained by our professors as Dra. Ángeles Marrero Díaz who has encouraged us to present this study.

Referencias

- [1] N. S. Lovenduski and N. Gruber, Impact of the Southern Annular Mode on Southern Ocean circulation and biology. *Geophys. Res. Lett.* 32 (2005) 1–4.
- [2] N. C. Swart, J. C. Fyfe, N. Gillett, and G. J. Marshall, Comparing trends in the southern annular mode and surface westerly jet. *J. Clim.* 28 (2015) 8840–8859.

- [3] J.-B. Sallée, K. G. Speer, and S. R. Rintoul, Zonally asymmetric response of the Southern Ocean mixed-layer depth to the Southern Annular Mode. *Nat. Geosci.* 3 (2010) 273–279.
- [4] C. W. Hughes, Coherence of Antarctic sea levels, Southern Hemisphere Annular Mode, and flow through Drake Passage. *Geophys. Res. Lett.* 30 (2003) 1–4.
- [5] S. E. Strahan, and A. R. Douglass, Decline in Antarctic ozone depletion and lower stratospheric chlorine determined from Aura Microwave Limb Sounder observations. *Geophys. Res. Lett.* 45 (2018) 382–390.

FIRST DEMOGRAPHIC DATA OF THE RED CORAL (*CORALLIUM RUBRUM*) IN SOUTHERN MEDITERRANEAN

Ostalé-Valriberas Enrique ^(1,2); Espinosa Free ^(1,2); Maestre, Manuel ⁽¹⁾; Gonzales-Aranda, Alexandre Roi ⁽¹⁾; Ouaerghi, Atef ⁽³⁾; Rhamzi-Sghaer, Yassine ⁽³⁾; Bazairi Hocein ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Marine Biology Laboratory. University of Sevilla, Sevilla. Spain, enriqueostalevalriberas@gmail.com, free@us.es, manumaestre@us.es, roi@us.es

⁽²⁾ Marine Biology Station of the Strait. University of Sevilla, Ceuta. Spain

⁽³⁾ Regionally Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA), Tunisia

⁽⁴⁾ Faculty of Sciences, University Mohammed V in Rabat, Rabat, Morocco, hoceinbazairi@yahoo.fr

Keywords: red coral, Corallium rubrum, demography, Alboran Sea, conservation.

The red coral has been overexploited in the Mediterranean for more than two thousand years, being probably the marine species of highest economic value in this sea. The shallow populations have been long overharvested due to the ease of accessibility and it has caused a clear regression within its distributional range. However, the available information for the red coral is limited and almost exclusively generated in the Northern Mediterranean (Ligurian coast of Italy, France and NE Spain).

In 2014, during a sampling program performed in the framework of the MedKeyHabitats project implemented by the SPA/RAC (Specially Protected Areas Regionally Activity Centre), acting as a Biodiversity Center of Barcelona Convention), in the marine area of Jbel Moussa between Belyounech Bay and TangerMed harbour, an important population of the red coral was reported. During the summer of 2015 in the range of 15-25 m a demographic analysis on size, density, branching pattern and age were carried out, as well as the description of the associated macrofauna.

The results of the current study indicated that the red coral showed a good conservational status in this area, achieving greater density (165 ind/m²) and size (6.86 mm for mean basal diameter and 62.11 mm for mean height) than many other populations already studied in the Northern Mediterranean. In addition, colonies showed greater growth rate (0.33 mm/y) than most of the populations with available information, and it could be related to the higher productivity in the Alboran Sea. Moreover, the expected age ranged from 15 to 27 years. Dealing with the associated macrofauna, the species richness and abundance were low in comparison with other corals and gorgonians from surrounded areas and could be explained by factors such as size and spatial heterogeneity.

Table 1.- List of species of the associated macrofauna.

| Taxa | Nº | Site | Colony |
|-----------------------------------|----|------|--------|
| Amphipoda | 1 | 2 | 3 |
| <i>Chondrochelia cf. savignyi</i> | 1 | 2 | 3 |
| <i>Dexamine spiniventris</i> | 1 | 1 | 1 |
| <i>Filograna implexa</i> | 16 | 1 | 4 |
| <i>Glycera sp.</i> | 1 | 1 | 4 |
| <i>Janira maculosa</i> | 1 | 2 | 2 |
| <i>Membraniporella nitida</i> | - | 1 | 4 |
| <i>Stenothoe sp.</i> | 1 | 2 | 3 |
| Syllidae | 1 | 1 | 1 |

Table 2.- Comparison of the populational structure of *Corallium rubrum* in different áreas of the Mediterranean.

| Area | Reference | Basal diameter (mm) ±SD | Colony height (mm) ±SD | Size structure* |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Marsella, France | Garrabou and Harmelin (2002) | 6,4±0,5 | 69,3±12 | 95% have 7 mm |
| Livorno, Italy | Santangelo et al. (1993) | 3,9 | 40 | 95% have 3,64 mm |
| Cap de Creus, Spain | García-Rodríguez and Massó (1986) | 7,2 | 61,8 | 99% have 15 mm |
| Costa Brava, Spain | Tsounis et al. (2006) | 4,8±2,1 | 27±17,1 | 98% have 7 mm; 43% have 4 mm |
| Layla/Perejil island | Present study | 6,86±5,69 | 62,11±37,24 | 71% have 7 mm; 34% have 4 mm |

*Percentage of colonies with this basal diameter

Table 3.- Comparison of abundances and maximum sizes of *Corallium rubrum*.

| Reference | Abundance (ind./m ²) | Counted colonies | Sampled area (m ²) | Depth (m) | Maximum size (cm) | Locality |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------|-------------------|----------------------|
| Santangelo et al. (1993) | 30 | - | 0,04 | 31-36 | 50 | Ligurian Sea |
| Cattaneo-Vietti et al. (1993) | 200-1.300 | - | - | - | 50 | Portofino |
| Bramanti (2003) | 5247 | 4.408 | 0,84 | 25-40 | 50 | Ligurian Sea |
| Tsounis et al. (2006) | 127±118 | 2.451 | 2.660 | 18-45 | 50 | Costa Brava |
| Present study | 165±77,5 | 99 | 0,6 | 15-17 | 19,1 | Layla/Perejil island |

Demographic results and the shallow location indicates the relevance of isolation and effective protection (military in this case) for the conservation of endangered coral species.

Acknowledgements

Surveys undertaken in the marine part of Jbel Moussa (Straight of Gibraltar, Morocco) were conducted within the framework of the MedKeyHabitats Project implemented by UNEP/MAP-RAC/SPA in close collaboration with the Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD) and financially supported by

RAC/SPA and the MAVA Foundaion. The authors are grateful to all the participants in the field work during September 2014 and 2015.

References

- [1] Garrabou J, Sala E, Linares C, Ledoux JB, Montero-Serra I, Dominici JM, Kipson S, Teixidó N, Cebrian E, Kersting DK, Harmelin JG (2017) Re-shifting the ecological baseline for the overexploited Mediterranean red coral. *Scientific Reports* 7: 42404.
- [2] Santangelo G, Bramanti L, Iannelli M (2007) Population dynamics and conservation biology of the over-exploited Mediterranean red coral. *J Theor Biol* 244: 416-423 .
- [3] Marine Sciences. X. Editor, Y. Editor, Z. Editor (Eds.), Rome, Wiley, 2000.
- [4] Cattaneo-Vietti R, Bavestrello G, Senes L (1993) Red coral from the Portofino promontory (Ligurian Sea). In: Cicogna R, Cattaneo-Vietty R (eds) *Red coral in the Mediterranean Sea: art, history and science*. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Roma, pp109-130.

- [5] Bramanti L (2003) Dinamica di popolazione ed adattamenti demografici di una popolazione costiera di corallo rosso (*Corallium rubrum* L. 1758) con particolare riferimento al reclutamento. Ph. D. thesis, Università degli studi di Pisa.
- [6] Tsounis G, Rossi S, Gili JM, Arntz W (2006) Population structure of an exploited benthic cnidarian: the case study of red coral (*Corallium rubrum* L.). *Mar Biol* 149: 1059-1070.

NEW RECORD OF *PSEUDODIAPTOMUS MARINUS* (SATO, 1913) FROM GUADALQUIVIR ESTUARY (GULF OF CADIZ, SW SPAIN)

Reyes-Martínez, M.J.⁽¹⁾; Miró, J.M.⁽²⁾; González-Gordillo, J.I.⁽¹⁾

⁽¹⁾INMAR, Universidad de Cádiz; mjosefa.reyes@uca.es; nacho.gonzalez@uca.es

⁽²⁾Laboratorio Biología Marina, Universidad de Sevilla; jmmiro@us.es

Key words: *Pseudodiaptomus marinus*, Guadalquivir Estuary, non-indigenous species, copepods.

Pseudodiaptomus marinus is a calanoid copepod considered a native species of Indo-Pacific region (Walter, 1986) that presents a worldwide pattern of distribution. In the Iberian Peninsula there is only one record of *P. marinus*, in the Estuary of Bilbao (Sabia et al. 2015).

The aim of this research is to report the occurrence of *P. marinus* on Guadalquivir Estuary (Gulf of Cadiz, SW Spain) for first time, and provide a brief description of organisms found.

The zooplankton samples were collected using a WP2 bongo nets (200 µm mesh size) equipped with a flowmeter. Some individuals of *Pseudodiaptomus marinus* were manually sorted from the entire sample and were dissected. The appendages with taxonomy relevance (fifth leg; P5) were photographed using a camera adapted to a microscope.

The record of *P. marinus* from Guadalquivir Estuary was taken on October. The density was 252 indiv/m³, while 5% corresponds to ovigerous females and the dominance was 20% of total copepods. The specimen of *P. marinus* examined (ten ovigerous females, ten adult females and ten males) agree with the description by Sato (1913). Body length of females ranged between 1.06-1.46 mm. Rostrum with paired filaments. Metasome slender with 5 segments and last thoracic segment expanded into spine-like projections. Urosoma with 4 segments and genital somite slightly asymmetrical. Ovigerous females with equal size paired egg sacs. Fifth pair of legs (P5) uniramous with 5 segments.

Body length of males ranged between 0.99-1.17 mm with similar shape than female, metasome and urosome with the same number of segments as females. Right antennula geniculate. P5 asymmetrical and biramous

This study confirms the presence of *Pseudodiaptomus marinus* in the southwest of the Iberian Peninsula and suggests that it has an established population due to the presence of ovigerous females. Future studies are needed to elucidate the permanence of the population in these waters

Acknowledgments

We thank to Autoridad Portuaria de Sevilla for financial support.

References

- [1] Walter, T.C. The zoogeography of the genus *Pseudodiaptomus* (Calanoida: Pseudodiaptomidae). *Syllogeus* 58 (1986) 502-508.
- [2] Sato, F. Pelagic copepods (no.1) Scientific Reports of the Hokkaido Fisheries. Experimental Station 1 (1913), 1-79.
- [3] Sabia, L., Zagami, G., Mazzocchi, M., Zambianchi, E., Uttieri, M. Spreading factors of a globally invading coastal copepod. *Mediterranean Marine Sciences* 16 (2015), 460-471.

SAILING FOR SCIENCE

Rios-Yunes, Dunia ⁽¹⁾; Villegas, Maria ⁽²⁾; Sanchez, Nicolas; Faltynkova, Andrea; Mayer, Helene, V.; Ciesielki, Tomasz M.; Farkas, Julia; Bizsel, Can; Bizsel, Nihayet; Tsagaraki, Tanya; Cirpanli, Turgut; Ardelan, Murat V. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Norwegian University of Science and Technology, duniar@stud.ntnu.no

⁽²⁾ Norwegian University of Science and Technology, marivil@stud.ntnu.no

⁽³⁾ Norwegian University of Science and Technology murat.v.ardelan@ntnu.no

Palabras Clave: Marine research, Mediterranean Sea, Microplastics, Trace metals, Cruise ship, Education.

The sailing for science project was an example of a mobile blue laboratory for research and education. The cruise was done on two sailboats that travelled the Aegean Sea between Turkey and Greece for ten days.

The project was also aimed to build real life experiences in marine science students and to bring them closer to the in-field activities of a marine scientist. Samples for micro-plastics, trace metals, peroxide measurements with FIA, and zooplankton were taken.

The cruise had a bottom-up model that allowed students from masters and bachelor's degrees to think independently, participate in the design and implementation of the experiments and samplings, and to come up with new ideas and suggestions.

The sailing for science project was also a great opportunity to bring closer together researchers from an international background, students and citizen scientists, and involve them in the ocean stewardship.

The participants of this cruise have been involved in several dissemination activities such as conferences inside the Norwegian University of Science and Technology, events organized by different students organizations in Trondheim, Norway, a newspaper article, and international conferences. The dissemination activities are one of the most important outcomes of this cruise as they allow for the creation of awareness in the general public and highlight the importance of the ocean and earth systems.

The sailing for science project is planned to become an annual cruise ship and to involve more partners and universities.

Agradecimientos

Special thanks to NTNU Oceans, The Research Council of Norway and the Ocean Certain Project and the Dokuz Eylül University

APPLICATION OF A CATCHMENT MODEL TO DETERMINE THE IMPACT OF FUTURE CHANGES IN LAND USE DUE TO GLOBAL WARMING. CASE STUDY: GUADALQUIVIR RIVER BASIN

Romero-Martín, R., Parras-Berrocal, I.M., Vázquez R., Gomiz-Pascual,
J.J. and Mañanes, R.

Departamento de física aplicada, Universidad de Cádiz, Cádiz, SPAIN
ruth.romeromartin@alum.uca.es, ivan.parras@uca.es, ruben.vazquezmedina@
alum.uca.es, juanjesus.gomiz@uca.es, rafael.salinas@uca.es.

Palabras Clave: Guadalquivir estuary, water quality, catchment model, SWAT, Gulf of Cádiz, climate change.

Changes in the hydrology of watersheds are mainly due to changes in land use and climate.

Understanding the impacts of changes in land use in hydrology can facilitate the planning and management of water resources in watersheds through the development of sustainable long-term strategies. The change in land use influences the local water balance, and affects the environmental quality, biodiversity and terrestrial ecosystems

The simulation models are mainly used to analyze the effect of management practices on water quality, but they can also be a useful tool to quantify the hydrological response of a basin to changes in land use. These models can also help determine the normative objectives needed for sustainable growth.

The objective of this study is to use the catchment model to determine the effects that changes in land uses will have on the hydrological effects of the Guadalquivir basin, Spain.

The water balance was simulated with the soil and water assessment tool (SWAT). The simulation results from January 1985 to December 2004 were used for parameter calibration, and then the model was validated for the period from January 2005 to September 2014. The soil type was modelled using the FAO dataset version 3.6 at 150-meter resolution. The land use, using CORINE dataset version 1.3 at 100-meter resolution. And finally, rainfall and temperature for the past, has been used SAFRAN.

In this work will be presented how changes in land use in three different scenarios can influence the water quality under the worst climate change scenario given by the IPCC: 1.-Growing cities and Industries and decreasing the agriculture lands. 2.-Recuperating autochthonal vegetation, keeping the extension of the cities and loosing agricultural lands. And 3.-Growing the agricultural land, growing the cities in a constant rational ration, and loosing natural spaces.

MODELOS DE DEFORMACIÓN 3D EN ENTORNOS VOLCÁNICOS MARINOS

Rosado, Belén ⁽¹⁾; Fernández-Ros, Alberto ^(1,3); Berrocoso, Manuel ^(1,2)

⁽¹⁾ Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. belen.rosado@uca.es

⁽²⁾ Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR). Campus de Excelencia Internacional/Global del Mar (CEI·MAR). Universidad de Cádiz

⁽³⁾ Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz

Palabras Clave: Isla Decepción, GNSS-GPS, Deformación, Geodinámica 3D.

La Isla Decepción es un estratovolcán ubicado al comienzo del eje de expansión de la Cuenca Central de Bransfield, en el archipiélago de las Shetland del Sur, en la Antártida (figura 1). Se localiza en la confluencia de varias placas litosféricas, dos de ellas principales, las placas Sudamericana y Antártica, y varias placas menores, la de Scotia, Phoenix y South Shetland [1]. Es el volcán más activo de las Islas Shetland del Sur y la Península Antártica, con erupciones datadas en 1842, 1912-1917, 1967, 1969 y 1970. La caldera del volcán se encuentra sumergida y forma una bahía interior llamada Puerto Foster. Esta circunstancia y su ubicación en la Antártida agregan características particulares respecto al resto de volcanes, haciendo que su monitoreo suponga un desafío. La compleja situación tectónica de la isla y los recientes procesos eruptivos son algunas de las razones que han motivado el estudio continuo de la isla y el monitoreo de su estado volcánico. Desde 1988, se han planificado varias campañas geodésicas y geofísicas para monitorear y estudiar esta actividad tectovolcánica.

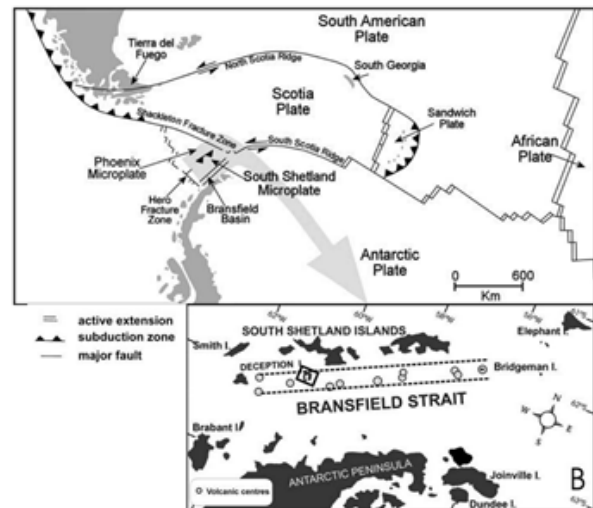


Figura 1. Marco tectónico regional de la isla Decepción. Configuración de las placas Scotia, Phoenix y South Shetland, limitadas por las placas principales Antártica y Sudamericana.

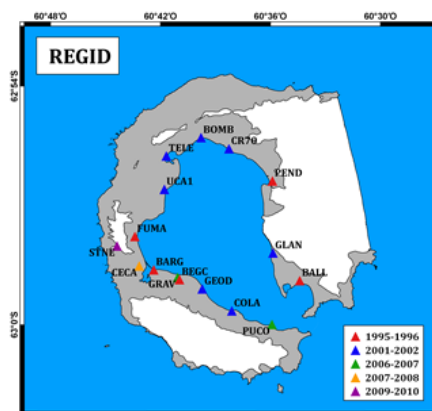


Figura 2. Localización de vértices de la red REGID.

Las observaciones GNSS (Global Navigation Satellite System) en la Isla Decepción comenzaron a lo largo del verano austral de 1988. La red REGID (Red Geodésica de Isla Decepción) establecida en 1990, inicialmente constituida por 4 puntos geodésicos de referencia, permite la determinación de los primeros modelos de deformación superficial del comportamiento geodinámico tanto volcánico como tectónico de la isla, figura 2 [2]. Esta red se estableció a partir de medidas mediante GPS para constituir el marco de referencia básico de las observaciones y los resultados obtenidos por otras ciencias. De esta manera, la red ha sido la referencia fundamental para la cartografía española de la Antártida, para las observaciones geofísicas y oceanográficas y para el sondeo hidrográfico realizado a lo largo de las campañas españolas en la Antártida. Por otro lado, la precisión obtenida por los sistemas GPS, especialmente para el posicionamiento horizontal, ha hecho que la red REGID sea muy útil para el control de la actividad geodinámica de la isla.

Durante el período 1990-2018, la red experimentó una gran transformación considerando el número de puntos de referencia, estaciones semipermanentes, enlace de datos por WIFI y registro de múltiples constelaciones (GPS, GLONASS y GALILEO). Actualmente la red REGID consta de 16 puntos de referencia geodésicos alrededor de Puerto Foster y una estación de referencia semipermanente adicional en la isla de Livingston [3]. Durante el verano austral, 3 puntos de referencia en Decepción también son estaciones semipermanentes [4].

En este trabajo se detalla la metodología aplicada para el procesado de la red geodésica REGID. Las campañas episódicas se procesan para obtener un conjunto de coordenadas para cada estación de la red, que se comparan para determinar su variación a lo largo de los años. Así, se presentan las velocidades de desplazamiento y los modelos de deformación superficial relacionados, y la ubicación y evolución de los modelos de localización de fuentes puntuales. De ellos se discute el mecanismo geodinámico y la evolución del volcanismo de Decepción.

Referencias

- [1] J. Galindo-Zaldívar, L. Gamboa, A. Maldonado, S. Nakao, Y. Bochu. Tectonic development of the Bransfield Basin and its prolongation to the South Scotia Ridge, northern Antarctic Peninsula. *Marine Geology*. 206 (2004) 267–282.
- [2] M. Berrocoso, A. Fernández-Ros, M. E. Ramírez, J.M. Salamanca, C. Torrecillas, A. Pérez-Peña, R. Páez, A. García-García, Y. Jiménez-Teja, F. García-García, R. Soto, J. Gárate, J. Martín-Davila, A. Sánchez-Alzola, A. de Gil, J. A. Fernández-Prada, B. Jigena. Geodetic research on Deception Island and its environment (South Shetland Islands, Bransfield Sea and Antarctic Peninsula) during Spanish Antarctic campaigns (1987–2007). In: Capra, A., Dietrich, R. (Eds.), *Geodetic and Geophysical Observations in Antarctica*. (2008) 97–124.
- [3] M. Berrocoso, G. Prates, A. Fernández-Ros, A. García. Normal vector analysis from GNSS-GPS data applied to Deception volcano surface deformation. *Geophysic Journal International* 190 (2012) p. 1562–1570.
- [4] L.M. Peci, M. Berrocoso, R. Páez, A. Fernández-Ros, A. de Gil. IESID: Automatic system for monitoring ground deformation on the Deception Island volcano (Antarctica). *Comput. Geosci.* 48 (2012) 126–133.

DESCRIPCIÓN ESPACIAL DE LAS ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN DE LA COMUNIDAD INTERMAREAL DEL PUERTO DE CEUTA

Sempere-Valverde, Juan ⁽¹⁾; Ostalé-Valriberas, Enrique ⁽¹⁾⁽²⁾; Espinosa, Free ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio de Biología Marina (LBM), Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España, juansempere91@gmail.com, free@us.es

⁽²⁾ Estación de Biología Marina del Estrecho, Ciudad Autónoma de Ceuta, España
enriqueostalevalriberas@gmail.com

Palabras Clave: Ingeniería ecológica, Substratos artificiales, Morfología, Rugosidad, Comunidad bentónica, Biodiversidad.

Introducción

El puerto de Ceuta difiere en diseño del resto de puertos convencionales debido a la presencia de dos entradas: el Foso Real o del agua (Bahía Sur) y la bocana del puerto (Bahía Norte - Figura 1). Gracias a las corrientes presentes en el estrecho de Gibraltar, tanto la renovación de agua como el hidrodinamismo, los niveles de oxígeno y la riqueza de especies son superiores en el interior del puerto de Ceuta que en el interior de puertos con una sola entrada [1]. Estas condiciones permiten la presencia de especies indicadoras de aguas limpias en el interior del puerto, a pesar de la sensibilidad que estos organismos presentan a la polución [2]. Y, sin olvidar las perturbaciones causadas durante las labores de construcción y reparación de las estructuras portuarias, los diversos diseños de sustrato artificial afectan a las comunidades que en ellas se asientan, las cuales suelen presentar menor riqueza de especies que las comunidades de zonas naturales cercanas [3].

Objetivos

Comprobaremos como hipótesis alternativa que el número de especies y principales estrategias de alimentación de la comunidad bentónica y vágil del intermareal y submareal del Puerto de Ceuta y zonas aledañas se ven afectadas por la orografía costera y el tipo de sustrato (natural o artificial).

Metodología

En cada una de las zonas del puerto y sustratos naturales aledaños se establecieron 6 transectos de 10m distribuidos de manera homogénea en la línea costera (Figura 1). En cada transecto se fotografiaron 5 puntos de forma aleatoria, obteniendo imágenes de sustratos verticales y horizontales en el medio-litoral superior y supra-litoral y con cuadrículas de 25x25cm. Se trabajó con las medias de cobertura de cada punto de transecto ($N_{TOTAL} = 120$). La cobertura de especies se obtuvo con Adobe Photoshop. La cobertura de especies se agrupó en torno a cuatro estrategias de alimentación: autótrofa, suspensívora, filtradora y ramoneadora.

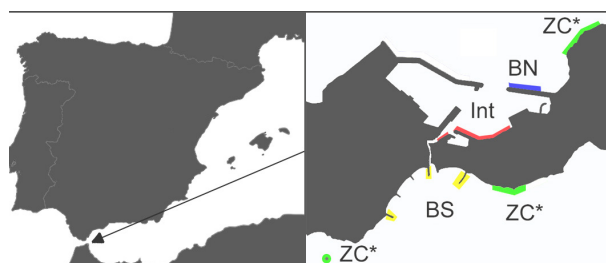


Figura 1. Puerto de Ceuta (35° 53' 34" N - 5° 18' 48" W). BN = Bahía Norte escollera, BS = Bahía Sur escollera, Int = Interior del Puerto escollera, ZC = Zonas control, sustrato natural. * Los transectos de ZC se distribuyeron entre Bahía Norte (3) y Bahía Sur (3).

Análisis estadísticos

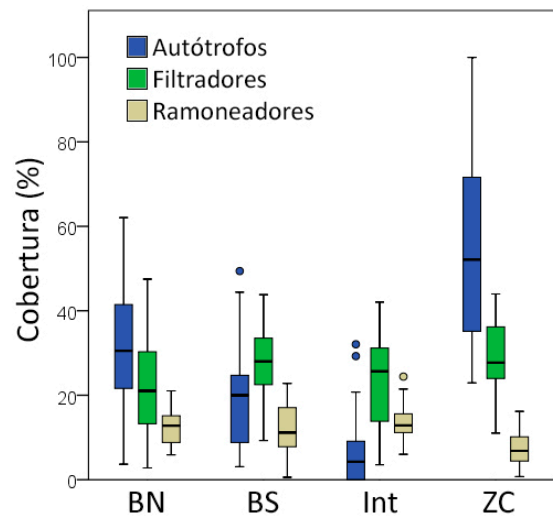
En torno al factor Zona (cuatro niveles: BN, BS, Int y ZC) se realizaron modelos lineales generales (GLM) con el número de especies y estrategias de alimentación y pruebas de correlación bi-variadas entre variables. Para la realización de los análisis se utilizó el software SPSS, IBM Statistics.

Resultados

Se observaron datos de cobertura de 46 especies, de las cuales 25 fueron autótrofas (cobertura media: cob = 28%), 13 ramoneadoras (cob = 11,2%), 6 filtradoras (cob = 25,4%) y 2 suspensívoras (cob = 0,1%). Entre zonas, el número de especies fue mayor en las zonas naturales que las artificiales (Tabla 1) y la variación de cobertura entre zonas resultó significativa para las tres estrategias de alimentación dominantes en la comunidad (ver Figura 2). Asimismo, las estrategias de alimentación de autótrofos y ramoneadores se correlacionaron negativamente ($R^2 = 0,43$; $P(\text{Pearson}) < 0,01$).

Tabla 1. Número de especies. Resultados GLM y comparación por pares entre zonas. $P(\text{Levene}) = 0.09$

| Origen | Gl | MS | F | P |
|-------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| Zona | 3 | 13674 | 47,21 | <0,01 |
| Res | 116 | 343,8 | | |
| Pair-wise (SNK): | | | | |
| ZC > (BN = BS) > Int | | | | |



■ GLM Autótrofos:
 $P(\text{Levene}) < 0.01$; $P(\text{zona}) < 0.01$
 Pair-wise: $ZC > BN > BS > Int$

■ GLM Filtradores:
 $P(\text{Levene}) = 0.08$; $P(\text{zona}) < 0.01$
 Pair-wise: $ZC > (BS = Int) > BN$

■ GLM Ramoneadores:
 $P(\text{Levene}) = 0.07$; $P(\text{zona}) < 0.01$
 Pair-wise: $(Int = BN = BS) > ZC$

Figura 2. Cobertura de las principales estrategias de alimentación. Se muestran las medianas, cuartiles, desviación típica y resultados GLM y comparaciones por pares para las distintas zonas del intermareal de Ceuta. BN = Bahía Norte artificial, BS = Bahía Sur artificial, Int = Interior del Puerto, ZC = Zonas control (sustrato natural).

Discusión

La menor riqueza de especies registrada sobre las estructuras artificiales es un fenómeno muy frecuente y bien documentado [3]. La costa Norte del estrecho de Gibraltar está compuesta en más de un 15% por sustratos artificiales, por lo que los resultados indican que podría estar ocurriendo un impacto importante en el número de efectivos y la conectividad de ciertas especies bentónicas [3].

Debido a que las muestras de las zonas naturales (ZC) se obtuvieron en ambas bahías (BN y BS), podríamos esperar mayor dispersión en ZC que en BN y BS. Sin embargo, esto sólo ocurre para los autótrofos y no para el resto de variables, riqueza de especies o dispersión multivariante (datos no publicados). Por tanto, el tipo de sustrato (natural o artificial) parece jugar un papel muy importante, aunque las diferencias de autótrofos y filtradores sí estarían influenciadas por las condiciones de menor turbidez y materia orgánica en suspensión en BN con respecto a BS [5].

Al igual que ocurre con *P.ferruginea*, el sustrato de escollera permite una mayor cobertura de ramoneadores en sustrato artificial que en sustrato natural en Ceuta [2]. Por su parte, la actividad de ramoneo puede reducir la abundancia de macroalgas [4], mientras que la menor exposición al oleaje, renovación de agua y/o polución en el interior del Puerto (Int), serían los principales determinantes de la reducción de autótrofos en Int con respecto a BN y BS [1].

Referencias

- [1] JM. Guerra-García, JC. García-Gómez. Assessing pollution levels in sediments of a harbour with two opposing entrances. Environmental implications. J. Environ. Manage. 77 (2005) 1-11.
- [2] GA. Rivera-Ingraham, F. Espinosa, JC. García-Gómez. Conservation status and updated census of *Patella ferruginea* (Gastropoda, Patellidae) in Ceuta: distribution patterns and new evidence of the effects of environmental parameters on population structure. Anim. Biodivers. Conserv. 34 (2011) 83-99.
- [3] LB. Firth, AM. Knights, D. Bridger, A. Evans, N. Mieskowska, PJ. Moore, E. Nessa, ES. O'Connor, RC. Thompson, SJ. Hawkins. Ocean sprawl: challenges and opportunities for biodiversity management in a changing world. Oceanogr. Mar. Biol. 54 (2016) 189-262.
- [4] D Raffaelli, S Hawkins. Intertidal Ecology. London, Chapman and Hall, 1996
- [5] S. Stanichny, V. Tigny, R. Stanichnaya, S. Djenidi. Wind driven upwelling along the African coast of the Strait of Gibraltar. Geophys. Res. Lett. 32 (2005).

CLIMATE CHANGE IN THE NORTH ATLANTIC AND ITS IMPACT IN THE CANARY CURRENT UPWELLING SYSTEM

Vázquez, Rubén ⁽¹⁾; Parras-Berrocal, Ivan M. ⁽¹⁾; Izquierdo, Alfredo ⁽¹⁾; Cabos, William ⁽²⁾; Sein, Dmitry V. ⁽³⁾; Mañanes, Rafael¹ and Perez-Sanz, Juan ^(1,2)

⁽¹⁾ Applied Physics Department, University of Cadiz, Cadiz, SPAIN.
ruben.vazquezmedina@alum.uca.es, ivan.parras@uca.es, alfredo.izquierdo@uca.es, rafael.salinas@uca.es

⁽²⁾ Department of Physics and Mathematics, University of Alcala, Alcala, Spain
william.cabo@uah.es, nacho.perez@uah.es

⁽³⁾ Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany
dmitry.sein@awi.de

Key words: North Atlantic, upwelling, climate change, MPI-ESM, Canary current

Abstract

The atmosphere-ocean interaction plays a fundamental role in determining the local and regional climate. At the same time, those areas of the planet where this interaction is intense are extremely sensitive to changes in the global climate. Among these climate sensitive regions are coastal upwelling zones, which also have great socio-economic importance. This work focuses on the study of the impact that projected climate change can have on the Canary current upwelling system.

With this aim RCP8.5 (2006-2100) and historical (1850-2005) runs from the Earth System Model of the Max Plank Institute (MPI-ESM) generated for the CMIP5 project were used. This RCP corresponds to the most unfavorable emissions scenario from IPCC. The impact of anthropogenic climate change in the Canary current upwelling system will be estimated by the comparison between the RCP8.5 and historical runs, obtaining the changes of the characteristics of the upwelling (intensity, position and seasonal variability).

Changes in the North Atlantic sea surface temperature (SST) suggest a weakening of the African upwelling. There is an increase in the vertical temperature gradient (with a mean value 0,02°C/m) with the largest increment near the surface (0,05°C/m). This higher stratification affects the ascent of the deeper water masses. Simultaneously, we found an intensification of the alongshore wind component in the future, with increments up to 0,5 m/s in some zones as the Iberian Atlantic coast in the summer season. Finally, an exhaustive analysis of some upwelling indices allows us to evaluate the advantages and limitations of the use of coupled models for the study of regional climate change.

EFECTOS INDIVIDUALES E INTERACCIÓN ENTRE $p\text{CO}_2$ Y pH EN LA CALCIFICACIÓN DEL COCOLITOFÓRIDO *EMILIANA HUXLEYI* EN DISTINTOS ESCENARIOS DE CAMBIO GLOBAL: RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y VARIABILIDAD MORFOMÉTRICA DE COCOLITOS Y COCOESFERAS

Vázquez, Víctor ⁽¹⁾; León, Pablo ⁽²⁾; Gordillo, Francisco ⁽³⁾; Jiménez, Carlos ⁽⁴⁾;
Mackenzie, Kevin ⁽⁵⁾; Bresnan, Eileen ⁽⁶⁾; Segovia, María ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España
Department of Research and Development, Cocosphere Environmental Analysis,
Málaga, España. vazquez@uma.es

⁽²⁾ Marine Planning, Energy & Environment, Marine Scotland Science, Aberdeen,
U.K., pablo.Diaz@gov.scot

⁽³⁾ Dpto. de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España,
gordillo@uma.es

⁽⁴⁾ Dpto. de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España,
carlosj@uma.es

⁽⁵⁾ Institute of Medical Sciences, University of Aberdeen, U.K.,
k.s.mackenzie@abdn.ac.uk

⁽⁶⁾ Marine Planning, Energy & Environment, Marine Scotland Science, Aberdeen,
U.K., Eileen.Bresnan@gov.scot

⁽⁷⁾ Dpto. de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España,
segovia@uma.es

Palabras Clave: Acidificación oceánica, Calcificación, Morfometría, ROS, Viabilidad celular, Muerte celular

En el pasado geológico, el planeta ha experimentado períodos significativos de fluctuaciones en algunos de los moduladores atribuidos al cambio global, pero el ritmo al que el dióxido de carbono (CO_2) está cambiando a nivel mundial, nunca ha sido tan rápido [1]. Se predice que su concentración en la atmósfera llegará a una presión parcial de 1000 μatm a final de este siglo [2]. Los océanos están absorbiendo parte de este CO_2 , produciendo una disminución en el pH de 8.2 (nivel preindustrial) a 7.77 [3], generando cambios en el equilibrio de carbono inorgánico disuelto (DIC) y alterando el estado de saturación del carbonato de calcio [4].

El fitoplancton incorpora aproximadamente de 45 a 50 billones de toneladas métricas de carbono inorgánico por año, eliminado una cuarta parte del CO_2 emitido a la atmósfera por las actividades antropogénicas [5]. Además, son un componente importante del ciclo global del carbono y constituyen la base de la cadena trófica [6]. Esta tendencia de enriquecimiento de CO_2 tendrá un efecto muy significativo en la fotosíntesis, la calcificación y la composición elemental del fitoplancton marino, y podría influir en la composición y sucesión de las especies de los ecosistemas [7].

Los cocolitofóridos, Prymnesiophyceae [8], son un grupo de fitoplancton unicelular calcificante y cosmopolita, con sensibilidad a la acidificación oceánica. Se encuentran entre los productores de CaCO_3 más

importantes de nuestro planeta [9] y forman parte integral del ciclo del carbono, siendo los únicos productores primarios de calcita biogénica en el océano abierto. De los cocolitofóridos conocidos, *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler es la morfoespecie más joven, más abundante y cosmopolita, y ha dominado las comunidades de cocolitofóridos durante 73.000 años [10], dándose en toda la zona fótica [11] donde se asocian con altos niveles de luz, debido a la alta tolerancia de esta especie a irradiancias elevadas [8]. A pesar de la importancia global de *E. huxleyi*, solo existe una comprensión limitada de los procesos celulares más relevantes y su respuesta al cambio ambiental.

El objetivo general de este trabajo es determinar la influencia de la acidificación oceánica, en la fisiología del cocolitofórido *E. huxleyi*, discriminando el efecto del incremento del CO₂, por un lado, y del descenso del pH, por otro. Para ello (1) se estudiaron los posibles cambios producidos en *E. huxleyi* por el incremento de la pCO₂ y disminución de los valores de pH, mediante la determinación de la abundancia celular (citometría de flujo, BD Accuri™ C6), el estudio de la viabilidad celular (diacetato de fluoresceína, FDA), la mortalidad celular (SYTOX-Green), la detección de especies reactivas de oxígeno (Carboxi-H2FFDA, ROS) y la medida de la fluorescencia in vivo de la clorofila a asociada al fotosistema II (FV/FM) por fluorimetría Water-PAM; (2) se estableció a través del análisis biométrico (Fig.1.), mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y Fiji-ImageJ, la variabilidad morfológica en cocolitos y coesferas; (3) se determinó las diferencias que existen en la calcificación acidificando el medio por dos métodos distintos, bien burbujeando aire enriquecido con CO₂ puro, o bien añadiendo ácido clorhídrico; por último, (4) se valoró los posibles efectos ecológicos de la respuesta de *E. huxleyi* a la acidificación oceánica dentro de escenarios futuros de cambio global. Para ello, se propusieron tres tratamientos HC-LP (1000-1200 µatm de CO₂ y pH 7.6-7.8 con acidificación por enriquecimiento de CO₂), LC-HP (380-390 µatm de CO₂ y pH 8.2) y LC-LP (380-390 µatm de CO₂ y pH 7.6-7.8 con acidificación por adición de HCl).

Tanto el aumento del CO₂ como la disminución del pH resultaron en una disminución de la tasa de crecimiento, del rendimiento cuántico óptimo (F_v/F_m) y de la viabilidad celular (FDA), mientras que, por otro lado, resultaron en un aumento de la muerte celular (SYTOX-Green) y del contenido en especies reactivas de oxígeno (ROS). El análisis morfológico de cocolitos y coesferas reveló grados variables de malformación y una disminución del diámetro, por lo que se determinó que la morfología puede verse afectada por la pCO₂ y

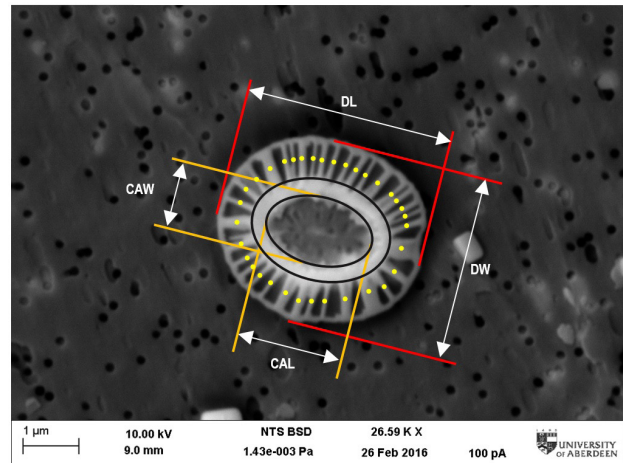


Fig. 1.: Parámetros morfológicos medidos en *E. huxleyi*. V. Vázquez.

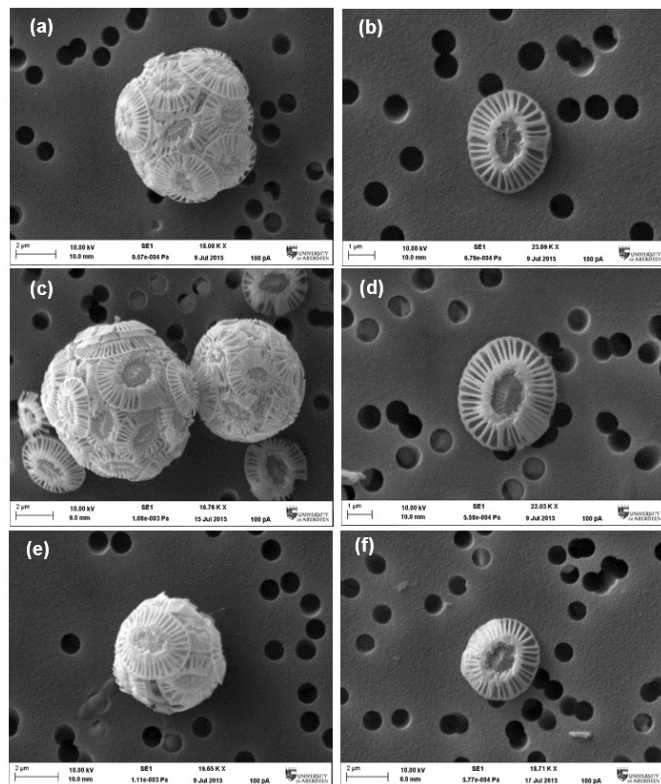


Fig. 2.: Micrografías de *E. huxleyi* bajo los tratamientos HC-LP (a, b), LC-HP (c, d) y LC-LP (e, f). V. Vázquez

el pH independientemente del estado nutricional (Fig. 2.). Estos resultados indican que *E. huxleyi* responde de manera diferente a la acidificación dependiendo de si ésta se consigue por enriquecimiento con CO₂ o por adición de HCl.

Este estudio demuestra que es posible obtener una imagen más completa de los impactos del cambio global en el fitoplancton mediante el diseño de experimentos que consideran múltiples variables de cambio global y sus interacciones.

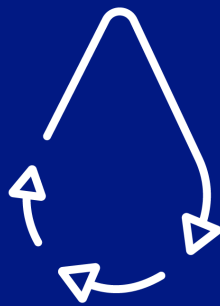
Conclusiones

El crecimiento de *E. huxleyi* se ve limitado por el efecto de la Acidificación Oceánica, tanto por el enriquecimiento con CO₂ como por la adición de HCl, teniendo este último un efecto más negativo. El tamaño de las coesferas y cocolitos muestran una tendencia a la reducción con el aumento de la pCO₂ y la disminución de pH. Muestran variación en el grado de terminación, tamaño, grado de calcificación y malformación. El análisis morfométrico puede ser tomado como estimador del grado de calcificación para organismos calcificantes.

Referencias

- [1] Hoegh-Guldberg, O., Bruno, J. F., Science 328 (2010) 1523-1528.
- [2] Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Cambridge, U.K. and N.Y., 2013.
- [3] Beardall, J., Sobrino, C., Stojkovic, S., Photochemical and Photobiological Sciences 8 (2009) 1257-1265.
- [4] Doney, S. C., Nature 444 (2009) 695-696.
- [5] Gao, K., Xu, J., Gao, G., Li, Y., Hutchins, D. A., Huang, B., Nature: Climate Change 2 (2012) 519-523.
- [6] Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., Falkowski, P., Science 281 (1998) 237-240.
- [7] Tortell, P. D., DiTullio, G. R., Sigman, D. M., Morel, F. M. M., Mar. Ecol. Prog. Ser. 236 (2002) 37-43.
- [8] Paasche, E., Phycologia 40 (2002) 503-529.
- [9] Zondervan, I., Zeebe, R. E., Rost, B., Riebesell, U., Global Biogeochemical Cycles 15 (2001) 507-516.
- [10] Thierstein, H. R., Geitzenauer, K. R., Molfino, B., Shackleton, N. J., Geology 5 (1977) 400-404.
- [11] Okada, H., Honjo, S., Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Paper 20 (1973) 335-374.

3.2. La gestión integrada del mar



ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA PESQUERÍA DEL CERCO EN EL GOLFO DE CÁDIZ

Amboage, Moraima⁽¹⁾; Casimiro-Soriguer, Milagrosa⁽¹⁾; Macías, José C.⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Puerto Real, Cádiz.

moraima.amboage@gmail.com, mila.soriguer@uca.es

⁽²⁾ Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda. Sanlúcar de Barrameda, Cádiz.
tecnico.cofradia.sanlucar@gmail.com

Palabras Clave: cerco, Golfo de Cádiz, gestión, boquerón, sardina.

La pesquería del cerco en el Golfo de Cádiz ha tenido que enfrentar una serie de dificultades en los últimos años, la imposición de una cuota para la sardina (*Sardina pilchardus*) por parte de España y Portugal, así como la modificación en la gestión del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) [1] son algunas de ellas. Este sistema actual de gestión ha derivado en unos límites de capturas por barco que, para una parte de la flota, son insuficientes para mantener su viabilidad económica. En la actualidad estos buques se encuentran sin ninguna solución.

Por ello los objetivos de este trabajo fueron: 1) Evaluar el estado de la gestión de esta pesquería en el Golfo de Cádiz. 2) A partir del análisis anterior, detectar sus deficiencias y proponer las mejoras a realizar, entre ellas un nuevo plan de gestión más sostenible, tanto biológicamente como económicamente.

Para poder llevar a cabo este diagnóstico se realizó una revisión bibliográfica de planes similares aplicados en el ámbito de la Unión Europea y de la normativa de aplicación partiendo del nivel europeo y los reglamentos comunitarios, hasta el nivel regional; la caracterización de la pesquería atendiendo a estos tres pilares: caladero, flota, recurso [2,3]; el análisis de los factores que influyen en la viabilidad económica de la actividad como la estructura de costes y la comercialización del producto y el diagnóstico de los elementos que interfieren en la gestión entre los que destacan acuerdos con terceros países o cambios temporales de modalidad.

Tras este análisis se ha propuesto un nuevo plan de gestión integral que consiste en disponer de un volumen de pesca para cada barco que esté compuesto por las posibilidades de pesca y/o cuotas de todas las especies mayoritarias objeto de esta modalidad (Figura 1).

$$\Sigma \text{ Cuota} = \text{Cuota boquerón} + \text{Cuota sardina} + \text{Cuota caballa} + \text{Cuota tonino} + \text{Cuota jurel}$$

Figura 1.- Fórmula de reparto por barco aplicada en el Plan de Gestión Integral

Para calcular qué cantidad de cada especie le corresponde a cada barco se han utilizado seis criterios de reparto. A cada una de las variables se le otorgó un peso en forma de porcentaje, el modelo se fue testeando variando estos porcentajes hasta alcanzar el resultado más equitativo para todos los barcos dentro de la premisa de alcanzar el umbral de rentabilidad estimado y demandado por el sector de 100.000 kg en cada barco. La combinación escogida se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.- Porcentaje otorgado a cada variable en el reparto de las cuotas del plan de gestión integral

| Arqueo (GT) | Antigüedad | Nº de tripulantes | Capturas históricas | Distancia al caladero | Preferencia |
|-------------|------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 13,3% | 13,3% | 13,3% | 20% | 13,3% | 30% |

El resultado nos muestra que aplicando un plan de gestión integral en el que se manejen todas las especies objetivo de este arte de pesca en un único plan e incluyendo variables de reparto que tengan en cuenta el aspecto socioeconómico, se puede llegar a una situación sostenible para esta flota que asegure su viabilidad.

Referencias

- [1] España, Orden AAA/365/2014, de 11 de marzo, por la que se modifica la Orden AAA/627/2013, de 15 de abril, por la que se establece un plan de gestión para los buques censados en el Caladero Nacional del Golfo de Cádiz. Boletín Oficial del Estado, 14 de marzo de 2014, núm. 63, pp. 23215-23219
- [2] Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Censo de flota pesquera operativa, 2017.
- [3] ICES, Report of the Working Group on Southern Horse Mackerel, Anchovy and Sardine (WGHANSA) 24-29 June 2017, Bilbao, Spain, 2017, p.684.

UNA SÍNTESIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE MANEJO COSTERO INTEGRADO EN AMÉRICA CENTRAL

Caviedes, Verónica ⁽¹⁾; Arenas-Granados, Pedro ⁽²⁾; Barragán, Juan Manuel ⁽³⁾

⁽¹⁾Estudiante de Doctorado en Gestión y Conservación del Mar, Universidad de Cádiz.

⁽¹⁾Profesora Titular I, Instituto Tecnológico Superior de Tela, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

^(2,3) Departamento de Historia, Geografía y Filosofía, Universidad de Cádiz.

Palabras Clave: Manejo Costero, América Central, Gestión Costera, Espacios Costeros, SICA.

Resumen

En el ámbito geográfico de América Central, compartido por Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica, incluyendo Belice y Panamá, se comparten ecosistemas, culturas, actividades económicas y usos de diversos, así como también, impactos y amenazas. Estos aspectos deben tratarse desde una óptica de trabajo conjunto entre los países, así como con un enfoque integrado en su manejo. Son naciones que se encuentran estrechamente ligadas desde el punto de vista geográfico por su espacio marino y costero, sin embargo no tienen en la actualidad ninguna política pública común supranacional de Manejo Costero Integrado -MCI- de dichos espacios y que además, debido a esto, presentan diferentes niveles de formulación e implementación de sus políticas nacionales en diversos asuntos que atañen a la toma de decisiones en este ámbito. Por tanto, se pretende un análisis que ayude a entender en ciertos aspectos la evolución del MCI en la región, para lo que se tendrán en cuenta las políticas e instrumentos a nivel del Sistema de Integración Centroamericana -SICA-, los proyectos e iniciativas relacionados con el MCI desarrolladas en la región, así como, la influencia que los convenios, acuerdos y eventos internacionales han tenido sobre el desarrollo del MCI en América Central. Se enfatiza en la necesidad de armonización de las respuestas nacionales vinculadas con la sostenibilidad del espacio costero y marino de Centroamérica.

El objetivo del presente estudio es hacer un análisis general, desde una perspectiva histórica reciente, teniendo en cuenta la Cumbre de 1992, del proceso de inserción y evolución del enfoque del MCI en las políticas públicas en América Central, considerando a Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, Panamá y Belice. No se pretende aquí hacer un análisis individual de los avances del MCI en cada uno de los países, sino poner la mirada en la escala de gobierno regional. Formulando a su vez la hipótesis de que la implantación del enfoque del MCI a través de las políticas públicas supranacionales del SICA se encuentra en una fase inicial, siendo inexistente hoy día una iniciativa regional de política para un mejor gobierno del espacio costero-marino de América Central. Varios métodos relacionados han sido empleados para el análisis, por un lado, del carácter espacial del objeto de estudio, el ámbito marino costero, tanto del subsistema físico-natural como el socio-económico, y por otro lado, el análisis del manejo integrado de dicho espacio como subsistema político-administrativo, por su identificación dentro de la teoría del ciclo temporal de las políticas públicas (Clark, 1996; Vallega, 1999; Olsen, 2003). En el presente trabajo de investigación, el objeto específico de análisis es el espacio costero y marino de la región de América Central, siendo por tanto un análisis con enfoque geográfico, como ciencia de la organización del espacio (Chica, 2008). Para llegar a este diagnóstico se empleará una metodología hipotética deductiva con una perspectiva temporal de aproximadamente 26 años (desde la Cumbre de Río 92 hasta 2018). Se llevará a cabo la búsqueda de información que nos permita de forma general caracterizar el objeto de estudio desde el punto de vista de los subsistemas físico-natural y socio-económico para cada uno de los países que componen la región de América Central, para posteriormente alcanzar a tener una perspectiva más amplia del contexto. Posteriormente, se realizará el análisis de diferentes ítems que ayuden a entender la evolución del MCI en el conjunto regional. Estos ítems se han clasificado en: a) Principales políticas públicas en la escala supranacional del SICA, b) Proyectos e iniciativas desarrollados en los países de la región o entre unidades transfronterizas, c) Convenios,

acuerdos y eventos internacionales y su influencia sobre el desarrollo del MCI en la región, y d) Políticas explícitas e implícitas de MCI en los países de América Central.

Este análisis ha permitido inicialmente confirmar que los países de la región se encuentran en diferentes momentos de formulación e implementación de sus políticas públicas orientadas al MCI. Según Barragán (2005), se observan niveles de gestión costera muy diferentes entre los distintos países latinoamericanos. Existe una fuerte necesidad de cooperación, la cual se basa en la conexión de estos estados a través de ecosistemas, sociedad y culturas, actividades económicas, problemáticas, amenazas e impactos comunes. Ya desde los años 90, Foer y Olsen (1992), reportan el creciente deterioro de las condiciones de los recursos costeros de América Central. Es por tanto, que en el marco del Sistema de Integración Centroamericana - SICA -, es donde se debería proponer una política regional a partir de la cual se armonicen las políticas nacionales de MCI. En 2010 tuvo lugar el Relanzamiento de la Integración Centroamericana, clave para la inserción del MCI a las nuevas tendencias políticas venideras. Es en estos ámbitos donde debe ponerse énfasis en la implementación de instrumentos de forma coordinada, donde se fomente la cooperación entre estados y se definan usos compartidos y solidarios entre los mismos. Además, es claro que a partir de ahora, tal cooperación deberá estar en línea con los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Referencias

- [1] La gestión de áreas litorales en España y Latinoamérica. Servicio de publicaciones Universidad de Cádiz, España, BARRAGÁN, 2005.
- [2] Conservación y desarrollo en el litoral español y andaluz: Planificación y gestión de espacios protegidos. Colección Universidad en Español, CEP editorial, España, Chica, 2008.
- [3] Coastal Zone Management Handbook, CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A, Clark, 1996.
- [4] Las costas de Centroamérica: Diagnósticos y Agenda para la Acción. U.S.A, Foer y Olsen, 1992.
- [5] S. Olsen, Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. *Ocean & Coastal Management*, 46(3-4):347–361. 2003.
- [6] Fundamentals of Integrated Coastal Management, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany, Vallega, 1999.

ESTIMACIÓN DE CARGAS DE NUTRIENTES POR AVES ACUÁTICAS EN LAS LAGUNAS COSTERAS DEL PARAJE NATURAL DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO GUADALHORCE (MÁLAGA)

Conejo-Orosa, Teresa; Moreno-Ostos, Enrique

Grupo de Ecología Marina y Limnología, Departamento de Ecología y Geología,
Universidad de Málaga.

tereorosa9@gmail.com; quique@uma.es

Palabras Clave: humedal costero, aves acuáticas, guanotrofización, fósforo, nitrógeno, Guadalhorce.

El Paraje Natural de la Desembocadura del río Guadalhorce (Málaga) es un humedal compuesto por numerosas lagunas costeras de origen antrópico. Todas ellas son lagunas pequeñas, poco profundas, con fuertes oscilaciones en el nivel de la lámina de agua y con una productividad elevada. Las lagunas someras constituyen con frecuencia sistemas eutróficos de forma natural. Atendiendo a su régimen de mezcla-estratificación, estos ecosistemas someros se clasifican generalmente como polimícticos, esto es, la masa de agua tiende a estar continuamente mezclada como consecuencia del efecto del viento y la escasa profundidad. Esta mezcla continua provoca que haya mayor intercambio de nutrientes entre la columna de agua y el sedimento, aumentando con ello la productividad del ecosistema.

En este trabajo se han estudiado las lagunas La Casilla, Río Viejo, Eucaliptal, Costera, Sur, Escondida, Grande y Limícolas (Fig. 1). Todas ellas se mantienen permanentemente inundadas por el afloramiento de aguas subterráneas asociadas al acuífero detrítico del delta del río Guadalhorce. Se trata de lagunas endorreicas muy cercanas al mar, que se ven influidas por la intrusión marina, con aportaciones de agua dulce muy escasas. La salinidad de las aguas en las distintas lagunas de este complejo varía en función de su situación respecto al litoral.

Este humedal costero cobra especial importancia por ser una zona estratégica para las aves migratorias, es utilizado como estación de reposo y alimentación durante las migraciones. En zonas de descanso o en colonias de crías, las aves acuáticas pueden aportar suficientes cargas de nutrientes como para causar cambios importantes en el estado trófico de sistemas acuáticos somero. El proceso de entrada de nutrientes asociado a las excreciones de aves acuáticas sobre lagunas y humedales se denomina guanotrofización, y es especialmente relevante en regiones áridas ^[1].

La carga de nutrientes aportadas a las lagunas por las aves acuáticas varía según la especie, los hábitos alimenticios y el momento del año; las masas de agua que son más vulnerables a la guanotrofización son aquellas donde la densidad de población de aves es alta, el asentamiento es prolongado, y la profundidad de la laguna es escasa ^[2]. Los sistemas acuáticos que presentan escasos flujos de salida tienen más probabilidades de mostrar efectos de eutrofización debido a la actividad de las aves ^[3].

Este estudio tiene como objetivo estimar las cargas de fósforo (P) y nitrógeno (N) aportadas por el guano de las aves acuáticas en el Paraje Natural de la Desembocadura del Guadalhorce, a partir de modelos empíricos y censos de aves realizados durante diez meses.

Metodología

Los censos se han llevado a cabo desde nueve puntos de observación repartidos en las diferentes lagunas costeras de estudio. El periodo de censos se ha extendido desde septiembre de 2017 hasta junio de 2018. Se han realizado dos censos al mes, con una duración de 20 minutos en cada laguna. Se ha muestreado siempre a la misma hora, siguiendo el mismo orden de laguna y teniendo en cuenta la meteorología (evitando lluvias y vientos fuertes).

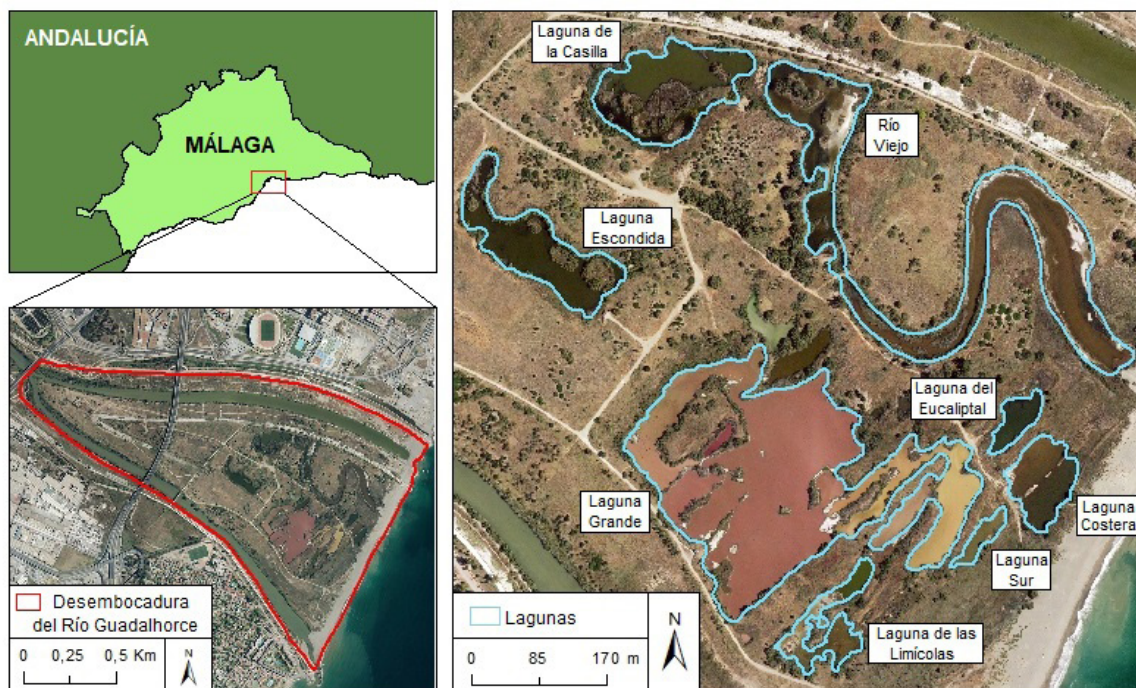


Figura 1: Mapa de localización del Paraje Natural de la Desembocadura del Guadalhorce, en el que se indican las lagunas estudiadas.

Para estimar la carga de P y N que supone la presencia de cada una de las especies de aves encontradas en el paraje, se ha utilizado el siguiente modelo ^[4].

$$L = \frac{N \cdot W \cdot D \cdot Cd \cdot Pb}{S}$$

Donde L es la carga de P o N ($g / mes \cdot m^2$), N es el número de individuos presentes en la laguna al mes (individuo/mes), W es el peso corporal medio de cada individuo ($g / individuo$), D es el peso seco de los excrementos producidos por individuo como porcentaje del peso corporal (g peso seco excremento/ g de individuo), Cd es el contenido de P y N en los excrementos como porcentaje del peso seco de los mismos (g P/ g peso seco de excremento), Pb es la probabilidad de que los excrementos entren en la masa de agua, y S es la superficie visible de la laguna desde los puntos de observación (m^2 de laguna).

Para la estimación del peso seco de las deposiciones por especie, así como del P y N contenido en ellas, se han seguido las aproximaciones propuestas por ^[4] y ^[5]. La probabilidad de que los excrementos de cada especie se depositen en el agua se ha establecido en función de los hábitos de vida de cada especie censada. A las especies que pasan parte del tiempo en el agua se les asigna una probabilidad de 0.5, mientras que a aquellas que pasan a mayor parte del tiempo en la laguna se les asigna una probabilidad de 1 ^[4].

Este trabajo muestra las cargas de N y P aportadas por la comunidad de aves acuáticas a este humedal costero durante un ciclo anual. Los resultados obtenidos permiten un mejor conocimiento de este ecosistema, que puede redundar en beneficios para su gestión y conservación.

Referencias

- [1] G. Batanero, E. León-Palmero, L. Li, A. Green, M. Rendón-Martos, C. Suttle & I. Reche, *Sci.Rep.* 7:12173 (2017).
- [2] R. Fleming & H. Fraser, Ridgetown College, University of Guelph, Ridgetown, Ontario, Canada, 2001, p. 14.
- [3] H. Harris, J. Ladowski & D. Worden, *J Wildlife Manage*, 45 (1981) 501-507.
- [4] N.M. Scherer, H.L. Gibbons, K.B. Stoops & M. Muller, *Lake Reserv Manag* 11 (1995) 317-327.
- [5] B.A. Manny, W.C. Johnson & R.G. Wetzel, *Hydrobiologia* 279-280 (1994) 121-132.

OCURRENCIA Y EFECTO DE ANTIMICROBIANOS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Fernandez Rodriguez, Ronield ⁽¹⁾; Colás Ruiz, Rocio ⁽²⁾; Hampel, Miriam ⁽³⁾

Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Puerto Real, España.

⁽¹⁾ronieldelias.fernandezrodriguez@alum.uca.es

⁽²⁾rocio.colas.ruiz@gmail.com

⁽³⁾miriam.hampel@uca.es

Palabras Clave: Antimicrobianos, ecosistemas acuáticos, ambientes acuáticos, contaminantes emergentes, compuestos farmacéuticos.

Los antimicrobianos han recibido particular atención desde finales de los años 90. Desde ese entonces su presencia y efectos sobre los ecosistemas acuáticos y el hombre han sido muy estudiados, sin embargo, actualmente se tiene muy poco conocimiento sobre su impacto toxicológico y ecológico [1]. Este tipo de contaminantes en particular, no necesitan persistir en medios ambientales, ya que sus altas tasas de transformación y eliminación son compensadas por su introducción continua en el ambiente [2]. Su alto consumo y pobre absorción en animales y el hombre han ocasionado que sean vertidos a aguas receptoras en sus diferentes procesos de elaboración, consumo y eliminación, con o sin tratamiento previo en estaciones de tratamiento de aguas residuales, llegando a estar presentes en ecosistemas acuáticos. Los antimicrobianos han sido detectados en afluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, efluentes, aguas superficiales, aguas subterráneas, agua de río y de mar y agua potable a concentraciones de ng/L^{-1} , así como también se han encontrado en sedimentos de río y mar a concentraciones de ng/g^{-1} . Esta circunstancia podría contribuir negativamente en el desarrollo y conservación de estos ecosistemas.

El objetivo de esta revisión es presentar el conocimiento actual sobre la ocurrencia y efecto de los antimicrobianos en ecosistemas acuáticos, determinando su presencia en las diferentes matrices ambientales y los efectos originados sobre organismos acuáticos. Para ello se realizó una búsqueda de toda la bibliografía más relevante (artículos, libros especializados, informes públicos) en las principales bases de datos como Web of Science y Scopus, utilizando palabras claves como: antimicrobianos, ecosistemas acuáticos, ambientes acuáticos, contaminantes emergentes, compuestos farmacéuticos.

Según el conocimiento adquirido sobre la presencia y los efectos de los antimicrobianos, la mayor presencia se ha detectado en afluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales con concentraciones de hasta 3,600 [3], 3,020 y 2,608 ng/L^{-1} para Oxitetraciclina, Albendazol y Metronidazol, respectivamente. Sin embargo, la mayor preocupación se debe a la deficiencia que presentan las tecnologías convencionales para el tratamiento de aguas residuales, permitiendo la llegada de estos compuestos a aguas superficiales, agua de mar y agua potable en concentraciones de hasta 340, 1,900 y 1.81 ng/L^{-1} respectivamente.

La resistencia de los microorganismos, en especial las bacterias, a los compuestos antimicrobianos, ha sido muy estudiada. Se cree, que la continua introducción de estos compuestos en los ecosistemas acuáticos, podría derivar en una presión selectiva sobre las bacterias, favoreciendo así, el desarrollo de microorganismos resistentes a los antimicrobianos. Por otro lado, la continua exposición de las bacterias a estos compuestos, podría derivar en una presión evolutiva, dando origen a mutaciones genéticas que codifiquen para la síntesis de proteínas con actividad hidrolítica sobre algunos antimicrobianos. Sin embargo y aunque los efectos generados por estos compuestos sobre los microorganismos son de gran importancia, la principal preocupación de esta revisión se centra en los efectos sobre otros organismos acuáticos como pueden ser los organismos invertebrados donde se ha observado, por ejemplo, un aumento de los niveles totales de glutatión (tGSH) y de alanina aminotransferasa (ALT) [4], o la inhibición de la actividad a nivel cerebral de la acetilcolinesterasa [5].

Conclusiones

La ocurrencia y efectos de compuestos antimicrobianos en ecosistemas acuáticos es un factor que puede contribuir negativamente a mediano y largo plazo al equilibrio natural de estos, razón por la cual ésta problemática debe ser abordada desde una política de mejoramiento, con el objetivo de disminuir el daño que estos compuestos están ejerciendo sobre el medio ambiente y el hombre.

Agradecimientos

Agradezco a la Asociación Iberoamericana de Posgrados (AUIP), a la Universidad Simón Bolívar y a la doctora Miriam Hampel por todo el apoyo brindado durante esta etapa de formación en el programa de doctorado, Gestión y Conservación del Mar de la Universidad de Cádiz.

Referencias

- [1] Carvalho, I. T., & Santos, L, Environment international. 94 (2016) 736-757.
- [2] Petrović, M., Gonzalez, S., & Barceló, TrAC Trends in Analytical Chemistry. 22 (2003) 685-696.
- [3] Du, J., Zhao, H., Liu, S., Xie, H., Wang, Y., & Chen, J, Science of the Total Environment. 595 (2017) 521-527.
- [4] Nakano, T., Hayashi, S., & Nagamine, N, Environ Sci Pollut Res. 25 (2018) 7121-7128.
- [5] Liu, J., Lu, G., Ding, J., Zhang, Z., & Wang, Y, Science of the Total Environment. 490 (2014) 914-920.

EL GÉNERO *DENDRODORIS* (MOLLUSCA: GASTROPODA: HETEROBRANCHIA: NUDIBRANCHIA) AL DESNUDO. ¿ES EL PATRÓN CROMÁTICO DE LAS ESPECIES DEL MAR MEDITERRÁNEO UN CARÁCTER VÁLIDO PARA SU IDENTIFICACIÓN?

Galià Camps, Carles; Ballesteros Vázquez, Manuel

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Facultat de
Biologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, España
carlesgalia@gmail.com, mballestros@ub.edu.

Palabras Clave: Cripsis, *Dendrodoris*, Biodiversidad, Marcador Molecular, Filogenia, Redescripción.

Los efectos de la cripsis entre distintas especies ha resultado ser en las últimas décadas una gran línea de estudio a trabajar no sólo con finalidad taxonómica, sino también por su importancia en la evaluación de la biodiversidad de las áreas de estudio y el estudio del propio ecosistema en si [1]. Con la revolución provocada en la era de los análisis moleculares, el método de la PCR y los resultados derivados de éste parecen ser la solución a numerosos casos donde una identificación errónea era dada a distintos organismos, contribuyendo así a una infravaloración de la riqueza biológica de los hábitats estudiados y restringiendo u otorgando áreas de distribución a distintos organismos que no les eran correspondidas [2].

El género *Dendrodoris* se caracteriza por la ausencia de la rádula, un carácter fundamental para la identificación de la mayoría de nudibranchios [3]. Externamente, presentan grandes similitudes unas especies con las otras, ya sea por la propia forma del animal como por el patrón de manchas que presentan en el dorso. Además, se considera que tienen una gran variabilidad cromática que provoca solapamiento entre especies y con ella confusión en cuanto a su identificación. Así, su correcta identificación sólo es posible mediante análisis de anatomía, lo cual provoca la muerte del organismo.

En el mar Mediterráneo se conocen hasta ahora tres especies de *Dendrodoris*; dos autóctonas (*D. grandiflora* y *D. limbata*) y una alóctona (*D. fumata*), citada en tan sólo dos ocasiones.

D. grandiflora se ha postulado como una especie distribuida en el mar Mediterráneo y Atlántico Este desde las Islas Canarias hasta la costa Norte de Francia. Se caracteriza por ser de color crema con manchas pardas, aunque también se han descrito ejemplares de diferente coloración, desde completamente negros, verdosos y rojos anaranjados.

D. limbata es una especie que se restringe en el área del mar Mediterráneo y el Atlántico próximo. Se caracteriza por tener el margen de color naranja y el dorso oscuro, aunque se han descrito también ejemplares que viran al color marrón y naranja.



Figura 1: Especies y morfotipos presentes del género *Dendrodoris* de las costas mediterráneas. Arriba izquierda: *Dendrodoris grandiflora*, arriba derecha: *D. herytra* melánico, centro izquierda: *D. herytra* morfo tipo intermedio, centro derecha: *D. herytra* morfo tipo rojo, abajo izquierda: *D. limbata* coloración clásica, abajo derecha: *D. limbata* morfo tipo azul.

D. fumata es una especie propia de la zona Indo-Pacífica, que se cree colonizadora del mar Mediterráneo a través del canal de Suez. Dicha especie presenta múltiple coloración, siendo altamente críptica con cualquier otra especie de *Dendrodoris* de aspecto morfológico parecido.

Finalmente, *D. herytra* es la especie del género cuya distribución natural es la más próxima al mar Mediterráneo. Externamente se ha definido por tener la branquia ligeramente más corta que las especies anteriores y ser de color rojo uniforme, en algunos casos negros.

En el presente estudio, mediante análisis de tres marcadores moleculares: COI, 16S y H3 se establece una primera filogenia molecular del género empleando ejemplares de la costa española y Mediterráneo occidental, definiendo de esta manera hasta tres especies de *Dendrodoris* de poblaciones autóctonas conocidas y citadas desde el siglo pasado [4,5]. Se confirma la presencia de la especie *D. herytra* en este mar, la cual se consideraba distribuida únicamente en el océano Atlántico, se descarta la presencia de *D. fumata* en las costas de Italia y se describe un nuevo fenotipo de *D. limbata*. Consecuentemente, se identifican las tres especies por su patrón cromático.

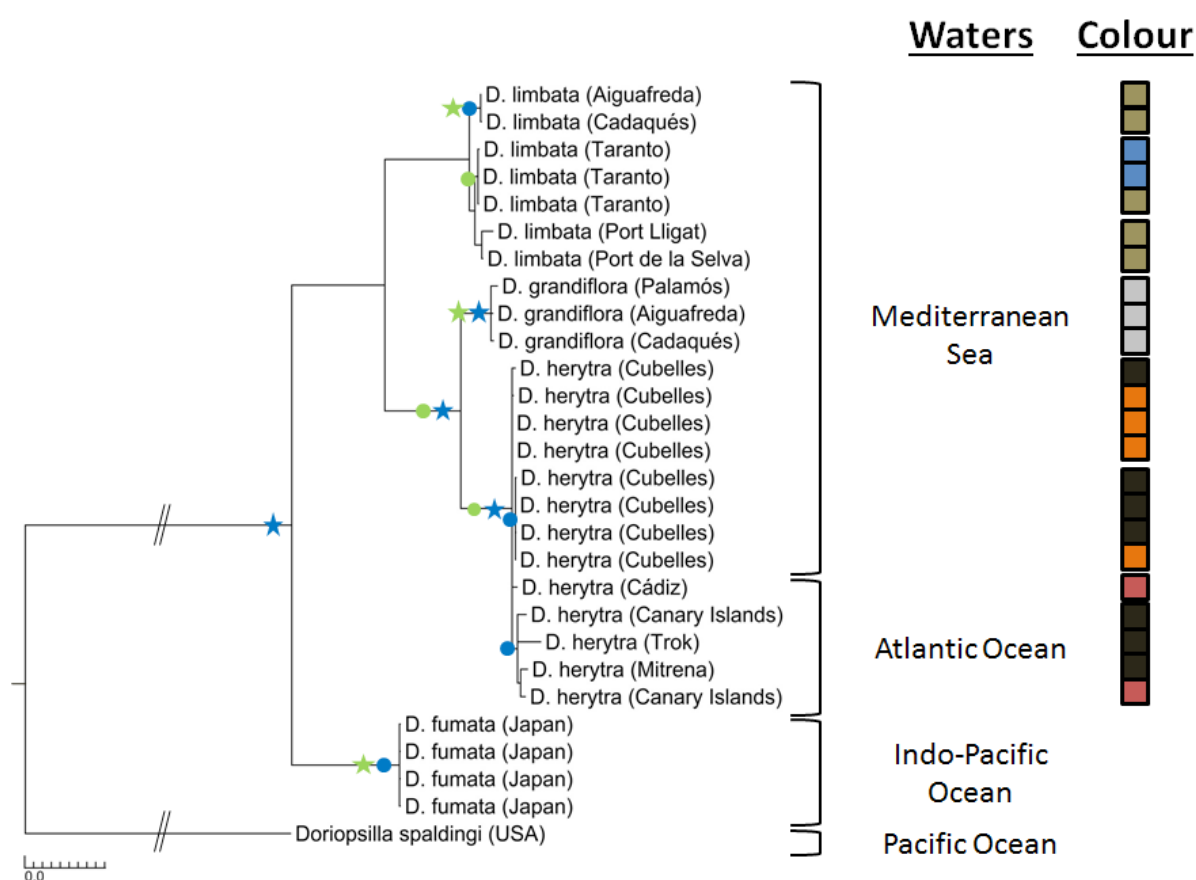


Figura 2: Filogenia resultante de la combinación de los marcadores moleculares COI, 16S y H3. Las figuras verdes indican los valores de nodo obtenidos por Máxima Verosimilitud. Las figuras azules los valores de nodo obtenidos por Inferencia Bayesiana. Las estrellas marcan valores de nodo absolutos (PP= 1, BT= 100). Los círculos marcan valores estadísticamente válidos (PP= >0.95, BS= >70)

Agradecimientos

El autor principal quiere agradecer especialmente a aquellos que dedicaron su tiempo y manos en los muestreos de las costas catalanas: Enric Madrenas, Oriol Castells y Víctor Cuesta. También quiere mencionar a Aketza Herrero, Fabio Vitale y Gonçalo Calado por las muestras recibidas de sus áreas. Finalmente agradecer a Alba Enguános por su crucial ayuda en el laboratorio molecular durante la realización del estudio.

Referencias

- [1] C. Fiser, C. T. Robinson, F. Malard, *Molecular Ecology* (2018) 27: 613-635.
- [2] G. Furfaro, D. Salvi, E. Mancini, P. Mariottini, *Molecular Phylogenetics and Evolution* (2018) 118: 13-22.
- [3] A. Valdés, J. Ortea, C. Ávila, M. Ballesteros. *Journal of Molluscan Studies* (1996) 62: 1-31.
- [4] M. Ballesteros. *Miscelanea Zoologica* (1986) 8: 41-49.
- [5] A. Domenech, C. Ávila, M. Ballesteros. *Journal of Molluscan Studies* (2002) 68: 29-37.

OPTIMIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE ALGUICIDAS MEDIANTE GC-MS/MS EN BIVALVOS

García, E.; Millán I.; Ruiz-Azcona, P.; Giráldez, I.; Morales, E.

Departamento de Química. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva, Huelva, España. elisagarcialorenzo@gmail.com

Palabras Clave: Alguicidas, Biocidas, tratamiento de muestra, Biota, SPE, TD-GC-MS/MS.

Las pinturas antiincrustantes desempeñan un papel importante en el transporte marítimo teniendo una gran trascendencia económica. Se estima que el consumo promedio de combustible se incrementa en un 6% por cada 100 micras de rugosidad media del casco. Tras 6 meses de suciedad, un barco gasta un 40% de combustible adicional para mantener una velocidad normal [1].

En el siglo XX se desarrollaron pinturas con compuestos de cobre, plomo, arsénico y mercurio, y a mediados de los años 60 se empezaron a utilizar compuestos organoestánicos, mayoritariamente de tributilestaño (TBT). Pero se han regulado a nivel internacional debido al severo impacto que provocan en el ecosistema acuático [2,3]. En 1989, la Comunidad Europea introdujo una directiva donde se restringe el uso de TBT en embarcaciones pequeñas (< 25 metros). En 2003, la Organización Marítima Internacional (IMO) y el Comité para la Protección Marina (MEPC) eliminaron totalmente el uso del TBT. La Unión Europea lo incorpora a su legislación en la Directiva Europea 782/2003.

Para sustituir a los compuestos organoestánicos se han diseñado otros a base de cobre que contienen biocidas orgánicos de “refuerzo” o “boosters”. Un compuesto de cobre como el óxido (CuO_2), el tiocianato (CuSCN) o el cobre metálico se utiliza como biocida principal. El cobre afecta a la mayoría de algas antiincrustantes así como a otros organismos como gusanos de tubo o percebes. Sin embargo, hay algunas especies de algas (por ejemplo especies de *Enteromorpha* sp., *Ectocarpus* sp., *Acnathess* sp.) con una alta tolerancia al cobre, por lo que estos compuestos no son efectivos por sí solos sin la adición de algún biocida orgánico de “refuerzo”[4]. Más de 18 compuestos se emplean mundialmente como biocidas de “refuerzo” y, como resultado de ello, se han encontrado importantes concentraciones en áreas costeras con alta actividad náutica, como en los puertos deportivos, presentando propiedades tóxicas como el Irgarol que pueden afectar a la biota marina. Por lo tanto, es necesario, desarrollar metodologías analíticas robustas y sensibles que sean capaces de determinar estos compuestos a bajas concentraciones en matrices complejas como los bivalvos.

En este trabajo se ha desarrollado un nuevo método analítico para la determinación de 5 alguicidas en muestras de moluscos usando la cromatografía de gases acoplado a un sistema de desorción térmica y un espectrómetro de masa/masa (TD-GC-MS/MS) después de la extracción mediante una sonda ultrasónica con acetonitrilo, seguida de una etapa de limpieza con extracción en fase sólida con EMR-Lipid y a continuación una etapa de preconcentración en una barra de agitación adsorbidas con PDMS (twister). Se han estudiado el efecto de distintas variables en la etapa de limpieza. Las recuperaciones obtenidas son cuantitativas para clorotanolil e irgarol 1051 y superiores al 50% para los otros tres compuestos. Los límites de detección se encuentra en el rango entre 1,9 y 134 ng g⁻¹. Este método es aplicado a muestras de bivalvos del puerto deportivo, observándose presencia de 8,72, 14,5 y 39,9 ng g⁻¹ de clorotanolil, sea nea 211 e irgarol en mejillones, respectivamente.

Agradecimientos

Parte de este trabajo ha sido financiación por la UE a través del proyecto INTERREG VA POCTEP-055 ALGARED_PLUS_5E y por Ministerio de Economía y Competitividad a través de proyecto CGL2017-827

Referencias

- [1] A. Terlizzi, S. Fraschetti, P. Gianguzza, M. Faimali, F. Boero, *Aquat. Conserv. Mar. Fres.* 11 (2001) 311.
- [2] T. Crommentuijn, D. Sijm, J. De Bruijn, K.V. Leeuwen, E.V. Plassche, *J. Environml Manage.* 58 (2000) 297.
- [3] C.C.T. Hallers-Tjabbes, J.F. Kemp, J.P. Boon J.P. *Mar. Pollut. Bull.* 28 (1994) 311.
- [4] N. Voulvoulis, M.D. Scrimshaw M.D, J.N. Lester, *Appl Organomet. Chem.* 13 (1999) 135.

DETERMINACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL DE ALMIZCLES SINTÉTICOS NITROGENADOS EN EL MEDIO MARINO

García-Pimentel, María del Mar ⁽¹⁾; Garrido-Pérez, M Carmen⁽²⁾;
Martín-Díaz, M Laura⁽³⁾

⁽¹⁾ García-Pimentel, María del Mar, Departamento de Química Física, Universidad de Cádiz, maria.garciapimentel@alum.uca.es.

⁽²⁾ Garrido-Pérez, M. Carmen, Departamento de Tecnología del Medio Ambiente, Universidad de Cádiz, carmen.garrido@uca.es

⁽³⁾ Martín-Díaz, M. Laura, Departamento de Química Física, Universidad de Cádiz, laura.martin@uca.es

Instituto Nacional de Investigación Marina (INMAR), Universidad de Cádiz

Palabras Clave: Riesgo ambiental; Fragancias sintéticas nitrogenadas; Almizcle de cetona; Almizcle mosqueno; Isochrysis galbana; Selenastrum capricornotum; Tetraselmis chuii; Phaeodactylum tricornotum; Artemia franciscana; Paracentrotus lividus; Sparus aurata.

El interés en el estudio de los contaminantes emergentes se encuentra en auge debido al desconocimiento que existe sobre el comportamiento, distribución y efectos de los mismos en el medio ambiente. En cuanto a los efectos, es importante evaluar el riesgo ecotoxicológico y la toxicidad real que suponen estos compuestos sobre los organismos biológicos presentes en las aguas naturales que acaban siendo el destino de estos contaminantes, con el objetivo de poder regular de forma más segura, el uso y las posibles concentraciones permitidas en vertidos y en el medio natural.

Un grupo de sustancias que son consideradas como contaminantes emergentes son las fragancias sintéticas nitrogenadas, e.g. el almizcle de cetona (AC) (musk Ketone) y almizcle mosqueno (AM) (musk mosqueno). Estas fragancias llegan al medio marino a través de los efluentes de las EDARs ya que son compuestos que no son totalmente eliminados por los tratamientos convencionales de depuración [1]. En general, se puede decir que las propiedades asociadas a estas sustancias son: una solubilidad en agua y volatilidad relativamente baja, y una alta solubilidad en disolventes orgánicos y tejidos grasos [2]. Esto indica una tendencia a la adsorción en la materia orgánica, lo que determina su alta persistencia una vez se encuentran en el medio natural. Teniendo en cuenta los valores de constante de Henry, las fragancias sintéticas nitrogenadas se pueden considerar poco volátiles, por lo que su dispersión por volatilización es pequeña, permaneciendo más tiempo en la fase acuosa [2]. Presentan un bajo potencial de biodegradación pero se ha demostrado que son susceptibles a sufrir reacciones de biotransformación y fotodegradación, ya que en diversos estudios se han identificado diferentes metabolitos de estos compuestos [2, 4].

Por lo tanto, el principal problema que presentan las fragancias sintéticas nitrogenadas es su elevada estabilidad, pues mediante en tratamiento en las plantas de aguas residuales, se ven degradadas aproximadamente en un 50% de los compuestos iniciales, originando así un alto contenido en subproductos de almizcles en el efluente vertido al medio.

Durante mucho tiempo, la investigación en contaminación acuática y terrestre se ha centrado en el análisis químico, sin embargo, éste sólo permite la determinación del grado y la contaminación de la naturaleza y no proporciona evidencia de las consecuencias biológicas [5]. Los bioensayos, permiten detectar el efecto de los contaminantes en el medio ambiente midiendo las respuestas de los organismos marinos, particularmente en sus etapas iniciales de vida [6].

En este estudio, se han desarrollado ensayos de toxicidad de almizcles nitrogenados, con el objetivo de determinar respuestas letales y subletales utilizando organismos de distintos niveles de la cadena trófica:

microalgas (*Isochrysis galbana*, *Selenastrum capricornotum*, *Tetraselmis chuii*, *Phaeodactylum tricornotum*), en las cuales se ha medido el crecimiento experimentado durante 72 horas de exposición; crustáceos (*Artemia franciscana*), donde se han observado las deficiencias natatorias que presentaban los individuos al cabo de 72 horas; equinodermos (*Paracentrotus lividus*), en esta ocasión se han llevado a cabo dos ensayos en paralelo, uno de fertilización y otro de desarrollo larvario, observando en el primero el porcentaje de huevos fertilizados a los 15 minutos y en el segundo la ralentización del desarrollo de las larvas tras 48 horas de exposición; y peces (*Sparus aurata*), realizando recuentos de la mortalidad larvaria cada 24 horas en un periodo de exposición de 96 horas.

Los resultados obtenidos muestran relaciones dosis-respuesta para las respuestas subletales y letales de ensayos con larvas de erizo, *Artemia* y peces. Los ensayos de toxicidad con larvas de erizo y *Artemia* han resultado ser los más sensibles y han permitido determinar el riesgo ambiental que estas sustancias podrían ejercer en ecosistemas marinos.

Como conclusión de este estudio, se puede extraer que los ensayos agudos constituyen una herramienta eficaz para la evaluación y gestión del riesgo ambiental, además de mostrar las especies que presentan una mayor sensibilidad en sus etapas larvarias y por tanto, pueden considerarse aptas para el desarrollo de los mismos.

Por otro lado, los datos recopilados en los ensayos toxicológicos dejan ver que las fragancias sintéticas nitrogenadas constituyen un riesgo ambiental a pesar de encontrarse en bajas concentraciones en el medio ambiente.

Agradecimientos

Agradecimientos a los departamentos de Química Física y Tecnologías del Medio Ambiente de la Universidad de Cádiz, por haber prestado sus instalaciones para la realización de este estudio.

Referencias

- [1] B. Díaz-Garduño, M. G. Pintado-Herrera, M. Biel-Maeso, J. J. Rueda-Márquez, P. A. Lara-Martín, J. A. Perales, M. A. Manzano, C. Garrido-Pérez, M. L. Martín-Díaz (2017). Environmental risk assessment of effluents as a whole emerging contaminant: Efficiency of alternative tertiary treatments for wastewater depuration. *Water Research*, Volume 119, 1 August 2017, Pages 136-149
- [2] Gatermann, R., Huhnerfuss, H., Rimkus, G., Attar, A., Kettrup, A. (1998). Occurrence of musk xylene and musk ketone metabolites in the aquatic environment. *Chemosphere*, 36, 2535-2547.
- [3] Polo-Piñero, M. (2007). *Desarrollo de nuevos métodos de microextracción en fase sólida para la determinación de contaminantes emergentes en matrices acuosas*. Universidad de Santiago de Compostela.
- [4] Daughton C. Ternes, T. (1999). Pharmaceuticals and personal Care products in the Environment: Agents of Subtle Change. *Health perspect*, 107(6), 907-938.
- [5] Chapman, P. Dexter, R. Long, E. (1987). Synoptic measures of sediments contamination, toxicity and infaunal community composition (the Sediment Quality Triad) in San Francisco Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 37, 75-93
- [6] His, E., Beiras, R., S. M. (1999). The assessment of marine pollution bioassays with bivalve embryos and larvae. *Advances in marine biology*, 37, 1-178.

WATER QUALITY IN CLOSED-CONTAINMENT AQUACULTURE SYSTEMS (CCS) FOR ATLANTIC SALMON POST- SMOLT

Janson Grindedal, Kamilla ⁽¹⁾; Aslam, Shazia⁽²⁾; Øyvind Mikkelsen⁽³⁾

⁽¹⁾ Norwegian University of Science and Technology, kamilljg@stud.ntnu.no

⁽²⁾ Norwegian University of Science and Technology, shazia.n.aslam@ntnu.no

⁽³⁾ Norwegian University of Science and Technology, oyvindm@ntnu.no

Palabras Clave: Aquaculture research, Closed-containment systems, Recirculating Aquaculture Systems, Atlantic salmon, water quality, organic compounds.

This master project is part of a larger research activity within CtrlAQUA, a centre for research-based innovation in closed-containment aquaculture systems. The main goal within the CtrlAQUA is to develop technological and biological innovations that will make closed-containment aquaculture systems a reliable and economically viable technology. Closed systems can be land-based where water is recycled, or sea-based, in which large floating tanks receive clean water from depth. In CtrlAQUA the research deals with both approaches [1]. The main innovation is reliable and efficient production of post-smolts in closed systems on land or at sea. Results show that farming salmon in a controlled environment (CCS) can improve overall welfare and growth conditions as Norwegian salmon industry are still facing challenges with sea lice and fish escapes from net-pens in the sea. In addition, recirculating aquaculture systems are considered more environmental sustainable due to less water usage and release of nutrients to the environment [3].

However, recirculating of the water resources might result in accumulation of chemical compounds that might have a negative impact on fish health (from waste feed, excreted from fish, degradation products, from fish tank or water treatment system) [3-4].

The objectives of the master project is to study the accumulation of organic substances in closed-containment systems over a time period of 12 weeks. During this time, the fish have been exposed to different CO₂-concentration levels (5-40 mg/l) as a part of ongoing research on environmental and biological requirements for Atlantic salmon post-smolt. Water samples have been collected and water quality parameters have been measured. The main analysis consists of a qualitative screening of organic compounds. In addition, trace element analysis have been performed to identify accumulation of heavy metals.

References

- [1] <http://ctrlaqua.no/about/objectives/>
- [2] Kolarevic, J., Baevefjord, G., Takle, H., Ytteborg, E., Reiten, B. K. M., Nergård, S., & Terjesen, B. F. (2014). Performance and welfare of Atlantic salmon smolt reared in recirculating or flow through aquaculture systems. *Aquaculture*, 432, 15–25.
- [3] Mota, V. C., Martins, C. I. M., Edinga, E. H., Canário, A. V. M., & Verreth, J. A. J. (2014). Steroids accumulate in the rearing water of commercial recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 62(1), 9–16.
- [4] Martins, C. I. M., Pistrin, M. G., Ende, S. S. W., Eding, E. H., & Verreth, J. A. J. (2009). The accumulation of substances in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) affects embryonic and larval development in common carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 291(1–2), 65–73.

TOLERANCIA DE LA MICROALGA *CHLORELLA SOROKINIANA* A METALES PESADOS Y POTENCIALIDAD EN PROCESOS DE FITORREMEDIACIÓN

León-Vaz, A; Morales, E; León, R; Giráldez, I; Vigara, J.

Departamento de Química. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva, Huelva, España.

Palabras Clave: *Chlorella sorokiniana*, Arsénico, Cobre, Cadmio, Fitorremediación.

Uno de los principales problemas de contaminación que tiene el mar viene derivado de la actividad humana. El mayor impacto sufrido por los ecosistemas marinos, debido a la actividad humana, es por medio de los vertidos, especialmente los provocados por diferentes actividades agrícolas e industriales. Dentro de estas actividades, uno de los desechos más tóxicos son los metales pesados, que pueden afectar a los diferentes organismos vivos y alterar el ecosistema drásticamente. Esto es debido a que la presencia de metales pesados afecta de manera considerable al metabolismo celular y a las distintas rutas metabólicas, generando estrés oxidativo; además de poder modificar el ADN de los organismos, lo que da lugar a mutaciones irreversibles [1]. Dentro de este contexto, existen algunos microorganismos que son capaces de tolerar altas concentraciones de metales, e incluso absorberlos y acumularlos, siendo uno de ellos la microalga clorofita *Chlorella sorokiniana*. Esta microalga posee una pared celular robusta, lo que le permite tolerar altas temperaturas en su medio de cultivo, siendo su temperatura óptima de crecimiento 37 °C; y una alta concentración de diferentes sustancias, entre ellas los metales pesados, siendo capaz de crecer incluso en un medio con residuos industriales [2]. Todo esto le otorga una gran potencialidad para su utilización en tratamientos de fitorremediación, lo que reduciría considerablemente los problemas de contaminación generados por la presencia de metales en el agua.

En este trabajo se muestra el crecimiento de la microalga clorofita *Chlorella sorokiniana* en un medio de cultivo con diferentes concentraciones de metales y metaloides (Cu^{2+} , Cd^{2+} , As (III) y As (V)) y una mezcla de todos ellos. Además, se ha visto como afecta la presencia de estos metales al consumo de nitrógeno (amonio) por parte de la microalga.

Los resultados muestran que la microalga *C. sorokiniana* posee una gran resistencia a la exposición de Cu^{2+} , viéndose afectado el crecimiento solo a concentraciones superiores a 300 μM . Sin embargo, no existe una inhibición completa del crecimiento hasta concentraciones de 5 mM de Cu^{2+} . En cuanto al consumo de amonio, éste no se ve afectado en gran medida por la exposición a este metal pesado.

Con respecto al Cd^{2+} , la microalga es capaz de soportar menores concentraciones de metal, siendo mayor la toxicidad de éste. En este caso, *C. sorokiniana* es capaz de soportar concentraciones de hasta 200 μM sin que exista una inhibición de la velocidad de crecimiento. Sin embargo, a concentraciones superiores, la microalga solo crece durante las primeras 24 horas, viéndose inhibido su crecimiento a partir de ese momento. La velocidad del consumo de amonio parece verse parcialmente inhibida por Cd^{2+} en cultivos con concentraciones del metal superiores a 200 μM .

Para la exposición al metaloide As, en sus estados de oxidación III y V, la microalga muestra una gran resistencia al mismo, siendo éste uno de los principales residuos derivados de la actividad minera que actualmente se lleva a cabo en la franja pirítica andaluza. Por un lado, la *C. sorokiniana* es capaz de soportar concentraciones de hasta 500 μM de As (III) sin que la velocidad de crecimiento se vea inhibida. A partir de concentraciones 1 mM comienza a haber una inhibición del crecimiento tras 24 horas de exposición al metal; pero hasta que no se alcanzan concentraciones 5 mM o superiores, no existe una inhibición total del mismo. Por otra parte, en el caso del As (V), se produce una inhibición parcial del crecimiento en concentraciones superiores a 2,5 mM, aumentando esta inhibición hasta llegar a concentraciones 50 mM. No obstante, la microalga *C. sorokiniana* es capaz de sobrevivir en el caso de exposición a esta última concentración del metaloide. Además, aunque en el caso del As (III) el consumo de amonio no se ve afectado por la presencia del metaloide hasta altas concentraciones, cuando la microalga se encuentra expuesta a As (V) existe una inhibición parcial en la asimilación del amonio a medida que se aumenta la concentración del metaloide en el medio.

Cuando se utiliza una mezcla de estos cuatro metales pesados, se puede observar como la microalga ve limitado su crecimiento debido al metaloide As (III) cuando las concentraciones de estos metales están cercanas a concentraciones a las cuales comienza a sufrir inhibición del crecimiento (500 μM Cu^{2+} , 200 μM Cd^{2+} , 500 μM As (III) y 10 mM As (V)).

Todos estos datos, unidos a su gran robustez y velocidad de crecimiento, posicionan a la microalga *C. sorokiniana* como un organismo con un gran potencial para ser cultivada en ambientes con alta concentración de metales, como pueden ser diferentes desechos industriales; pudiendo incluso llegar a absorber estos metales del medio, lo que permitiría sentar las bases para un proceso de fitorremediación de metales pesados.

Agradecimientos

Parte de este trabajo ha sido financiado por proyectos del Gobierno de España y de la Unión Europea (AGL2016-74866-C32R-AEI/FEDER, INTERREG VA POCTEP-055 ALGARED_PLUS_5E).

Referencias

- [1] G. Cadwell, C. Lewis, G. Pickavance, R. Taylor, M. Bentley Aquatic Toxicology.104 (2011) 126-34.
- [2] A. León-Vaz, S. Raposo, J. Vígara, R. León, bioTEC2017, Murcia, Spain, 2017, p. 47.

CONTAMINACIÓN DE PLAYAS EN ECUADOR CONTINENTAL Y GALÁPAGOS: DIAGNÓSTICO DE BASURA POR PROVINCIAS COSTERAS E INSULARES

Mestanza, Carlos ^(1,2,3); Botero, Camilo ⁽⁴⁾; Anfuso, Giorgio ⁽¹⁾;
Chica, Adolfo ⁽¹⁾; Pranzini, Enzo ⁽⁵⁾; Mooser, Alexis ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Puerto Real, Cádiz, España cmestanza@ug.uchile.cl ganfuso@uca.es achica@uca.es

⁽²⁾ Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Sucumbíos EC210150, Ecuador

⁽³⁾ Green Amazon, Research Center, Nueva Loja, Sucumbíos, Ecuador.

⁽⁴⁾ Universidad de La Costa, Grupo GESSA, Colombia; playascol@gmail.com

⁽⁵⁾ University of Florence, Dipartimento di Scienze della Terra, Italy; enzo.pranzini@unifi.it

Palabras Clave: basura, playas, Ecuador, Galápagos.

El turismo presenta un crecimiento prácticamente ininterrumpido a lo largo del tiempo, sus ingresos internacionales crecieron un 2,6% en términos reales. En 2016, las llegadas de turistas internacionales a Sudamérica crecieron un 5,4% (32,8 millones de personas) y Ecuador (1,4 millones) las llegadas decrecieron un -8,2% en comparación con 2015 [4], Galápagos recibió el 10% (149,766) de los turistas que ingresan a Ecuador en 2016 [2]. En Ecuador, el turismo es la tercera fuente de ingresos no petroleros, que representa el 5,1% del producto interno bruto (PIB) (MINTUR, 2017).

Las playas son consideradas las principales atracciones para más de la mitad de los turistas que buscan destinos de sol, mar y arena (3S), una playa limpia es una de las cinco preferencias / prioridades principales para los turistas (Williams et al., 2016) el paisaje y sus componentes condicionaron los sitios de valor escénico de una manera positiva o negativa [1].

La distribución de desechos marinos es mundial, desde los entornos más remotos de la tierra, como el fondo del océano profundo y las regiones polares. El problema de los desechos plásticos en playas, estuarios y mar abierto ha sido reconocido como un desafío global del siglo actual. La contaminación de las playas por la basura antropogénica se reconoce como un problema mundial que afecta la salud humana, los ecosistemas y el paisaje. La basura en la playa se ha convertido en un obstáculo que paraliza el crecimiento económico la presencia de basura en la playa puede causar problemas de salud pública, como lesiones y cortes [3].

Ecuador es uno de los países más pequeños de América del Sur, con una superficie de 270.670 km². Ecuador está dividido en cuatro regiones claramente identificables: región insular o Galápagos, litoral o costa, andina o sierra y amazónica o este; que los conoceremos como los "Mundos de Ecuador". Las Galápagos se caracterizan por su diversidad ecológica, con flora y fauna únicas; la región del Litoral se caracteriza por sus playas y manglares; el andino por sus grandes montañas, volcanes y ciudades coloniales; y el Amazonas por su selva única de flora y fauna. Las Islas Galápagos son áreas de interés turístico, con gran afluencia de visitantes internacionales, el archipiélago de Galápagos incluye 234 unidades terrestres emergidas (islas, islotes y rocas), superando en 106 unidades a obras anteriores donde solo se registraron 128. En los últimos años, Ecuador se está convirtiendo en un destino más atractivo en América Latina. El turismo en Ecuador se concentra en dos áreas principales, Quito y Galápagos. El gobierno de Ecuador tiene como objetivo promover el turismo para mejorar la calidad de vida de sus residentes. El turismo ha alcanzado un lugar importante en el desarrollo económico de Ecuador, siendo uno de los principales sectores que genera riqueza en la economía ecuatoriana, con una relevante contribución del turismo internacional, que se evidencia en el aumento del gasto turístico.

El estudio se realizó entre el 4 y 17 de febrero de 2017 en 3 de las 5 provincias costeras ecuatorianas con mayor número de playas turísticas: Esmeraldas, Manabí, Santa Elena; y la Provincia Insular de Galápagos.

La metodología se basó en un muestreo estándar que demarcó un tramo de playa de 100 metros, las parcelas de muestreo fueron seleccionadas desde el punto de acceso principal 50 metros en sentido derecho e izquierdo. Los datos se tomaron desde el mar hacia el límite de la playa en tierra que será una duna, muralla, etc. Los artículos se clasifican en el número total contado en cada categoría. Las acumulaciones se clasifican según el número de ocurrencias. El aceite se evalúa mediante una estimación de su presencia o ausencia en la zona de reconocimiento. Los desechos para su evaluación se clasificaron en 7 tipos (i) Elementos que indican la presencia de aguas residuales, (ii) Elementos de grandes dimensiones, (iii) Basura genérica, (iv) Basura peligrosa, (v) Acumulaciones de basura, (vi) Derivados de petróleo, (vii) Excrementos. Los grados de calificación son (A) Muy bueno, (B) Bueno, (C) Regular, (D) Malo. La calificación final es simplemente la peor calificación para cualquiera de los parámetros anteriores. Por ejemplo, una playa se clasifica “A” para todos los parámetros, excepto Basura General que fue “B”. El grado total asignado a la playa es por lo tanto “B”.

Tabla 1. Nivel de basura en playas de Ecuador Continental y Galápagos basado en observaciones realizadas en dos regiones y 4 provincias de Ecuador. (Key: Re = Remota; Ur = Urbana; Ru = Rural; Vi = Village; L = Local; N = Nacional; I = Internacional).

| Región | Provincia | # Playas | Grado | | | | Tipo | | | | Turista | | |
|---------------|-------------|----------|-------|----|----|---|------|----|----|----|---------|----|----|
| | | | A | B | C | D | Re | Ur | Ru | Vi | L | N | I |
| Costa | Esmeraldas | 16 | 2 | 4 | 7 | 3 | 2 | 4 | 3 | 7 | 8 | 7 | 1 |
| | Manabí | 26 | 3 | 11 | 11 | 1 | 5 | 8 | 6 | 7 | 5 | 19 | 2 |
| | Santa Elena | 9 | 0 | 3 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 4 |
| Insular | Galápagos | 8 | 7 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 8 |
| Total Ecuador | | 55 | 12 | 19 | 19 | 5 | 11 | 13 | 10 | 21 | 13 | 27 | 15 |

Se analizaron 47 playas en la región Costa, la provincia con mayor cantidad de playas evaluados fue Manabí con 26; En la región Insular Provincia de Galápagos se analizaron 8 playas. Uno de los parámetros de evaluación analizo su ubicación, acceso, servicios y población, las playas se clasificaron en 11 remotas, 13 urbanas, 10 rurales y 21 Village. Las playas de la Región Insular de Galápagos y la provincia de Santa Elena está dominada por turistas internacionales, mientras que las provincias de Esmeraldas y Manabí frecuentan más los turistas nacionales y locales. La mayoría de playas con limpieza de basura (Grado A) se encontró en la región insular, provincia de Galápagos con un (87,5%). mientras que las playas más deficientes se ubicaron en las provincias de Santa Elena (33,33%) y Esmeraldas (18,75%), 3 de sus playas en las dos provincias presentan categoría (Grado D).

Como conclusión genera, las playas con visitantes de procedencia internacional la mejor gestión. Los gestores y administradores deberán profundizar sus esfuerzos en las playas continentales de las provincias de Esmeraldas y Santa Elena sobre el manejo de residuos generales de sus visitantes.

Bibliografía

- [1] Anfuso, G., Williams, A.T., Cabrera, J.A., Pranzini, E., 2014. Coastal scenic assessment and tourism management in Western Cuba. *Tour. Manag.* 42:307–320.
- [2] DNPG, 2017. “Rendición de Cuentas 2016” Dirección del Parque Nacional Galápagos. San Cristobal, Ecuador, 18pp.
- [3] Prevenios, M., Zeri, C., Tsangaris, C., Liubartseva, S., Fakiris, E., Papatheodorou, G., 2017. Beach litter dynamics on Mediterranean coasts: distinguishing sources and pathways. *Mar. Pollut. Bull.*
- [4] UNWTO, 2017. “Tourism Highlights, 2016 Edition.” Madrid
- [5] Williams, A.T., Rangel-Buitrago, N.G., Anfuso, G., Cervantes, O., Botero, C.M., 2016. Litter impacts on scenery and tourism on the Colombian North Caribbean Coast. *Tour. Manag.* 55:209–224 (Elsevier Ltd). 10.1016/j.tourman.2016.02.008.

CHEMICAL COMPOSITION AND ORIGIN OF ARSENIC SPECIATION IN PM₁₀ DERIVED FROM CHANNELIZED AND FUGITIVE SOURCES IN THE HARBOUR OF HUELVA

Millán Martínez, M.^(1,2); Sánchez-Rodas, D.^(1,2); Sánchez de la Campa, A.M.^(1,3); Alastuey, A.⁽⁴⁾; Querol, X.⁽⁴⁾; de la Rosa, J.D.^(1,3)

⁽¹⁾ Associate Unit CSIC-University of Huelva “Atmospheric Pollution”, Center for Research in Sustainable Chemistry (CIQSO), University of Huelva, Huelva, Spain

⁽²⁾ Department of Chemistry, Faculty of Experimental Sciences, University of Huelva, Huelva, Spain

⁽³⁾ Department of Earth Science, Faculty of Experimental Sciences, University of Huelva, Huelva, Spain

⁽⁴⁾ Institute for Environmental Assessment and Water Research (IDÆA-CSIC), Barcelona 08034, Spain

Introduction and methods

Air quality in harbours is becoming a matter of interest as a consequence of the atmospheric pollution generated in them considering the increase of the globalization of manufacturing processes by maritime transport (1). The different operations developed in ports may affect to atmospheric aerosol and gaseous pollutants concentrations in nearby urban areas, resulting in health problems for their population. The exhaust emissions from the growing trade by sea are important sources of PM and gaseous pollutants due to the use of low-quality residual fuel (2). In addition to the pollution originated from vessels, harbours are an important fugitive source of PM. They are strategic places for the transport of bulk material, millions of tons of dusty material are handled annually within Spanish harbours (3,4). The situation gets worse when industrial areas are located close to port enclosures, causing combined anthropogenic emissions.

The present work focuses on evaluating the chemical composition of the atmospheric particulate matter (PM₁₀) in the Harbour of Huelva (southwest Spain), which is under the influence of channelized industrial emissions (Cu smelter) derived from the mining activity and also fugitive emissions originated from the harbour operations (handling of coal and mineral concentrates). Furthermore, possible arsenic origin sources are considered in order to clarify the provenance of PM₁₀. To this aim, a 18-years record of PM₁₀ and gaseous pollutants (NO_x, O₃ and SO₂) levels was carried out at the monitoring station of La Rabida which belongs to the air quality monitoring network of Andalusia. The station is equipped with automatic instrumentation which enables monitoring hourly data following the reference methods of the European directive on air quality (5). PM₁₀ sampling was performed using quartz fibre filters and MCV high volume captors (30 m³) at two monitoring sites: La Rabida and APH (Port Authority of Huelva), both situated near the harbour. PM₁₀ levels were also obtained by standard gravimetric methods and filters were subjected to several analytical treatments to determine major and trace chemical components by ICP-MS, ICP-OES, OC-EC carbon analyzer and Ion Chromatography. The determination of individual inorganic arsenic species (As^{III} and As^V) was achieved by coupling High Performance Liquid Chromatography, Hydride Generation and Atomic Fluorescence Spectrometry (HPLC-HG-AFS) after liquid extraction of PM samples.

Results and conclusions

Data availability of PM₁₀, NO₂, SO₂ and O₃ between February 1996 and December 2017 at the monitoring station La Rabida enabled us to calculate mean levels of these pollutants (Fig.1) and their changes over time. NO₂, with a mean interannual level of 20 µg·m⁻³, showed a noticeable decrease in 2010 (12 µg·m⁻³) after

which values remained slightly lower. Even in the early years when mean levels were maximum ($31 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 1998), the European Union NO_2 annual standard (2008/50/EC) was not exceeded. SO_2 decreased its concentration during the period with a small rise from 2001 ($6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) to 2007 ($13 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). After that, SO_2 levels were decreasing until a minimum value of $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 2014. O_3 concentrations were very similar from 2003 to 2017, with an interannual concentration of $62 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. The mean levels of PM_{10} during the study period experienced a pronounced decrease specially from 2008 ($28 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), from then on, values kept almost constant.

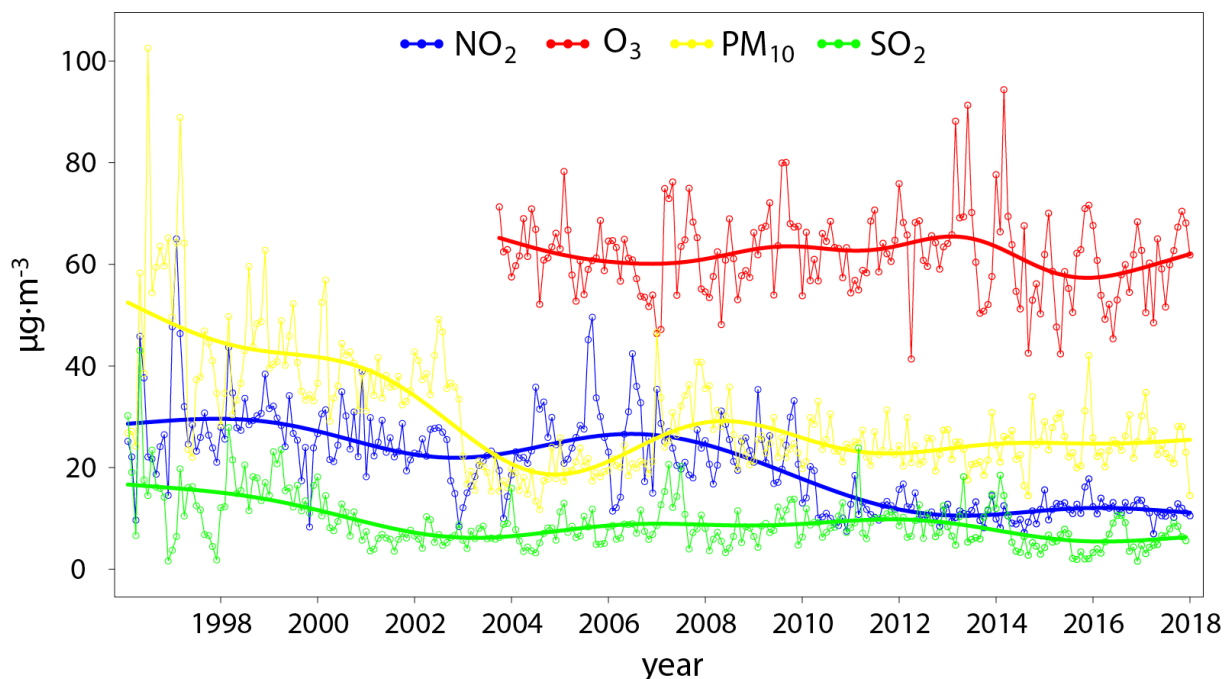


Figure 1: Annual variation of gaseous pollutants and PM_{10} at La Rabida monitoring station during 1996-2017.

Chemical composition of PM_{10} during the period 2015-2017 at APH and La Rabida is characterized by high levels of total carbon (5.83 and $3.98 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), carbonates (3.26 and $2.19 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Al_2O_3 (2.57 and $1.41 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Ca (1.44 and $0.95 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), K (0.65 and $1.22 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Mg (0.42 and $0.31 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and Fe (1.71 and $0.84 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), probably due to natural resuspension, Saharan air mass and fugitive emissions derived from loading and unloading of bulk material in the harbour. In the case of marine aerosol consisting of Na (1.56 and $1.34 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Cl (1.50 and $1.25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), and SO_4^{2-} (0.39 and $0.34 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), mean concentrations are in the range of those found for Atlantic coastal sites. Mean concentrations of secondary inorganic compounds were NO_3^- : 2.16 and $2.14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; anthropogenic SO_4^{2-} : 3.15 and $2.72 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; and NH_4^+ : 0.42 and $0.43 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, at APH and La Rabida respectively. With regard to trace elements, Cu and Zn also reached concentrations that are even higher than in most of the monitoring sites of Spain. Concerning other elements with target values in the EU air quality standards like Pb, Ni and Cd, none of them exceeded the limits imposed by the European Normative ($500 \text{ ng Pb}\cdot\text{m}^{-3}$, $20 \text{ ng Ni}\cdot\text{m}^{-3}$, $5 \text{ ng Cd}\cdot\text{m}^{-3}$).

It was possible to determine As sources by means of arsenic speciation analysis, combining the total As extraction of the filters, wind direction and SO_2 impact days. In this way, a sample with a high extraction percentage and wind proceeding from the Cu smelter is likely to be a result of these industrial emissions. On the other hand, in those cases with a low extraction percentage and wind coming from southwest direction (where mineral is handled), the As content is probably due to these fugitive emissions since extraction of As from sulfides is very poor.

Acknowledgements

We would like to acknowledge Environmental Agency of Andalusia Government and Port Authority of Huelva (GreenPort Project) for their support.

Referencias

- [1] Contini, D., Gambaro, A., Belosi, F., Pieri, S.D., Cairns, W.R.L., Donato, A., Zanutto, E., Citron, M., 2011. The direct influence of ship traffic on atmospheric PM_{2.5}, PM₁₀ and PAH in Venice. *Journal of Environmental Management* 92, 2119-2129.
- [2] Cooper, D.A., 2003. Exhaust emissions from ships at berth. *Atmospheric Environment* 37, 3817–3830. *Marine Sciences*. X. Editor, Y. Editor, Z. Editor (Eds.), Rome, Wiley, 2000.
- [3] Alastuey, A., Moreno, N., Querol, X., Viana, M., Artíñano, B., Luaces, J.A., Basora, J., Guerra, A., 2007. Contribution of harbour activities to levels of particulate matter in a harbour area: Hada Project-Tarragona Spain. *Atmospheric Environment* 41, 6366-6378.
- [4] Moreno N, Viana M, Pandolfi M, Alastuey A, Querol X, Chinchon S, et al. Determination of direct and fugitive PM emissions in a Mediterranean harbour by means of classic and novel tracer methods. *Journal of Environmental Management* 2009; 91:133–41.
- [5] European Commission, 2008. Directive 2008/50/CE on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe last accessed July 2017.

INFRALITTORAL-SUBLITTORAL (SUBMERGED ZONE) MACROINFAUNA COMMUNITY STRUCTURE OF HIGH-IMPACT, MEDIUM-IMPACT AND NON-IMPACT BEACHES ON THE GULF OF CÁDIZ COAST (SW SPAIN). EVALUATION OF ANTHROPOGENIC ALTERATIONS: NOURISHMENTS, HUMAN IMPACT AND URBANIZATION

Muñoz-Lechuga, Rubén ^(1,4), Gutiérrez-Martínez, Manuel ⁽¹⁾, Sanz-Fernández, Victor ^(1,2), Gómez-Cabeza, Alberto ⁽¹⁾, Gonçalves, Jorge Manuel dos Santos ⁽⁴⁾ & Cabrera-Castro, Remedios ^(1,3)

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Spain. Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR).

⁽²⁾ Dpto. de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Campus de la Rábida, Universidad de Huelva, Huelva, Spain.

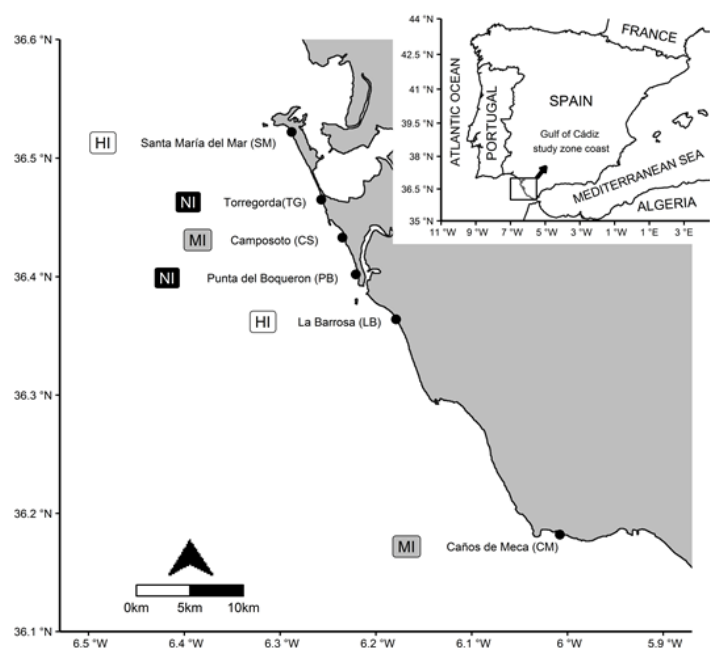
⁽³⁾ Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR). Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Puerto Real, Cádiz, Spain.

⁽⁴⁾ Centre of Marine Sciences—Centre of Marine and Environmental Research (CCMAR—CIMAR), Universidade do Algarve, Faro, Portugal.

Palabras Clave: macroinfauna community, sandy beaches, nourishment, Cádiz coast, human impact, urbanization.

Beaches are dynamic transitional environments subject to numerous natural and anthropic alterations [1]. In these ecosystems, the infralittoral-sublittoral macrofauna communities play a key role in the food web [2-5]. The objective of this study was to compare macrofauna communities on six beaches on the Gulf of Cádiz coast (Fig. 1), which were classified according to the anthropic alterations they support, and evaluate the influence of abiotic factors on the species distribution.

Fig. 1. Location of sampled beaches. Colours indicate different typologies of beaches in relation to anthropic impact: white = high impact (HI), grey = medium impact (MI) and black = no impact (NI).



Sampling was done in the infralittoral-sublittoral zone of each beach using a modified manual dredge. Five perpendicular transects of 25 m, each separated by 10 m, were performed per beach, with a total sample area of 43.75 m² per beach. A total of 27 species were found, of which *Donax trunculus*, *Diogenes pugilator*, and *Tritia grana* were the most abundant. The bivalve *D. trunculus* dominated in five of the sampled beaches, with the exception of Caños de Meca, where the crustacean *D. pugilator* dominated. Anthropogenic effects are appreciable in the infralittoral-sublittoral although they are areas that are permanently submerged and less exposed than the intertidal. Beach nourishments carried out with large volumes of sand can alter the grain size, the most influential parameter on the distribution of the species, and consequently, affect the macrofauna community that inhabits these beaches (Fig. 2). Finally, it is imperative to periodically monitor infralittoral-sublittoral areas of the nourished beaches to better understand these effects on macrofauna communities.

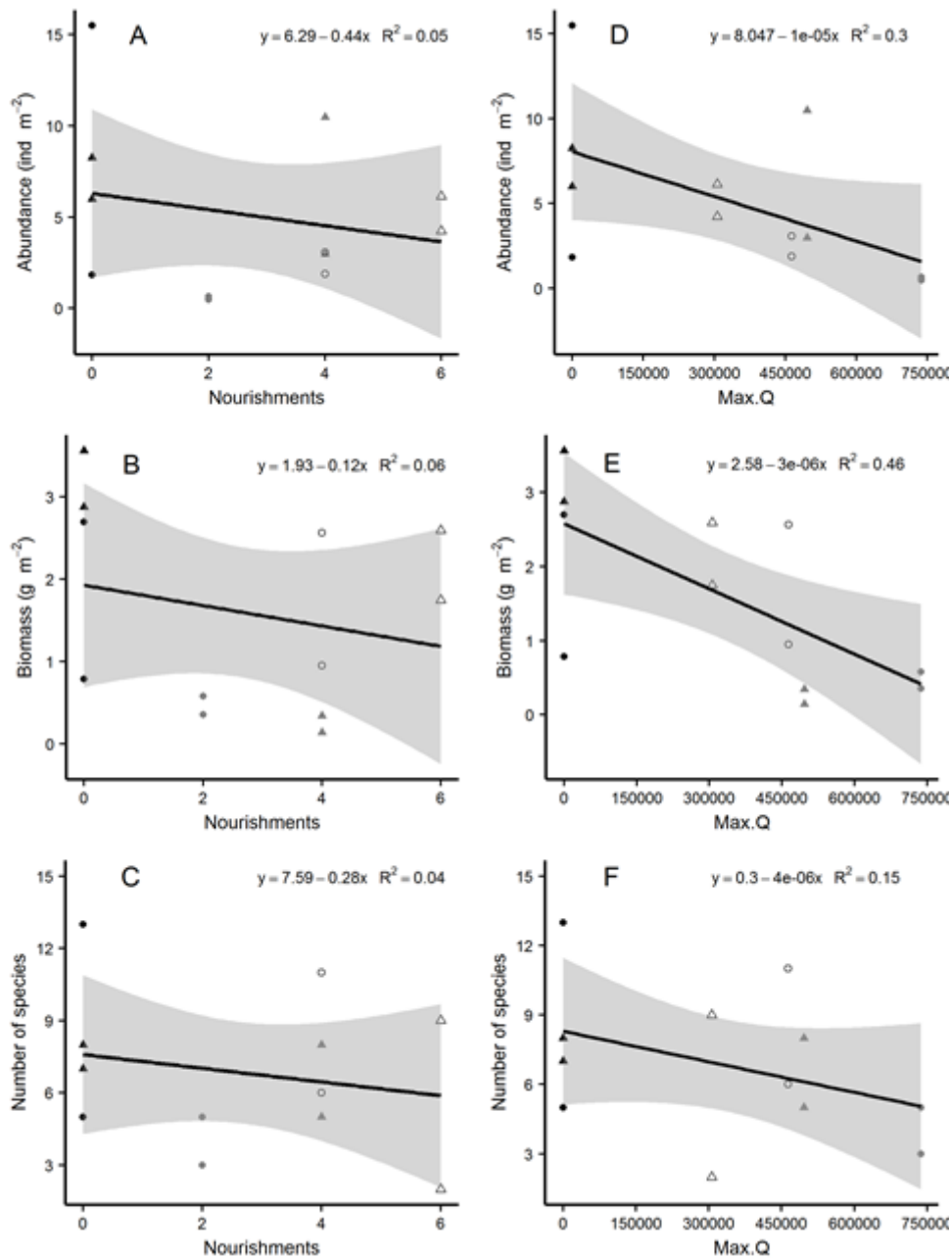


Fig. 2. Linear regression models relating mean abundance per m², species biomass per m² and species richness with the numbers of nourishments since 1991 (A-C) and the maximum volume of sand nourished in a year (Max.Q) in m³ (D-F). White symbols indicate high impact beaches, grey symbols indicate medium impact beaches and black symbols no impact beaches. Grey zones represent the confidence region.

Agradecimientos

We would like to thank the Department of Earth Sciences, especially Dr. Georgio Anfuso, Dr. Javier Gracia and Dra. Laura del Río for their availability and orientation, as well as the Technician Rosario Vela from University of Cádiz (UCA) for providing the necessary infrastructure and helping with the sediment samples. We would also like to thank André Carvalho, Fábio Pereira and Dr. David Piló for their help with the species identification.

Referencias

- [1] Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M., Scapini, F., 2009. Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 81, 1–12
- [2] Gerlach, S.A., 1978. Food-chain relationships in subtidal silty sand marine sediments and the role of meiofauna in stimulating bacterial productivity. *Oecologia* 33, 55–69.
- [3] McConnaughey, T., McRoy, C.P., 1979. Food-web structure and the fractionation of carbon isotopes in the Bering Sea. *Mar. Biol.* 53, 257–262.
- [4] Menn, I., 2002. Beach morphology and food web structure: comparison of an eroding and an accreting sandy shore in the North Sea. *Helgol. Mar. Res.* 56, 177–189.
- [5] Bergamino, L., Lercari, D., Defeo, O., 2011. Food web structure of sandy beaches: temporal and spatial variation using stable isotope analysis. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 91, 536–543.

ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LAS INSPECCIONES PSC EN PUERTOS ESPAÑOLES: PRIMEROS RESULTADOS

Prieto Villar, José Manuel

Alumno de Doctorado en la línea de investigación “Transporte y derecho marítimo, gestión portuaria, logística y derecho internacional del mar”. Programa “Gestión y conservación del mar”. Escuela Internacional de Doctorado en Estudios del Mar EIDEMAR. josemanuel.prieto@uca.es

Palabras Clave: PSC, Paris MoU, Efficiency, DEA, Maritime Safety, Spain

Introducción

En las últimas tres décadas el transporte marítimo ha sufrido un aumento considerable en el volumen del tráfico de sus mercancías. Paralelamente a este fenómeno se ha producido una desregulación que ha cristalizado en un proceso de implantación de los registros abiertos. Los buques que enarbolan estas banderas son “controlados” por organizaciones reconocidas privadas, algunas de dudosa reputación, en las cuales estos registros abiertos externalizan sus responsabilidades de cara a la seguridad de los buques y la protección del medio ambiente [1].

Con el fin de controlar estos buques que no sufren una inspección efectiva por parte de su estado de bandera, se estableció el Control por el estado rector de puerto (PSC, Port State Control), es decir la inspección de buques extranjeros por inspectores del estado rector de puerto. Dicho control se realiza mediante inspectores habilitados por la Administración Marítima del país para asegurarse de que los buques presentan condiciones adecuadas para la seguridad en la navegación cumpliendo con las prescripciones de los convenios internacionales (SOLAS, MARPOL, STCW,...) y demás normativa relacionada con los mismos [2].

Dicho sistema de inspección no es global, se encuentra normalizado mediante acuerdos o Memorándums (MoU) internacionales, dependiendo de la región. Actualmente existen nueve (Paris, Viña del Mar, Tokio,...), todos tienen en común que la actividad inspectora se centra en comprobar el cumplimiento de la normativa internacional, más concretamente para España, país objeto de este estudio, se aplica el Memorándum de Paris [3].

La actividad inspectora en España con respecto al PSC reside en las Capitanías Marítimas y dentro de estas en los inspectores marítimos homologados por la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA) para realizar inspecciones PSC.

Objetivo

Lo que pretendemos en este trabajo es evaluar la actividad inspectora de las Capitanías Marítimas en su labor inspectora del MoU de París. Para ello efectuaremos un análisis de eficiencia para las inspecciones PSC realizadas en las diferentes Capitanías en España. Para que el estudio sea lo más representativo posible se han tomado los datos de un total de 20 Capitanías distribuidas por toda la costa española teniéndose en cuenta que estas estén ubicadas en puertos de interés general, es decir, que tengan un tráfico internacional considerable y que su volumen de mercancías sea elevado.

Metodología

| Tabla I | |
|---|---|
| VARIABLES DE ENTRADA | VARIABLES DE SALIDA |
| - N° de buques extranjeros - GT de buques extranjeros - N° de inspectores | - N° Buques inspeccionados - N° de Inspecciones - N° de deficiencias encontradas - N° de detenciones |

La técnica DEA (Data Envelopment Analysis) utilizada para este análisis es una aplicación de los métodos de programación lineal que se emplea para medir la eficiencia relativa de unidades administrativas que presentan las mismas metas y objetivos [4]. En nuestro caso sería la realización de inspecciones PSC en las diferentes capitanías. La eficiencia se calcula como la razón entre la suma ponderada de las variables de salida y la suma ponderada de las variables de entrada [5], Las variables de entrada son los recursos y material que utilizan las capitanías para realizar sus servicios: el número de inspectores, los buques extranjeros que atracan, etc. Las variables de salida representan los servicios que las capitanías realizan, y que, en nuestro caso serán el número de inspecciones MOU realizadas, número de deficiencias encontradas, etc. Las variables de entrada y salida que hemos seleccionado para realizar nuestro análisis se muestran en la Tabla I. Hemos tomado las que mejor describen nuestro sistema de inspecciones en función de las bases de datos que podemos, como son Puertos del Estado (Anuarios estadísticos) y THETIS (The Hybrid Electronic Targeting and Inspection System). Analizaremos la eficiencia desde dos puntos de vista, una cualitativa y otra cuantitativa.

En la cuantitativa calcularemos la eficiencia en función del número de inspecciones y de buques inspeccionados que se realizan, dándonos una idea de la productividad de dicha Capitanía. Desde el punto de vista cualitativo analizaremos la eficiencia de cada Capitanía en relación a las deficiencias encontradas en los buques inspeccionados y número de detenciones que se han realizado, informándonos estos datos de la rigurosidad con que se realizan las inspecciones.

Resultados y discusión

| Tabla II | | | |
|-----------------------|------|-------------------------|-----|
| Capitanías eficientes | | Capitanías ineficientes | |
| Algeciras | 100% | Ferrol | 96% |
| Alicante | 100% | Cádiz | 87% |
| Bilbao | 100% | A Coruña | 83% |
| Castellón | 100% | Santander | 81% |
| Gijón | 100% | Cartagena | 73% |
| Las Palmas | 100% | Barcelona | 66% |
| Málaga | 100% | Ceuta | 66% |
| Sevilla | 100% | Palma de Mallorca | 66% |
| Tarragona | 100% | Huelva | 58% |
| Valencia | 100% | Vigo | 53% |

Como resultados tenemos la Tabla II y observamos que la mitad de las capitanías analizadas llegan al 100% de eficiencia en relación al estudio de sus variables cuantitativas. Cabe destacar que las capitanías que más porcentaje tienen en buques inspeccionados coinciden con que son también eficientes en su proceso, es decir, llegan a la frontera de eficiencia en un 100% por lo gestionan bien sus recursos, y por otro lado las que menos inspecciones realizan en porcentaje coinciden en que son también las menos eficientes. Como excepciones a este resultado tenemos a Ferrol y Santander que aunque manteniéndose como una de las capitanías que más inspecciones realizan respecto a los buques que atracan no llega a la frontera de eficiencia requerida, aunque

se aproximan bastante, siendo esta de un 96% y 81% respectivamente. Lo mismo ocurre con Huelva y Vigo aunque la diferencia es más pronunciada, que si bien están por encima de la media en el porcentaje de buques inspeccionados sin embargo se encuentran muy por debajo de la frontera de eficiencia, un 58% y un 53% respectivamente. Algeciras, es un caso particular, en él observamos que el porcentaje de inspecciones realizadas está bastante por debajo de la media aun siendo una de las Capitanías que más buques inspecciona, esto es debido al gran volumen de tráfico marítimo internacional que posee. Sin embargo en nuestro análisis de eficiencia nos da como resultado que sí realiza la labor inspectora adecuando bien sus recursos.

| Tabla III | | | |
|-----------------------|------|-------------------------|-----|
| Capitanías eficientes | | Capitanías ineficientes | |
| Algeciras | 100% | Cádiz | 87% |
| Alicante | 100% | Vigo | 86% |
| Castellón | 100% | A Coruña | 80% |
| Las Palmas | 100% | Ferrol | 79% |
| Málaga | 100% | Gijón | 75% |
| Sevilla | 100% | Santander | 68% |
| Tarragona | 100% | Ceuta | 66% |
| | | Palma de Mallorca | 66% |
| | | Cartagena | 66% |
| | | Barcelona | 66% |
| | | Valencia | 50% |
| | | Huelva | 49% |
| | | Bilbao | 40% |

Sin embargo, en el estudio cualitativo este dato no se puede generalizar, solo siete sobre veinte capitanías son eficientes, Tabla III. Las capitanías que más deficiencias encuentran en sus buques llegan casi todas a la frontera de eficiencia, y las que menos deficiencias detectan coinciden en que son ineficientes, con excepciones en Algeciras y Vigo ya que el tráfico que soporta de buques subestándar es elevado.

Conclusiones

En este primer avance de nuestra investigación, podemos establecer que la labor inspectora en España para el control de buques por el estado rector de puerto es muy eficiente, teniendo en cuenta que España ostenta uno de los primeros puestos en el ranking de países del MoU de París con respecto al número de inspecciones. Es de esperar que en posteriores estudios se pueda ahondar en relaciones más complejas teniendo en cuenta no solo el número de deficiencias, detenciones o tráfico portuario, sino también la tipología de éste en su relación a los perfiles de riesgo.

Referencias

- [1] Piniella, F. 2014. Seguridad Marítima, Cádiz. Universidad de Cádiz.
- [2] Chung, C., and Hwang, C. (2005) Analyses on vessel registration and operational performance of bulk-shipping firms. In K. Satoh Ed., Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation
- [3] Cariou, P., Mejia, M.Q., and Wolf, F.C. (2009) Evidence on target factors used for port state control inspections. Mar Policy 33 5: 847-859. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2009.03.004>

- [4] Acosta, M., Coronado, D., Cerbán, M. M., 2011. Bunkering competition and competitiveness at the ports of the Gibraltar Strait. *Journal of Transport Geography* 19, 91–916.
- [5] Acosta, M., Coronado, D., Cerbán, M. M., 2007. Port competitiveness in container traffic from an internal point of view: the experience of the Port of Algeciras Bay. *Maritime Policy and Management* 34 (5), 501–520.

ESTRÉS ABIÓTICO EN EL CRECIMIENTO CELULAR Y LA CAPACIDAD ACUMULADORA DE METALES Y METALOIDES EN LA MICROALGA EXTREMÓFILA *COCCOMYXA ONUBENSIS*

Romero-Cruz MC, León-Vaz A, Sánchez-Rodas D, Morales E, Giráldez I, Vígara J.
Departamento de Química. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de
Huelva, Huelva, España.

Palabras Clave: Coccomyxa onubensis, Río Tinto, Fitorremediación, Enzimas antioxidantes, Asimilación de nitrógeno

Las aguas marinas se ven afectadas por problemas de contaminación, en muchos casos, debido a los efluentes contaminados por efecto de la acción del hombre, principalmente a partir de actividades agrícolas e industriales [1]. Dentro de la ribera de los ríos Tinto y Odiel de la provincia de Huelva, cabe destacar también el aporte de metales pesados, debido a la actividad minera que históricamente se ha desarrollado a lo largo de la franja pirítica andaluza. Todo esto ha dado lugar a la existencia de un hábitat único en el mundo, donde se han llegado a desarrollar diferentes especies adaptadas a este medio de vida. En este ecosistema se encuentra la microalga *Coccomyxa onubensis*, que es un organismo extremófilo del río Tinto, capaz de crecer a altas concentraciones de metales y a pH 2,5. La presencia de metales pesados afecta de manera considerable al crecimiento y metabolismo celular generando estrés oxidativo y afectando a distintas rutas metabólicas, entre ellas la asimilación fotosintética de nitrógeno [2]. Además algunas microalgas son capaces de absorber y acumular diferentes metales pesados del medio, pudiendo afectar a la cadena trófica en el medio acuoso.

En este trabajo se presenta un estudio que muestra como la presencia de diferentes metales y metaloides (Cu^{+2} , Cd^{+2} , As (III), As (V) y Hg^{+2}) influyen en el crecimiento celular de la microalga *Coccomyxa onubensis*. Además, también se ha realizado un estudio que muestra de manera comparativa el efecto de este tipo de metales sobre el consumo de nitrógeno y sobre enzimas del metabolismo del nitrógeno, como son la nitrito reductasa (NiR), la glutamina sintetasa (GS) y la glutamato deshidrogenasa (GDH); y sobre enzimas del sistema antioxidante, como la catalasa (CAT), la glutatión reductasa (GR) y la ascorbato peroxidasa (APX). Por último, y con vistas a comprobar su posible aplicación en procesos de fitorremediación, se realizó un estudio de la capacidad acumuladora de metales de la microalga en función del factor de bioconcentración (BCF).

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la microalga *C. onubensis* se mostró resistente a la exposición a Cu^{2+} , ya que su crecimiento no se vio afectado ni siquiera a altas concentraciones de Cu^{2+} (300 μM), muy tóxicas para otras microalgas [2]. La exposición al metal, aunque no bloquea la asimilación de nitrato y de amonio, disminuyó parcialmente el nivel de actividad NiR, sin afectar significativamente a la GS, y aumentó ligeramente la actividad GR, y considerablemente las actividades GDH y CAT. De tal forma que, bajo estas condiciones de estrés, la GDH contribuiría a aportar el glutamato demandado, entre otros procesos, para la síntesis de glutatión y de las fitoquelatinas sequestradoras de metales, mientras que la CAT garantizaría la eliminación del H_2O_2 producido por estrés metálico, contribuyendo de esta forma a que el crecimiento de la microalga no se vea afectado.

En cuanto al Cd^{2+} , aunque bajas concentraciones (25 y 50 μM) no afectaron a la curva de crecimiento de la microalga, a concentraciones superiores apareció una clara inhibición del crecimiento celular, mostrándose *C. onubensis* menos resistente a Cd^{2+} que a Cu^{2+} . Además, el Cd^{2+} bloqueó parcialmente solo la asimilación de amonio, y afectó a la ruta asimilatoria de nitrógeno, disminuyendo los niveles de actividad de la NiR y la GS, pudiendo afectar este hecho a la disminución del crecimiento de la microalga observado a altas concentraciones del metal. No obstante, de nuevo, el incremento de la actividad GDH garantizaría el aporte de glutamato, mientras que la CAT y la APX contribuirían a la eliminación del H_2O_2 producido por el estrés metálico.

El Hg^{2+} no presentó ningún efecto sobre el crecimiento celular de *C. onubensis* a las concentraciones estudiadas (50-500 nM), aunque inhibió parcialmente el consumo de nitrógeno. La exposición al metal provocó una activación de la GR y la APX, manteniendo, de esta forma, activo el sistema antioxidante, junto con la GDH, que como en los casos anteriores, participaría en la producción de glutamato demandado por la síntesis de glutatión y fitoquelatinas secuestradoras del metal.

La exposición a As(III) solo produjo un efecto significativo en el crecimiento de *C. onubensis* a la máxima concentración estudiada (500 μM). No obstante, el As(V) sí provocó una inhibición del crecimiento, si bien hay que indicar que las concentraciones de As(V) estudiadas fueron muy superiores a las utilizadas con As(III). Aunque la exposición de *C. onubensis* a As(III) disminuye el consumo de nitrógeno y los niveles de actividad NiR y GS, aumenta los de la GDH (productora de glutamato) y los de la CAT, GR y APX (activando el sistema antioxidante).

En cuanto a los estudios sobre la capacidad bioacumuladora de metales por *C. onubensis*, los resultados muestran que para Cu^{2+} y Cd^{2+} el BCF obtenido fue muy similar entre ellos, y al de otros microorganismos [3]. No obstante, la microalga mostró una mayor capacidad acumuladora por arseniato, obteniéndose un valor del BCF de 1437,27, destacando de esta forma la posible aplicación de la microalga en procesos de fitorremediación de arsénico. Por otro lado, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la mayoría del arsénico absorbido por la microalga expuesta a As(V) se encontró en su forma oxidada (86%), y solo un 14% apareció como As(III), sin que se detectaran rastros de las formas metiladas del metaloide.

Referencias

- [1] N. Abdel-Raouf, A. Al-Homaidan, IBM Ibraheem. *Saudi J Biological Sci.* 19 (2012) 257-75.
- [2] MJ. Dominguez, F. Gutiérrez, R. León, C. Vilchez, JM. Vega, J. Vigara. *Plant Physiol Bioch.* 41 (2003) 828-32.
- [3] MB. Ellison, R. Nys, NA. Paul, DA. Roberts. *Peer J.* (2014) 1-17.

INCLUSIÓN DEL SECTOR RECREATIVO EN LA GESTIÓN PARTICIPATIVA PARA LA CREACIÓN DE UN V EN CABO ROCHE, CÁDIZ (ESPAÑA)

Sarmiento Carbajal, Jesica ⁽¹⁾; Cabrera-Castro, Remedios ⁽²⁾

⁽¹⁾ Sociedad para el Desarrollo de las Comunidades Costeras (SOLDECOCOS),
jesica.sarmientocarbajal@hotmail.com

⁽²⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad
de Cádiz, reme.cabrera@uca.es

Palabras Clave: Áreas Marinas Protegida, gestión participativa, Cabo Roche, agentes de interés

La implantación de una Reserva Marina de Interés Pesquero (RMIP) es utilizada como una figura de protección entre cuyos fines se encuentra la conservación de hábitats y especies mediante la reglamentación de usos y “agentes de interés” dentro de la zona a proteger.

Aunque el sector de pesca profesional puede ser el promotor de la instauración de la figura de protección como medida para proteger los caladeros y asegurar la permanencia de su actividad, es necesaria la caracterización e inclusión de todos los actores existentes y usuarios de la zona: ¿quiénes son, cuál es su actividad y cómo ésta se lleva a cabo la misma?, son cuestiones fundamentales a tener en cuenta para que este proceso resulte exitoso [1].

Es un proceso complejo donde la caracterización de todas las actividades se está llevando a cabo a través de recopilación bibliográfica, la realización de talleres sectoriales y la elaboración de cuestionarios para la caracterización de la pesca recreativa.

La creación de espacios de diálogo donde todos los agentes de interés (administración, científicos, sector pesquero profesional y recreativo, sector turístico, etc.) se encuentren representados resulta indispensable para que exista una gestión participativa eficaz y garantizar así que la instauración de la figura de protección funcione adecuadamente una vez implantada [2].

El proceso de creación de la Reserva Marina de Interés Pesquero de Cabo Roche, en la actualidad, se encuentra inmerso en la caracterización del sector recreativo para llevar a cabo la medición del esfuerzo pesquero y el análisis socioeconómico generado por esta actividad entre otras, cotejando la información obtenida mediante embarques con la flota recreativa y la utilización de una APP como método para obtener información sobre sus capturas.

Referencias

[1] SOLDECOCOS, WWF. Taller Reservas Marinas, otras figuras de protección y gestión de la pesca de costero-artesanal. análisis y valoración de la prXCopuesta de RMIP de Cabo Roche.

[2] López-Ornat, A., Atauri, J.A., Múgica, M., 2014. Beneficios sociales y ambientales de las reservas marinas. Caso de estudio: Reserva Marina de Cedeira. Fundación Fernando González Bernáldez, 92pp (In Spanish)

3.3. El mar como fuente de recursos



CRECIMIENTO DE JUVENILES DE *SERIOLA DUMERILI* (RISSO, 1810) EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN A DISTINTAS SALINIDADES

Alameda-López, M. ⁽¹⁾; González-Manzano, G. ⁽¹⁾; Saavedra, M. ⁽²⁾; Roo, J. ⁽³⁾;
Mancera, J. M. ⁽¹⁾; Muñoz, J. L. ⁽²⁾

⁽¹⁾Dpto.de Biología. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de
Cádiz

E-mail Alameda-López: malamedalpezpez@gmail.com

E-mail González-Manzano: ggonzalezmh@gmail.com

⁽²⁾ Centro IFAPA “El Toruño”, Junta de Andalucía

⁽³⁾ Instituto Universitario de Acuicultura Sostenible y Ecosistemas Marinos de la
Universidad de Las Palmas De Gran Canaria

Resumen

Debido al gran aumento poblacional de las últimas décadas, la demanda de productos acuícolas se está viendo incrementada a nivel mundial. En 2013 el pescado proporcionó alrededor del 20% de la ingesta promedio de proteínas de origen animal *per capita* (FAO, 2016). En la región del Mediterráneo el cultivo se basa principalmente en dorada y lubina. Es necesario buscar especies alternativas con buen crecimiento y alto valor nutricional para enriquecer el mercado y poder satisfacer la alta demanda de productos acuícolas.

La seriola es un pelágico piscívoro de la familia *Carangidae* propio de aguas subtropicales que puede llegar a medir 190 cm y alcanzar un peso de 80 kg. Debido a la alta calidad de su carne y su rápido crecimiento ha despertado un fuerte interés acuícola. La producción de seriola en acuicultura es muy escasa, por lo que llega al mercado mediante pesca extractiva, principalmente en el mar Mediterráneo y mar Negro.

El proyecto JACUMAR “Diversificación de la Acuicultura Española mediante la optimización del cultivo de *Seriola dumerili*” pretende, combinando diversos ámbitos de investigación, impulsar esta especie en la acuicultura española. De este modo, se pretende diseñar dietas, encontrar condiciones de cultivo idóneas y realizar protocolos de prevención de enfermedades para mejorar su cultivo.

En el Centro IFAPA “El Toruño” se está realizando la optimización de los parámetros físico-químicos para el cultivo de seriola. Para este estudio se está utilizando un sistema de recirculación (RAS) compuesto por cuatro circuitos independientes con cuatro tanques réplica. Cada circuito se ha mantenido a diferentes salinidades (15, 22, 29 y 36 ppt) pretendiendo determinar la idónea para el crecimiento de nuestra especie objetivo. En cada módulo se introdujeron 100 juveniles de seriola (provenientes del Instituto Universitario de Acuicultura Sostenible y Ecosistemas Marinos de la Universidad de Las Palmas De Gran Canaria) con un peso medio inicial de 78 g divididos de manera equitativa en cada réplica.

Para la evaluación del crecimiento fue necesaria la determinación de la tasa de ingesta. Se realizaron muestreos biométricos cada 15 días para seguir la evolución de los individuos. Con los datos obtenidos se calculó la eficiencia de la alimentación (F.C.R), tasa de crecimiento específico (S.G.R), ganancia de peso diaria (G.D.P) y el índice de condición (I.C). Se realizaron controles semanales de nitritos y amonio en los tanques. Los valores de nitrito y amonio se mantuvieron dentro de un rango adecuado para garantizar la calidad del agua ($\text{NH}_4^+ < 5\text{mg/L}$, $\text{NH}_3 < 0.05\text{mg/L}$, $\text{NO}_2^- < 0.5\text{mg/L}$ y $\text{NO}_3^- < 50\text{mg/L}$)

Según la estadística realizada diferenciamos dos grupos de crecimiento, salinidades 1 (15 ppt y 21 ppt) y salinidades 2 (28ppt y 35ppt) existiendo diferencias significativas entre grupos, pero no dentro de éstos. El grupo 1 experimental un mayor crecimiento y menor FCR, es decir, la alimentación es más eficiente a bajas salinidades. Otros estudios corroboran el mejor crecimiento de *Seriola lalandi* a bajas salinidades (Ainocha Blanco García *et al*, 2014) y en espáridos como la dorada (*Sparus aurata*) (Laiz-Carrion *et al*, 2005) y en pargo (*Pagrus pagrus*) (Vargas-Chacoff *et al*, 2011).

Tabla 1: Datos de biometría e IC, FCR, SGDP, SGR iniciales y finales.

| RAS | M1 | M2 | M3 | M4 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Pi (g) | 78,27±2,59 | 78,27±2,59 | 78,27±2,59 | 78,27±2,59 |
| Pf (g) | 216,69±33,77 | 220,13±39,31 | 178,65±38,45 | 192,25±37,44 |
| LT(i) | 17,13±0,21 | 17,13±0,21 | 17,13±0,21 | 17,13±0,21 |
| LT(f) | 24,80±1,53 | 24,71±1,58 | 22,58±1,54 | 24,80±1,47 |
| LF(i) | 15,41±0,19 | 15,41±0,19 | 15,41±0,19 | 15,41±0,19 |
| LF(f) | 22,57±1,32 | 22,38±1,39 | 20,97±1,29 | 22,56±1,32 |
| I.C.(Ki) | 1,55±0,04 | 1,55±0,04 | 1,55±0,04 | 1,55±0,04 |
| I.C.(Kf) | 1,42±0,09 | 1,45±0,07 | 1,54±0,15 | 1,41±0,10 |
| F.C.R. | 1,35 | 1,32 | 1,86 | 1,64 |
| G.D.P. | 1,89 | 1,94 | 1,37 | 1,56 |
| S.G.R. | 1,39 | 1,42 | 1,13 | 1,23 |

En el periodo de cuarentena y durante el experimento se produjeron 3 episodios de parasitosis por platelmintos del género *Neobenedenia sp.* en los sistemas de salinidad 28 ppt y 35 ppt. No hubo episodios de parasitismo a bajas salinidades. Este es un hecho importante, ya que la seriola es muy susceptible a parásitos externos y evitándolos evitamos infecciones secundarias (virus, bacterias) y garantizando la salud de nuestros peces en el cultivo.

Agradecimientos

En el proyecto colaboran IFAPA “El Toruño”, el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales de la Universidad de Cádiz (UCA). Financiado por MAPAMA y el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP).

Referencias

- [1] Blanco Garcia, A., Partridge, G. J., Flik, G., Roques, J. A. C., & Abbink, W. (2015). Ambient salinity and osmoregulation, energy metabolism and growth in juvenile yellowtail kingfish (*Seriola lalandi* Valenciennes 1833) in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture Research*, 46(11), 2789-2797. <https://doi.org/10.1111/are.12433>
- [2] Fao. (2016). State of world fisheries and aquaculture 2016 (spanish). Place of publication not identified: Food & Agriculture Org
- [3] Laiz-Carrion R., Sangiao-Alvarellos S., Guzman J.M., del Rio M.P.M., Soengas J.L. & Mancera J.M. (2005) Growth performance of gilthead sea bream *Sparus aurata* in different osmotic conditions: implications for osmoregulation and energy metabolism. *Aquaculture* 250, 849–861.
- [4] Vargas-Chacoff L., Calvo A., Ruiz-Jarabo I., Villarroel F., Muñoz J.L., Tinoco A.B., Cardenas S. & Mancera J.M. (2011) Growth performance, osmoregulatory and metabolic modifications in red porgy fry, *Pagrus pagrus*, under different environmental salinities and stocking densities. *Aquaculture Research* 42, 1269–1278

DESARROLLO *PRE* Y *POST* METAMÓRFICO DE ESPECIES ANÁDROMAS: LAMPREA MARINA (PETROMYZON MARINUS)

Barany, Andre^(1,3); Shaughnessy, Ciaran Alvar⁽²⁾, Fuentes, Juan⁽³⁾, Mancera,
Juan Miguel⁽¹⁾ and McCormick, Stephen Daniel^(2,4)

⁽¹⁾ Departamento de Biología Facultad de Ciencias Ambientales y del Mar, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España, andre.barany@uca.es

⁽²⁾ Graduate Program in Organismic and Evolutionary Biology, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, USA, ciaranashaughnessy@gmail.com

⁽³⁾ Centro De Ciências Do Mar, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Faro, Portugal.

⁽⁴⁾ U.S. Geological Survey, Leetown Science Center, Conte Anadromous Fish Research Laboratory, Turners Falls, MA 01376, USA

Palabras Clave: desarrollo, transporte iónico, Na⁺/K⁺-ATPasa intestinal, ratios de ingesta y absorción intestinal de agua

Introducción

Las lampreas y mixines son los vertebrados basales más antiguos vivos, y únicos representantes existentes de la superclase *Agnatha*. Las larvas de la lamprea marina (*Petromyzon marinus*) pasan de 4 a 6 años en ríos (agua dulce) antes de la metamorfosis y posterior migración al mar. El proceso de metamorfosis toma de 4 a 5 meses e implica una transformación radical de una larva filtradora que vive enterrada en el sedimento a un juvenil de vida libre parasítico, el cual pasa de otros 2 a 3 años en el mar antes de retornar a agua dulce para el desove y finalmente morir. Comparado con otros grupos de peces como los teleósteos, los mecanismos osmorreguladores en la lamprea marina son relativamente desconocidos, con solo algunos estudios caracterizando los mecanismos osmorreguladores en las branquias [1-2].

Mientras que la importancia del intestino como órgano osmorregulador ha sido bien establecido en peces teleósteos, hay poco conocimiento del rol del intestino en lamprea; hay constancia de cambios morfológicos y moleculares que ocurren en el intestino relacionado con los cambios de salinidad ambiental [2-3], pero para nuestro conocimiento no hay evidencias del tipo fisiológico. Es por ello que el presente estudio se centra en los cambios fisiológicos ionoreguladores en la lamprea marina durante la metamorfosis y después de la aclimatación salina como juveniles. Nuestros objetivos fueron caracterizar la habilidad osmorreguladora en diferentes estadios metamórficos y detectar diferencias de desarrollo en la actividad de transportadores iónicos proteicos claves, proveyendo así evidencias directas para los mecanismos implicados en el transporte intestinal en la lamprea marina.

Material y métodos

- *Animales y diseño experimental*

Las lampreas fueron capturadas en el río "Saw Mill", un afluente del río Connecticut (Massachusetts, EE.UU.) desde julio a noviembre de 2016. Para la caracterización y seguimiento de desarrollo metamórfico las lampreas fueron muestreadas en el campo inmediatamente tras su captura.

Los experimentos de aclimatación salina fueron llevados a cabo bajo condiciones de laboratorio, Se realizaron aclimataciones a agua de mar (35ppt) durante 3 semanas previo al muestreo. Las lampreas se mantuvieron

bajo condiciones de fotoperiodo natural y a una temperatura constante de 15°C en acuarios de cristal de 15L recirculados a través de una serie de cargas filtrantes (mecánicas, químicas y biológicas). Los animales no se alimentaron debido a que la lamprea marina tiene una temporada de inanición natural la metamorfosis y no comienzan de nuevo a alimentarse hasta que se convierten en juveniles parásitos una vez que alcanzan el océano.

- *Análisis*

Cloruros (Cl^-), determinación de ratios de ingesta de agua, absorción intestinal de agua, flujo intestinal de cloruros (Cl^-), y actividad Na^+/K^+ -ATPasa (NKA)

Resultados

- *Ratios de ingesta de agua*

Los ratios de ingesta de agua en los juveniles aclimatados a agua de mar fueron significativamente más altos ($20 \pm 2.4 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$; $P < 0.0001$) que en larvas y juveniles aclimatados a agua dulce (3.7 ± 0.8 y $2.5 \pm 0.6 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, respectivamente).

- *Absorción intestinal de agua y flujo de cloruros (Cl^-) por regiones intestinales*

En juveniles aclimatados a agua de mar, se observó un incremento significativo de los ratios de absorción intestinal de agua en el intestino anterior ($17.3 \pm 4.3 \text{ }\mu\text{L.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$; $P = 0.001$) comparado con el posterior ($4.8 \pm 1.3 \text{ }\mu\text{L.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$). El flujo neto de Cl^- en juveniles aclimatados a agua de mar fue significativamente mayor en el intestino anterior ($6.1 \pm 1.5 \text{ }\mu\text{Eq.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$; $P = 0.005$) que en el posterior ($1.6 \pm 0.4 \text{ }\mu\text{Eq.cm}^{-2}.\text{h}^{-1}$). Sin embargo, en los juveniles aclimatados a agua dulce, no se observaron diferencias significativas en los ratios de absorción intestinal de agua o flujo de Cl^- entre regiones intestinales.

- *Actividad NKA*

Los juveniles mostraron niveles de actividad de NKA significativamente superiores en el intestino anterior y posterior comparado a las larvas ($P < 0.0001$). En intestino anterior, la actividad NKA no mostró diferencias significativas en juveniles aclimatados a agua dulce o de mar. En contrapartida el intestino posterior de juveniles aclimatados a agua de mar mostró niveles significativamente superiores de actividad NKA que en juveniles aclimatados a agua dulce (21.9 ± 7.2 y $5.5 \pm 0.6 \text{ }\mu\text{mol ADP mg}^{-1}.\text{proteína}.\text{h}^{-1}$, respectivamente; $P < 0.0001$).

En general, la mayor actividad de NKA se observó en intestino anterior, seguido por el posterior, y por último el esófago. La actividad NKA presente en esófago fue muy baja a lo largo de todo el desarrollo metamórfico (datos no mostrado). En el intestino anterior y posterior la actividad NKA incrementó del orden de 15 y 3 veces, respectivamente, entre los estadios 4 y los juveniles migradores.

Discusión

El presente estudio muestra que los juveniles de lamprea aclimatados a agua dulce y de mar están preparados de forma similar para la absorción de iones y agua a través del tracto gastrointestinal (GIT) cuando son expuestos a un ambiente hiperosmótico como es el agua de mar (35ppt). Como tal, parece pues que el desarrollo intestinal en la metamorfosis podría ser un proceso preparatorio crítico precediendo a la entrada en el agua de mar por parte de los juveniles migradores.

La principal fuerza motriz de absorción de NaCl en el intestino en contra de su concentración de gradiente es conseguida primeramente por la actividad NKA basolateral [4]. En este estudio, la gran mayoría de actividad ATPásica total en las diferentes regiones intestinales analizadas fue ouabaina-sensitiva, y por lo tanto reafirma esta hipótesis. En adición cabe destacar que la actividad NKA en intestino posterior incrementó significativamente después de aclimatación a agua de mar mientras que el intestino anterior no, sugiriendo que esta actividad NKA alcanzó niveles biológicos máximos después de la metamorfosis y previa entrada a agua de mar.

Es también interesante que no se apreciase diferencias en la actividad NKA en el esófago a lo largo del desarrollo metamórfico, lo que sugiere que este tejido puede que no tenga una gran importancia en la desalinización de fluidos ingeridos, lo que es en contraste en comparación a otras especies de morfología alargada como la anguila u otros teleósteos marinos [5].

En conclusión, este estudio describe por primera vez que la ingestión de agua aumenta en la lamprea marina tras una exposición hipersalina, y que el intestino es el lugar de para la absorción de agua e iones. También encontramos incrementos de la actividad NKA en intestino anterior y posterior durante el desarrollo metamórfico de la lamprea marina. Nuestros resultados indican que el intestino desarrolla una capacidad osmorreguladora in agua de mar durante la metamorfosis y el intestino anterior es primeramente el sitio para la retirada del exceso de iones monovalentes. En adición, los efectos de la salinidad ambiental en sobreas diferentes regiones intestinales son mostradas.

Referencias

- [1] Reis-Santos, P., McCormick, S. D., & Wilson, J.M. (2008). *J. Exp. Biol.*, 211(978–988).
- [2] Ferreira-Martins, D., Coimbra, J., Antunes, C., & Wilson, J.M. (2016). *Conserv. Physiol.*, 4(1).
- [3] Gregorio, S.F., Carvalho, E.S.M., Encarnacao, S., Wilson, J.M., Power, D.M., Canario, A.V.M., & Fuentes, J. (2012). *J. Exp. Biol.*, 216(470–479).
- [4] Esbaugh, A. J. & Grosell M. (2014). *Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol.*, 171(57–63).
- [5] Tresguerres, M., Levin, L.R., Buck, & J., Grosell, M. (2010). *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 299(62-71).

DESARROLLO DE PRODUCTO COMBINADO PARA EL CONTROL DE PATÓGENOS VIRALES EN LA ACUICULTURA DE CRUSTÁCEOS

Fajardo Quiñones, Carlos ⁽¹⁾; Carrasco Reinado, Rafael ⁽¹⁾; Mancera Romero, Juan⁽²⁾;
Rendón Unceta, María ⁽²⁾, Martínez Rodríguez, Gonzalo ⁽³⁾; De Donato Capote,
Marcos ⁽⁴⁾; Gómez Carmona, Fernando ⁽⁵⁾; Cortés Salinas, Lina ⁽⁵⁾; Fernández Acero,
Francisco ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, España. carlos.fajardoquinones@alum.uca.es;
rafael.carrasco@gm.uca.es; franciscojavier.fernandez@uca.es

⁽²⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz, España. juanmiguel.mancera@uca.es;
maricarmen.rendon@uca.es

⁽³⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, Consejo Superior de Investigaciones
Científicas, España. gonzalo.martinez@csic.es

⁽⁴⁾ Departamento Regional de Bioingenierías, Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey, Campus Querétaro, México. mdedonate@itesm.mx

⁽⁵⁾ Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de
Valparaíso, Chile. fernando.gomez@pucv.cl; lina.cortes@pucv.cl

Palabras Clave: PstDV1, VLPs, Rab7, WSSV, TSV, Penaeus.

Resumen

La investigación se apoya en la mezcla sinérgica de dos fenómenos diferentes. El primero versa sobre el auto ensamblaje de la proteína recombinante de la cápside del PstDV1 en partículas parecidas al virus (VLPs) que pueden encapsular ARN o ADN de 0.5 Kb, lo que las convierte en un vehículo potencial para la administración de ARN de interferencia (ARNi) u otras nano-partículas de interés farmacológico. El segundo se basa en el silenciamiento del gen endógeno Rab7 en crustáceos, el cual muestra prevenir la replicación de diversos tipos de virus que afectan a estos animales. Esto sugiere que Rab7 funciona como un importante gen regulador del tráfico intracelular. El bloqueo de Rab7 inhibe tanto la infección de virus con ADN como el WSSV como virus con ARN (YHV, TSV, LSNV). Aunque los enfoques terapéuticos basados en ARN de interferencia (ARNi) han mostrado ser prometedores para el control de varios tipos de virus a nivel experimental, la aplicación de tales medidas a nivel de campo permanece aún como un reto. Para que estas estrategias sean viables a nivel de campo se debe desarrollar un método de administración oral, ya que administrar el ARNi vía inyección no es viable para su aplicación en el campo de cultivo; y es precisamente la incorporación de las VLPs lo que viene a superar este escollo. El proyecto busca establecer un método viable a nivel de campo que permitirá facilitar el control de enfermedades virales en acuicultura de crustáceos. Esta terapia genética le proveerá al organismo acuático al que se le administre una protección profiláctica y terapéutica. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), actualmente la industria de la acuicultura aporta más de la mitad de las proteínas de origen animal para consumo humano a nivel global y se espera que esta contribución aumente hasta el 62% para el año 2030. El subsector del cultivo de crustáceos representa alrededor del 30% de las ganancias totales generadas por esta industria. Según la Organización Mundial para la Salud Animal (OIE), el principal problema sanitario que enfrenta el sector lo representa la incidencia de enfermedades de origen vírico. Se estima que anualmente estos patógenos ocasionan pérdidas mil millonarias alrededor del mundo.

PROYECTO ECODUNALIELLA: BIOTECNOLOGÍA COMPATIBLE CON EL USO TRADICIONAL DE LAS SALINAS ANDALUZAS

Fernández-Pérez, Virginia ⁽¹⁾; Luciano Vílchez-Gómez ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Organización de Empresas, Universidad de Granada, Granada, España. vfperez@ugr.es

⁽²⁾ Biothesan S.L.U. La Malahá, Granada, España. biothesan@gmail.com

Palabras Clave: acuicultura, biotecnología, microalgas, salinas, sostenibilidad.

Las salinas continentales se han caracterizado históricamente por ser una fuente de riqueza ligada a la conservación de los alimentos y han sido explotadas desde la antigüedad hasta nuestros días. La calidad de su agua y la ausencia de contaminantes puede permitir complementariamente a la explotación de la sal la explotación biotecnológica de microorganismos basados en la diversidad existente en ellas a través de nuevos sistemas de cultivo. Durante la ejecución del Proyecto ECODUNALIELLA se ha caracterizado el hábitat y las condiciones medioambientales, la diversidad de especies existente en la salina continental de la Malahá, así como su potencialidad para diferentes usos en diferentes sectores [1,2]. Además, se evaluó el mercado potencial del cultivo de las microalgas a nivel mundial [3], arrojando resultados prometedores en cuanto a la viabilidad técnica y económica de realizar una acuicultura de microorganismos compatible con el uso tradicional de esta salina.

Agradecimientos

Biothesan agradece a la Fundación CEI.MAR la financiación a través de I Convocatoria de Proyectos de Innovación Empresarial y Territorial. Fundación CEI.MAR. Proyecto: ECODUNALIELLA: Estudio técnico y económico de la producción primaria como nueva vía para el desarrollo mediante actividades compatibles con el uso tradicional de las salinas andaluzas. Y a la Fundación Centro Tecnológico de la Acuicultura (CTAQUA) así como al Departamento de Botánica de la Universidad de Granada su participación en el Proyecto.

Referencias

- [1]. Enzing, C., Ploeg, M., Barbosa, M., Sijtsma, L., 2014. Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe, JRC Scientific and Policy Reports. European Commission.
- [2]. Vigani, M., Parisi, C., Rodríguez-Cerezo, E., Barbosa, M.J., Sijtsma, L., Ploeg, M., Enzing, C., 2015. Food and feed products from micro-algae: Market opportunities and challenges for the EU. Trends Food Sci. Technol. 42, 81–92.
- [3]. Vílchez-Gómez, Luciano. Fernández-Pérez, Virginia. 2017, Informe final del Proyecto Ecodunaliella. Datos pendientes de publicación.

EVALUACIÓN DE UN HIDROLIZADO DE ESPIRULINA COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACIÓN DE JUVENILES DE DORADA (*SPARUS AURATA*)

Galafat, Alba⁽¹⁾; Chourak, Yasmina⁽¹⁾; Céspedes, M. José⁽¹⁾; Barbieri, Francesca⁽²⁾;
Vizcaíno, Antonio J.⁽¹⁾; Sáez, M. Isabel⁽¹⁾; Martínez, Tomás F.⁽¹⁾; Jerez-Cepa, Ismael⁽²⁾;
Mancera, Juan M.⁽²⁾; Alarcón, F. Javier⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería.
E-mail: albagalafat@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz.

Palabras Clave: *Sparus aurata*, *Arthrospira platensis*, hidrolizado de microalgas, funcionalidad intestinal.

La presencia de péptidos de bajo peso molecular, y de un perfil de aminoácidos disponibles hacen de los hidrolizados de proteína un excelente suplemento para su utilización en piensos para acuicultura [1]. En este sentido, los hidrolizados de microalgas se presentan como un potencial aditivo proporcionando compuestos bioactivos de fácil absorción a través de la mucosa intestinal. Dadas estas consideraciones, el objetivo principal del presente trabajo fue evaluar qué efecto ejerce la inclusión de un hidrolizado de *Arthrospira platensis* en la alimentación de los juveniles de dorada (*Sparus aurata*).

Para el ensayo se utilizaron 180 ejemplares (20g peso medio corporal) que fueron distribuidos aleatoriamente en 9 tanques de cultivo, a razón de 20 individuos por tanque. El ensayo de alimentación se llevó a cabo en el Servicio Central de Investigación de Cultivos Marinos (SCI-CM, Código REGA ES11028000312) de la Universidad de Cádiz, localizado en el Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos (CASEM, Puerto Real, Cádiz). Los peces se alimentaron durante 128 días con 3 piensos isoproteicos e isoenergéticos denominados CT, SPI-2 y SPI-4 con 0, 2 y 4 % del hidrolizado de espirulina, respectivamente. Los piensos fueron proporcionados por la empresa Spin-off Lifebioencapsulation SL (Almería, España). Todos los tratamientos se ensayaron por triplicado. Quincenalmente se tomaron medidas de longitud y de peso para la determinación de la tasa de crecimiento, el índice de conversión de alimento y otros parámetros zootécnicos relacionados con el crecimiento y el aprovechamiento del alimento. Al final del ensayo, se obtuvieron muestras biológicas que fueron procesadas para la determinación de metabolitos plasmáticos, para el estudio de las actividades enzimáticas digestivas procedentes de secreción pancreática (tripsina, quimotripsina y proteasa alcalina total) y de secreción intestinal (leucina aminopeptidasa y fosfatasa alcalina), y para el estudio de la ultraestructura de la mucosa intestinal mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de barrido (SEM).

La incorporación de hasta un 4% de un hidrolizado de espirulina no ejerció efectos negativos sobre el crecimiento y la utilización del alimento en juveniles de dorada, observándose un crecimiento similar en todos los ejemplares a lo largo del ensayo, con independencia de la dieta suministrada. La inclusión en el alimento del hidrolizado incrementó significativamente ($p < 0,05$) los valores de lactato plasmático, aunque no ejerció efectos negativos sobre el resto de metabolitos estudiados (glucosa, triglicéridos y proteínas totales). En general, la incorporación del hidrolizado de espirulina no ejerció efectos negativos en ninguna de las actividades enzimáticas analizadas. Se observó una tendencia al alza de los niveles de actividad leucina aminopeptidasa, tripsina y quimotripsina en los peces alimentados con piensos suplementados con el hidrolizado de microalga, siendo significativamente más altos ($p < 0,05$) en comparación con el tratamiento control (CT) (Tabla 1). Este resultado podría estar reflejando cierta mejora en la capacidad digestiva del animal, debido al papel que juegan estas enzimas en los procesos de digestión y absorción del alimento. Finalmente, el análisis de las imágenes TEM y SEM no reveló señales de daño o irritación en la mucosa intestinal. El análisis morfométrico de las imágenes evidenció un incremento significativo ($p < 0,05$) de la longitud y el diámetro de las vellosidades en los peces alimentados con la dieta SPI-4 (Tabla 2). El área apical de los enterocitos fue similar en todos los tratamientos, sin embargo se apreció un aumento significativo

($p < 0,05$) de la superficie de absorción por enterocito en los peces alimentados con SPI-4, respecto a los alimentados con la dieta control (CT).

Los resultados obtenidos indican que el hidrolizado de espirulina puede ser utilizado como aditivo a bajo nivel de inclusión en la alimentación de los juveniles de dorada ya que favorece la funcionalidad intestinal de esta especie.

Tabla 1. Actividades enzimáticas digestivas (U g de tejido⁻¹) en los extractos intestinales de alevines de dorada.

| | CT | | SPI-2 | | SPI-4 | |
|------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| Proteasa alcalina total | 118,4 | ± 22,5 | 95,6 | ± 6,79 | 124,3 | ± 36,1 |
| Tripsina (x10 ⁻³) | 27,8 | ± 2,76 a | 32,7 | ± 1,77 b | 37,9 | ± 2,50 c |
| Quimotripsina (x10 ⁻³) | 25,4 | ± 2,27 a | 32,8 | ± 3,41 b | 44,9 | ± 9,66 c |
| Leucina aminopeptidasa | 0,22 | ± 0,03 a | 0,40 | ± 0,00 b | 0,38 | ± 0,01 b |
| Fosfatasa alcalina | 57,2 | ± 7,54 | 54,5 | ± 7,78 | 54,9 | ± 7,42 |

Los valores son la media ± SD (n=6). Los valores en la misma fila con distinta letra en minúscula indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Tabla 6. Análisis morfométrico realizado en la mucosa intestinal de los ejemplares de dorada al final del ensayo de alimentación.

| | CT | | SPI-2 | | SPI-4 | | p |
|------------------------|-------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|----------|
| LM (µm) | 1,83 | ± 0,44 a | 1,70 | ± 0,35 a | 2,62 | ± 0,50 b | < 0,0001 |
| DM (µm) | 0,13 | ± 0,01 a | 0,13 | ± 0,01 a | 0,14 | ± 0,01 b | 0,0128 |
| AE (µm ²) | 23,4 | ± 6,44 | 21,7 | ± 3,51 | 21,2 | ± 9,56 | 0,2113 |
| SAE (µm ²) | 767,9 | ± 163,5 a | 751,4 | ± 136,7 a | 1347,4 | ± 182,6 b | < 0,0001 |

Los valores son la (media ± SD). LM y DM, longitud y diámetro del microvilli; AE y SAE, área y superficie de absorción por enterocito. Los valores con distinto superíndice indican diferencias significativas tratamientos ($p < 0,05$).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto SABANA (grant # 727874) del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea.

Referencias

- [1] S. Khosravi, H.T.D. Bui, S. Rahimnejad, M. Herault, V. Fournier, S.S. Kim, J.B. Jeong y K.J. Lee, *Aquaculture* 435 (2015) 371-376.

ASTEROIDEOS DEL MAR CANTÁBRICO. RESULTADOS FAUNÍSTICOS DE LOS PROYECTOS INDEMARES + LIFE DEL NORTE DE ESPAÑA

García-Guillén, L. M. ⁽¹⁾; Rios, P. ⁽²⁾; Manjón-Cabeza, M.E. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento Biología Animal. UMA, Facultad de Ciencias Teatinos 29071 Málaga
mecloute@uma.es, lauragagui@alu.uma.es

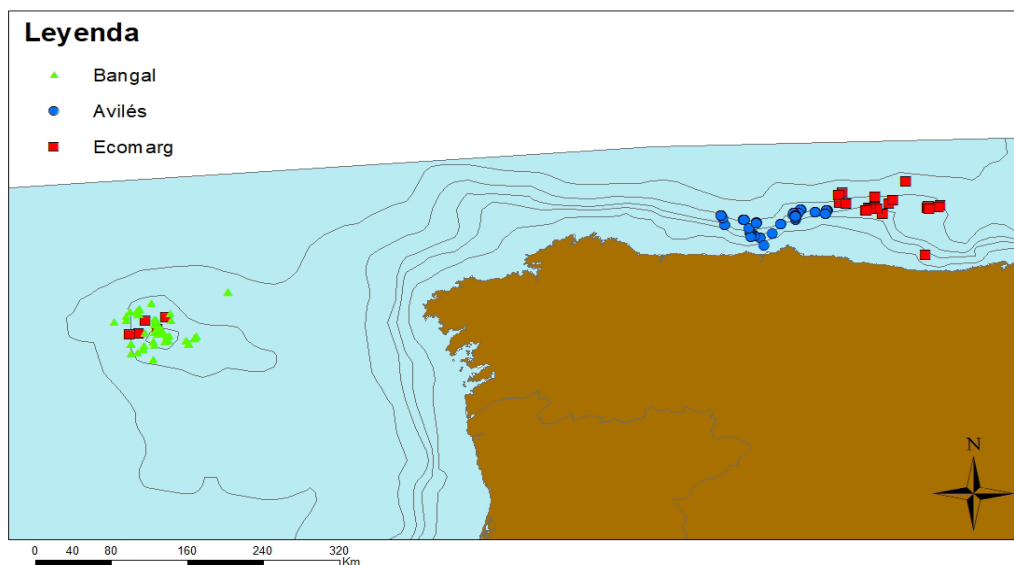
⁽²⁾ Centro Oceanográfico de Gijón. IEO, Gijón, Asturias.

Palabras Clave: Echinodermata, Asteroideos, Avilés, Banco de Galicia, Cachucho, INDEMARES.

El Proyecto INDEMARES Banco de Galicia (BANGAL 2009, 2010, 2011), Cañones de Avilés (AVILES 2010, 2011, 2012) cofinanciado por la Unión Europea (LIFE+), así como el llevado a cabo con anterioridad en el Banco Le Danois (CACHUCHO, 2003, 2004, 2005, 2008, 2009) y liderado por el Instituto Español de Oceanografía en colaboración con distintas Universidades, tienen como objetivo proporcionar la información necesaria para establecer distintas figuras de protección que contribuyan a la conservación de la biodiversidad en el territorio español, cumpliendo con las normativas europeas. Así en estos últimos se ha conseguido declarar al Banco de Le Danois como Zona de Especial Conservación (ZEC).

El presente trabajo tiene como objeto conocer la diversidad de los Asteroideos del Mar Cantábrico. Esto se considera el primer paso para realizar distintos estudios ecológicos que ayuden a la comprensión de la estructuras de las comunidades de fauna profunda que allí viven (a profundidades mayores de 2200 m) y su integración en estudios globales que se están llevando a cabo en relación con los hábitats determinados dentro de la red Natura 2000.

De forma colateral se plantean otros objetivos como el de completar el catálogo de equinodermos de las costas españolas ya que está bastante incompleto, donde la mayoría de los estudios datan de los años 70-80 (López Ibor, 1987). [1]



Hasta el momento se han identificado 965 ejemplares de la Clase Asteroidea, pertenecientes a 38 especies diferentes, siendo 301 de BANGAL, 422 de Avilés y 242 de Cachucho.

Las especie más abundantes y ocurrentes del cantábrico son: *Henricia caudani* (Koehler, 1895) (Abundancia: 18,34% Ocurrencia: 34,48%), *Persephonaster patagiatus* (Sladen, 1889) (Abundancia: 14,09% Ocurrencia: 25%), *Peltaster placenta* (Müller y Trogen, 1842) (Abundancia: 9,84% Ocurrencia: 19,82%), *Plinthaster dentatus* (Perrier, 1884) (Abundancia: 9,32% Ocurrencia: 18,10%) y *Brisinga endecacnemos* Asbjørnsen, 1856 (Abundancia: 7,15% Ocurrencia: 16,37%).

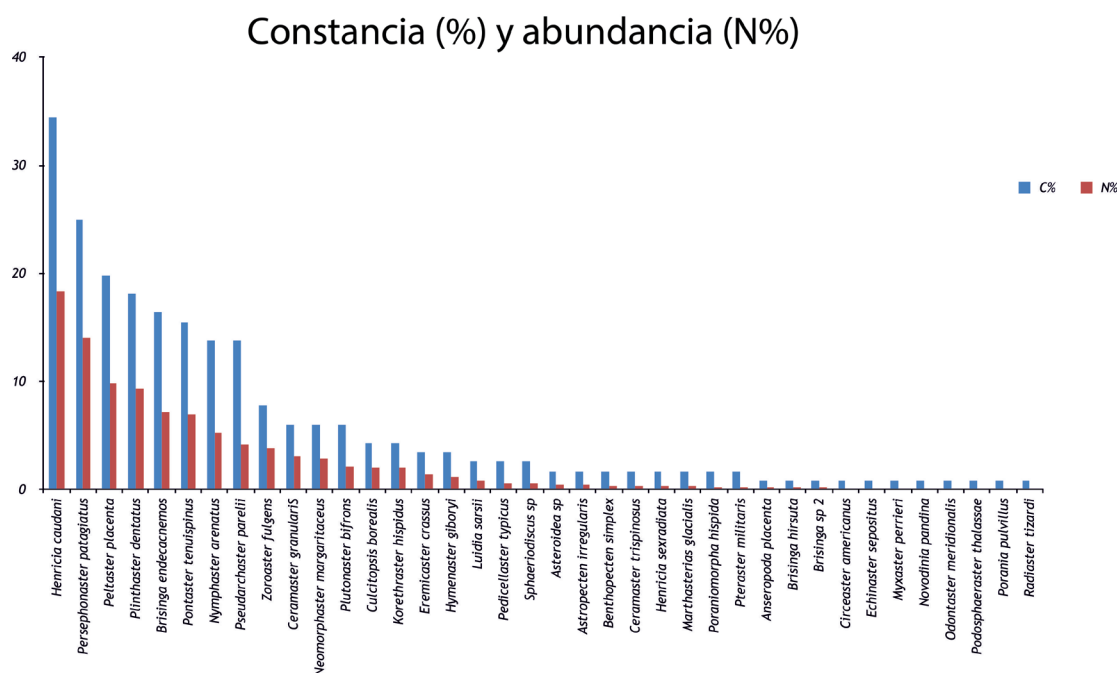


Figura 2. Gráfico Constancia y abundancia de las especies del mar Cantábrico.

La mayoría de las especies encontradas tienen distribución restringida al Atlántico Norte, aunque algunas son Atlántico-Mediterránea. Además, se han encontrado especies de distribución tropical como es la *Henricia sexradiata* (Perrier, 1881) o la *Circeaster americanus* (A.H. Clark, 1916). También se han encontrado varios especímenes de *Ceramaster trispinosus* H. L Clark, 1923, de distribución típicamente del sur de África.

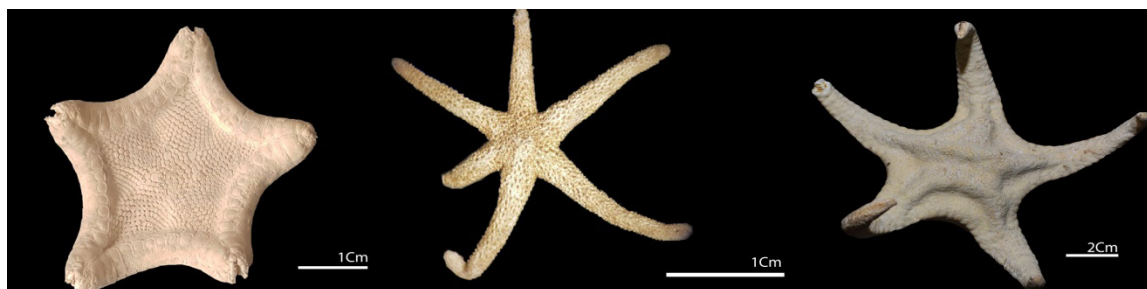


Figura 3. 1. *Ceramaster Trispinosus* 2. *Henricia sexradiata* 3. *Circeaster americanus*

Referencias

[1] A. López Ibor, Equinodermos de Asturias Expedición "Cantábrico 83". Misc.Zool., 11:201-210.

INFLUENCIA DEL PH AMBIENTAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE JUVENILES DEL PEZ LIMÓN (*SERIOLA DUMERILI* RISSO, 1810) EN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN

González-Manzano, G. ⁽¹⁾; Alameda-López, M. ⁽¹⁾; Mancera, J.M. ⁽¹⁾; Saavedra M. ⁽²⁾;
Roo, J. ⁽³⁾; Muñoz, J.L. ⁽²⁾

⁽¹⁾Dpto.de Biología. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz.

E-mail: ggonzalezmh@gmail.com, malamedalpezpez@gmail.com.

⁽²⁾Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera “El Toruño”.

⁽³⁾Instituto Universitario de Acuicultura Sostenible y Ecosistemas Marinos de la Universidad de Las Palmas De Gran Canaria.

Palabras Clave: Seriola dumerili, pH, crecimiento, alimentación, RAS

La creciente demanda global de productos acuáticos sanos y nutritivos es un reto al que sólo ha sido posible hacer frente sumando la acuicultura a la pesca, dos actividades que seguirán de la mano al menos en las próximas décadas debido a la importancia de la proteína animal de origen acuático. Según FAO, en 2013 los productos acuáticos han supuesto el 17,0 % de la ingesta de proteína animal mundial y el 6,7 de toda la proteína consumida. (APROMAR, 2017)

El interés sectorial por la diversificación de los productos de la acuicultura que permitan incrementar la actividad productiva acuícola española; aumentando el número de consumidores y ocupando nuevos nichos de mercado. El proyecto “Diversificación de la Acuicultura Española mediante la optimización del cultivo de *Seriola dumerili*” financiado por JACUMAR (MAPAMA), pretende diseñar dietas, definir condiciones de cultivo idóneas y realizar protocolos de prevención de enfermedades con el objetivo de introducir esta especie de manera comercial en la acuicultura española.

La seriola o pez limón es un teleosteo pelágico piscívoro perteneciente a la familia *Carangidae* presente en aguas subtropicales, con un tamaño máximo registrado de 190 cm y un peso de 80 kg. Esta especie y otras estrechamente relacionadas(*Seriola quinqueradiata* y *Seriola lalandi*) han sido objetivo de la acuicultura buscándose su introducción a la producción comercial.

Durante esta fase del proyecto se determinará la influencia del pH mediante el uso de sistemas de recirculación (RAS), que proveen una alternativa para el cultivo intensivo aportando una reducción en el consumo de agua y energía además de la disminución de efluentes. La selección de este sistema nos permite asegurar el control de las condiciones químicas, físicas y biológicas en la búsqueda de mayor productividad. (Colt, 2006), en el caso particular de la *Seriola* existen estudios previos en otras especies que se utilizaron de referencia para su posible aplicación de la especie objetivo(Abbink *et al* 2011).

La variación de pH normal en agua marina a 35 ppt de salinidad es de 7,8-8,2 viéndose afectada por factores como la respiración. La variación de pH tiene una influencia directa en la calidad del agua y por lo tanto puede afectar al crecimiento y la mortalidad. La presencia de niveles altos de pH aumentan la toxicidad de sustancias como los nitritos. Por otro lado la acidificación del agua puede provocar deformaciones y reducción del crecimiento en juveniles (Doney *et al.* 2009).

Para la realización de este experimento se utilizaran juveniles de seriola provenientes de la ULPGC. Con el fin de obtener la tasa de alimentación óptima se comenzó utilizando una tasa de alimentación inicial del 10% de biomasa y posteriormente se redujo retirando el alimento no ingerido secándolo y pesándolo.

La tasa de ingesta calculada y prevista en la segunda fase del experimento se determinó en 2% de la biomasa estabulada, siendo 4 el número de tomas óptimas al día.

Para la segunda fase se estabularán cuatro sistemas de recirculación (RAS) con cuatro réplicas por sistema de 650L. Cada tratamiento estará compuesto por cuatro réplicas, con una carga inicial de 6kg/m³ correspondiente a 25 individuos por tanque. Estos estarán establecidos en niveles de salinidad por debajo de 21 ppt, considerada salinidad óptima para el engorde de juveniles determinada en un experimento anterior del proyecto. Con el objetivo de observar las diferencias en crecimiento somático se ensayará el efecto de los valores de pH de 6.8, 7.3 y 7.8. La regulación de los diferentes valores de pH se realizará mediante la adición de HCl a través de un sistema de inyección modulado por una bomba peristáltica que responde a las variaciones detectadas.

La duración del experimento está establecida en 50 días. Cada 15 días se realizarán muestreos biométricos de 10 individuos tomados aleatoriamente para la obtención de peso (g), longitud furcal (cm) y longitud total (cm). Para estimar los parámetros de crecimiento se calculará la tasa específica de crecimiento (SGR), ganancia diaria en peso (G.D.P.), índice de condición (CI), el factor de conversión (F.C.R). Al finalizar se sacrificarán 48 ejemplares (2 individuos por tanque), cuyas muestras se analizarán para la obtención de niveles de parámetros plasmáticos incluyendo osmolaridad, cortisol, metabolitos plasmáticos, la transferencia iónica del intestino y contenido de agua en el músculo.

Los resultados obtenidos de estudios anteriores en especies del género *Seriola* pueden indicar que los niveles de pH óptimos esperados para *S. dumerili* comprendidos entre 7 y 8(Abbink *et al* 2011), siendo los niveles inferiores a 7 posibles causas de estrés disminuyendo el crecimiento, sistema inmune y supervivencia.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación está financiado por JACUMAR (MAPAMA) a través del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP). La presente fase fue realizada en el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera “El Toruño” situado en El Puerto de Santa María en Cádiz y el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales de la Universidad de Cádiz (UCA).

Los juveniles de *Seriola* son proporcionados por el de la ULPGC, en el marco del desarrollo de este proyecto coordinado por el Dr. Javier Roo, y mantenidos en las instalaciones del Centro IFAPA El Toruño..

Referencias

- [1] ABBINK, W., A. BLANCO, J. ROQUES, G. PARTRIDGE, K. CLOETIO SCHNEIDER (2011). The effect of temperature and pH on the growth and physiological response of juvenile yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) in recirculating aquaculture systems. (2011). *Aquaculture*, vol 330- 333, pp 130-135.
- [2] APROMAR, Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos de España (2017). La acuicultura en España 2016. <http://www.apromar.es>.
- [3] COLT, J. (2006) Water quality requirements for reuse systems *Aquacultural Engineering* 34(3):143-156.
- [4] Doney, S.C., V.J. Fabry, R.A. Feely, and J.A. Kleypas. (2009). Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science* 1:169-192.

DESARROLLO DE MEDIDAS DE INNOVACIÓN MEDIOAMBIENTAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PROTOCOLOS PARA LA CAPACIDAD DE CARGA QUE ASEGUREN UN DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA ACUICULTURA (MIMECCA)

Hernández Contreras, Ángel; Agraso Martínez, María del Mar
Ctaqua - Fundación Centro Tecnológico Acuicultura de Andalucía
a.hernandez@ctaqua.es, mm.agraso@ctaqua.es

Palabras Clave: Capacidad Carga, Acuicultura, Planificación Sectorial, ZIAs, Impacto medioambiental, Impacto socio-económico.

MIMECCA es un proyecto que persigue la dinamización de la acuicultura marina potenciando su crecimiento mediante el establecimiento de la capacidad de carga para los modelos productivos de estanques en tierra y jaulas en mar abierto. Todo ello se lleva a cabo a través de la identificación de las interacciones ambientales, socio-económicas y productivas que se dan en el desarrollo de la actividad, la identificación y jerarquización de indicadores, y su integración en un modelo de capacidad de carga que permita a dimensionar el sector de forma adecuada y sostenible en todo el litoral mediterráneo y suratlántico.

Para el óptimo desarrollo del proyecto contamos con la colaboración de equipos expertos en cada aspecto de la capacidad de carga. Estos son el Departamento de Química Analítica y el Grupo de Economía, Empresa y Sociedad de la Universidad de Cádiz, y el Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, de la Universidad de Alicante.

Este proyecto tiene como objetivo general el desarrollo de protocolos aplicables para el establecimiento de capacidad de carga en función de las interacciones ambientales, sociales y productivas que se dan en el desarrollo de la actividad acuícola. Para llevarlo a cabo, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las interacciones ambientales, sociales y productivas que se dan en el desarrollo de la actividad acuícola.
- Aumentar el nivel de conocimiento para la mejora de la gestión sectorial.
- Obtener información pormenorizada de los distintos modelos de producción en base a capacidad de carga física, capacidad de carga productiva, capacidad de carga del medio ambiente y capacidad de carga social.
- Definir y concretar diferentes indicadores cuantificables en torno a cada tipo de capacidad de carga.
- Integración de indicadores de sostenibilidad y desarrollo de protocolos de establecimiento de capacidad de carga.

La metodología seguida para alcanzar los objetivos está siendo la siguiente:

- Método PCI: Principio-Criterio-Indicador, anteriormente utilizado en otros proyectos sobre sostenibilidad y capacidad de carga [1,2].
- Entrevistas in-situ con las principales empresas de acuicultura, tanto del área mediterránea con el sistema de producción en jaulas, como del área suratlántica.
- Encuesta de aceptación social de la acuicultura según el método de Proceso de Jerarquía Analítica y metodologías de estudios anteriores [3,4].

- Evaluación de batería de indicadores por mesas de expertos para incluirlos en el modelo de capacidad de carga.
- Se tiene como referencia modelo de CC con éxito en Grecia: factores predictivos multiplicadores sobre una producción base autorizada [5].
- Modificaremos factores multiplicadores y añadiremos otros sociales y económicos.
- Método Delphi con expertos para dar valores concretos a los factores del modelo

Con todo ello se pretende obtener, con la participación de todas las partes interesadas en el desarrollo del sector, un modelo de capacidad de carga que permita dimensionar el sector de forma sostenible.

Agradecimientos

Este proyecto se realiza con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP.

Esta iniciativa se enmarca en el proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”, que coordina el Ministerio, a través de la Fundación Biodiversidad.

Referencias

- [1] C. García-Diez, J. Remiro, J. Ojeda, F. Simard, S. Simoes. Aproximación a la sostenibilidad acuícola del Mediterráneo mediante el uso de indicadores. *Revista AquaTIC*, 35 (2016).
- [2] D. Fezzardi, F. Massa, P. Àvila-Zaragoza, F. Rad, G. Yücel-Gier, H. Deniz, S. B. Salem. Indicators for sustainable aquaculture in Mediterranean and Black Sea countries: Guide for the use of indicators to monitor sustainable development of aquaculture. *General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews*, 93 (2013).
- [3] D. Whitmarsh, M. G. Palmieri. Social acceptability of marine aquaculture: The use of survey-based methods for eliciting public and stakeholder preferences. *Marine Policy*. 33(3) (2009) 452-457.
- [4] S. Katranidis, E. Nitsi, A. Vakrou. Social acceptability of aquaculture development in coastal areas: the case of two Greek Islands. *Coastal Management*, 31(1) (2003) 37-53.
- [5] I. Karakassis, N. Papageorgiou, I. Kalantzi, K. Sevastou, & C. Koutsikopoulos. Adaptation of fish farming production to the environmental characteristics of the receiving marine ecosystems: A proxy to carrying capacity. *Aquaculture*. 408 (2013) 184-190.

ASTEROIDEOS (ASTEROIDEA: ECHINODERMATA) DE LA PLATAFORMA PATAGÓNICA ARGENTINA

Hurtado, J.; Manjón-Cabeza Cloute, M.E.

Departamento de Biología Animal. Fac. Ciencias. UMA

jennifer.h.g@alu.uma.es, mecloute@uma.es

Palabras Clave: Diversidad, Bentos, Equinodermos, Asteroideos, Plataforma Patagónica.

El Atlántico Suroccidental comprende una plataforma continental con una superficie total de 1.96 millones de km² aproximadamente, de los cuales, una gran parte están incluidos dentro de aguas argentinas, la Plataforma Patagónica, extendiéndose en ciertas zonas por fuera de la zona económica exclusiva.

El presente trabajo caracteriza la estructura y la distribución espacial de los Asteroideos en la Plataforma Patagónica Argentina, así como la identificación de los factores ambientales que determinan la estructura de la comunidad.

Los Asteroideos fueron recogidos en 303 estaciones de muestreo entre 107 y 2063 metros de profundidad durante el Proyecto Atlantis entre Octubre de 2007 y Abril de 2010. (Figura 1)

En Aguas Argentinas, los Asteroideos representan un 33.29% de las especies del Filo Equinodermos, esto refleja que esta Clase es la más rica en el conjunto del estudio asociado al Proyecto Atlantis ya que las demás Clases de este Filo se quedan por debajo del 20%.

La Plataforma Patagónica Argentina es una zona de confluencia de dos grandes corrientes oceánicas: la corriente de Brasil, de tipo subtropical, cálida y salina (18-28°) y la corriente de las Malvinas de tipo subantártica, fría y con menos salinidad (6°). Estas corrientes se encuentran en la Zona de Convergencia del talud patagónico dando lugar a un frente de unos 1500 metros de longitud aproximadamente, a lo largo de la costa argentina.

Derivado del interés ambiental y económico del área de estudio, y la escasez de trabajos de Asteroideos en la zona, se proponen como objetivos la creación de una base de datos con el trabajo de identificación de los Asteroideos recogidos en las campañas del proyecto Atlantis, para analizar y compararlas en busca de nuevas especies en la zona o posibles ampliaciones del área de distribución. Además de una caracterización de la taxocenosis de Asteroideos en la zona y analizarla en función del contenido de especies y las variables ambientales que puedan determinar las comunidades en las que está estructurada.

Las muestras se recolectaron utilizando distintos equipos de muestreo que fueron la draga de roca, el arte de arrastre de Lofoten con un colector de sedimentos acoplado a él, y un equipo CTD SBE-911 plus, con sensores para medir la temperatura y la salinidad entre otras variables.

Para analizar la existencia de patrones de dominancia y constancia de las especies, se calcularon abundancias relativas, riqueza específica y la ocurrencia en el área total de estudio.

Para fundamentar la importancia de las especies dentro de la comunidad se utilizó una modificación del índice de constancia (Ci) (Mora, 1980), donde las especies se clasifican en distintas categorías en función del porcentaje de ocurrencia sobre el número total de estaciones del estudio clasificando las especies como ubicuas, muy comunes, comunes, poco comunes y accidentales. (Manjón-Cabeza y García Raso, 1998).

El análisis de clasificación para la estructura de la taxocenosis se realizó a partir de una matriz de ausencia/presencia, mediante la aplicación de un índice de similitud Baroni-Urbani del que se deriva la significación o no de las distintas agrupaciones y estimando si dicha segregación está caracterizada por ser una frontera fuerte así como el nivel de homogeneidad, en su contenido faunístico. (Baroni-Urbani & Buser, 1976; Peña Cantero & Manjón-Cabeza, 2014).

Para el análisis de ordenación también se utilizó la matriz de ausencia/presencia y se llevó a cabo mediante un análisis de correspondencia, basado en las distancias entre los valores propios de Chi-cuadrado. (Moya et al., 2012).

Como resultado, se examinaron un total de 2776 ejemplares representados por 47 especies.

Ctenodiscus procurator fue la especie más abundante en todo el área, tanto en los fondos sedimentarios como en los cañones submarinos.

De un total de 42 especies citadas con anterioridad en la zona de estudio y considerando las nuevas citas en este trabajo (19), el porcentaje con distribución exclusivamente atlántica sólo constituye el 22.95% sobre un total de 61 especies. Sin embargo, el porcentaje de especies con influencia antártica fue de 77.05%. De estos datos, se puede deducir que desde un punto de vista biogeográfico, la Provincia de la Plataforma Patagónica Argentina debería considerarse como una región no significativa, al menos para el Filo Equinodermos.

La riqueza en la zona es muy alta, con un total de 61 especies de las cuales las más características fueron *Ctenodiscus procurator*, *Henricia studeri* y *Cheiraster planeta*. (Figura 2)

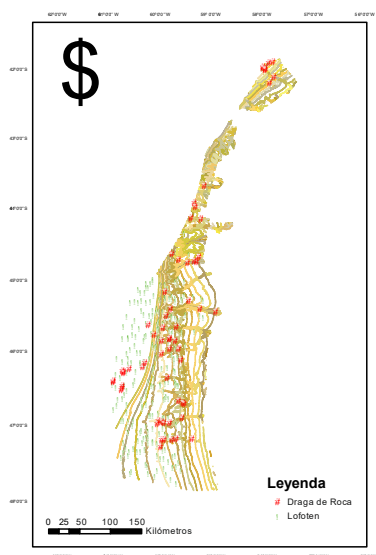


Figura 1: Mapa de las estaciones de muestreo de las campañas asociadas al proyecto Atlantis

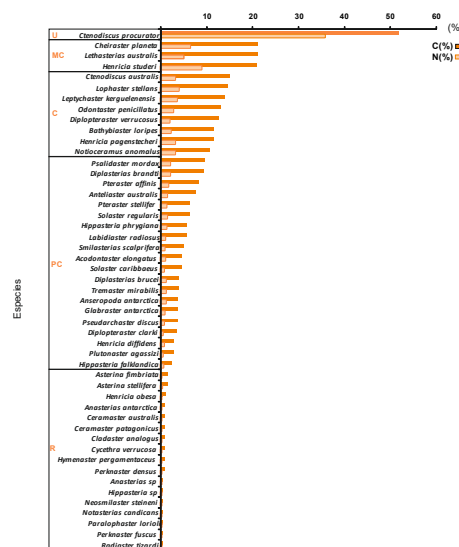


Figura 2: Diagrama de barras de la abundancia relativa (N%) y la constancia (C%) por estación

La taxocenosis estudiada se estructura de forma similar en las terrazas sedimentarias del Talud y en la profundidad de los cañones submarinos, ya que están constituidos por especies con un gran rango de distribución batimétrica. Aun así, algunas especies tienen sus preferencias por ciertos fondos, o ciertas características granulométricas y bióticas.

Los Asteroideos, aunque aparentemente se les conoce como un grupo carnívoro y de desarrollo planctotrófico, esto no se ajusta a la realidad. En realidad, pueden ser sedimentívoras como las del género *Ctenodiscus* Müller & Troschel, 1842 y/o lecitotróficas. Estos hechos hacen que en determinadas condiciones, la taxocenosis se estructure en función de las especies características y adaptadas a un tipo de fondo.

Con todo ello, se encontraron cinco comunidades: (1) Comunidad superficial de fondos de Desmosponjas y Alcionáceos (excluidas gorgonias); (2) Comunidad superficial asociada a fondos arenosos de Ascidiás; (3) Comunidad de corales; (4) Comunidad de fondos fangosos y (5) Comunidad de fondos de Pennatuláceos.

Referencias

- [1] Poblaciones bénticas de la Ría de Arousa. J. Mora, 1980
- [2] M.E. Manjón-Cabeza, J.E. García-Raso. J Nat Hist, 32 (1998) 1619-1630.
- [3] C. Baroni-Urbani, M.W. Buser. Syst .Zool., 25 (1976) 251-259
- [4] A.L. Peña-Cantero, M.E. Manjón-Cabeza. Polar Biology, 37 (2014) 1733-1740
- [5] F. Moya, T. Saucède, M.E. Manjón-Cabeza. Polar Biology, 35 (2012) 1343-1357

ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE LA GAMBA ROJA *ARISTEUS ANTENNATUS* (RISSO, 1816), QUE SE DESARROLLA EN EL LITORAL ALMERIENSE

Jiménez-Talavera, Ana*⁽¹⁾; Arana, Diego ⁽²⁾; Palma-Pedraza, Sara ⁽¹⁾;
Cabrerá-Castro, Reme ⁽³⁾

⁽¹⁾Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz. Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR). Puerto Real, Cádiz. E-mail: ana.jimeneztalav@alum.uca.es, sara.palmapedraza@alum.uca.es

⁽²⁾Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA). E-mail: diegor.arana@juntadeandalucia.es

⁽³⁾Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR). Puerto Real, Cádiz. E-mail: reme.cabrera@uca.es

Palabras Clave: gamba roja, *Aristeus antennatus*, litoral almeriense, arrastre de fondo

La gamba roja (*Aristeus antennatus*) es una especie objetivo de una pesquería muy concreta, monoespecífica del arrastre de fondo en la provincia de Almería que posee un gran interés económico. En este trabajo se analizaron los datos de producción pesquera procedentes del Sistema de Información andaluz de la Dirección General de Pesca y Acuicultura de la Junta de Andalucía (IDAPES) durante el periodo 2001-2016, elaborados a partir de las notas de, con el objetivo de estudiar la evolución de las capturas de gamba roja y el precio de las mismas teniendo en cuenta los calibres comerciales.

El análisis de los datos permitió identificar los principales puertos de desembarco para esta especie y reveló una marcada estacionalidad de las capturas, así como una disminución de las mismas a lo largo del periodo de estudio. Las capturas son mínimas durante los meses de marzo, abril y aumentan en torno a los meses de verano. Durante el periodo navideño se observa un aumento del precio de este producto.

Además, se detectaron errores en la asignación de calibres en uno de los puertos estudiados (Almería) durante el registro de las capturas –la clasificación por calibres de las capturas se lleva a cabo de manera manual-, lo que impidió obtener un mejor análisis de los precios y de la estructura de tallas de los stocks explotados. Teniendo en cuenta la importancia del calibre en el estudio de esta pesquería y su influencia en el precio, se propone trabajar en nuevas técnicas de clasificación de los ejemplares, que al mismo tiempo permitan mejorar el registro de la información en el origen.

Agradecimientos

La realización de este trabajo se ha visto facilitada a través de la realización de prácticas curriculares con la Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA).

Referencias

[1] A. Carbonell (2005). *Evaluación de la gamba rosada, Aristeus antennatus (Risso, 1816) en el Mar Balear*. Tesis Doctoral Universitat de les Illes Balears

- [2] M. Demestre, A. Carbonell and O. Martínez-Baños (1994). "Analysis of the exploited of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the three adjacent zones in the Spanish Mediterranean". In: Etude pour l'aménagement et la gestion des peches en Méditerranée occidentale. Report final. CEE FAR, 474 pp.
- [3] M. García-Rodríguez and A. Esteban (1999). "On the biology and fishery of *Aristeus antennatus*, Risso 1816 (Decapoda, Dendrobranchiata) in the Ibiza Channel (Balearic Islands, Spain)". *Sci. Mar.*, 63: 27-37.
- [4] M. García-Rodríguez (2003). *La gamba roja *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Crustacea, Decápoda): Distribución, demografía, crecimiento, reproducción y explotación en el golfo de Alicante, canal de Ibiza y golfo de Vera*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

PERFIL AMINOÁCIDICO DE MICROALGAS LOCALIZADAS EN LA COSTA SURATLÁNTICA

León-Vaz, A. ⁽¹⁾; García, E. ⁽¹⁾; Moreno-Garrido, I. ⁽²⁾; Cañavate, J. P. ⁽³⁾; Vigara, J. ⁽¹⁾;
León, R. ⁽¹⁾; Morales, E. ⁽¹⁾; Giraldez, I. ⁽¹⁾.

⁽¹⁾Departamento de Química, Universidad de Huelva, Huelva.
E-mail: giraldez@dqcm.uhu.es

⁽²⁾Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC), Puerto Real, Cádiz.

⁽³⁾IFAPA Centro El Toruño, Puerto de Santa María. Cádiz.

Palabras Clave: Microalgas, Aminoácidos, Clorofita, Haptofita, Dinoflagelados, Cianobacteria

Las microalgas se utilizan como sistema modelo para el estudio de procesos fundamentales como la fotosíntesis, la función flagelar o la asimilación de nutrientes, y algunas especies se utilizan para la producción de carotenoides, PUFA, y otros compuestos de alto valor añadido [1]. Además, las microalgas forman parte de la cadena trófica marina, siendo alimentos básicos en acuicultura, principalmente, moluscos, crustáceos y larvas de peces. La composición de proteínas, ácidos grasos o carbohidratos de las microalgas puede variar sustancialmente en función de la especie o de las condiciones de cultivo. Por este motivo, se hace necesario estudiar el perfil nutricional de diferentes especies microalgales con el fin de conseguir una mejor calidad del alimento, adaptado a la necesidad de la especie que lo consume. Uno de los principales y menos estudiados aspectos del perfil nutricional del fitoplancton es su composición de aminoácidos [2]. Se puede diferenciar entre aminoácidos no esenciales y esenciales, siendo estos últimos imposibles de sintetizar por parte de muchos animales que sólo pueden adquirirlos mediante la alimentación.

En este trabajo se muestra la composición de aminoácidos de diferentes especies de microalgas aisladas de la costa suratlántica de Cádiz, Huelva y Algarve. En este grupo se incluyen microalgas clorofitas, haptofitas, dinoflageladas, criptofitas, diatomeas, crisofitas y cianobacterias. Para el tratamiento de las muestras se han realizado hidrólisis ácida/básica, y una posterior derivatización, con el fin de formar N-etoxicarbonilestéres de aminoácidos. Estos derivados fueron finalmente determinados mediante cromatografía de gases acoplada a un detector de masas (CG/MS).

Los resultados muestran la variabilidad en los perfiles especialmente entre los diferentes grupos de microalgas, siendo en la mayor parte de ellas mayoritarios la glicina, alanina, leucina, valina, prolina, aspártico y fenilalanina. Además, dentro de los aminoácidos esenciales, se han encontrado diferencias significativas entre las especies estudiadas en el caso de la metionina, treonina, triptófano, isoleucina y lisina.

Agradecimientos

Parte de este trabajo ha sido financiado por el proyecto de la Unión Europea (INTERREG VA POCTEP-055 ALGARED_PLUS_5E).

Referencias

[1] R. Wijffels, M. Barbosa. Science. 329 (2010) 796-99.

[2] M. Madeira, C. Cardoso, PA. Lopes, D. Coelho, C Afonso, N Bandarra, J. Prates. Livestock Science 205 (2017) 111-21.

EFECTOS DEL ACEITE ESENCIAL DE CLAVO ENCAPSULADO E INCORPORADO AL HIELO EN EL PROCESO DE ATURDIDO PREVIO AL SACRIFICIO EN DORADA (*SPARUS AURATA*, L) Y LUBINA EUROPEA (*DICENTRARCHUS LABRAX*) CULTIVADAS

López-Cánovas, Amanda-Esperanza ⁽¹⁾; Cabas, Isabel ⁽¹⁾; Ros-Chumillas, May ⁽²⁾;
López-Gómez, Antonio ⁽²⁾; García-Ayala, Alfonso ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología Celular e Histología, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Murcia, Spain. amandaesperanza.lopez@um.es

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería de los Alimentos y del Equipamiento Agrícola, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain. antonio.lopez@upct.es

Palabras Clave: Acuicultura, anestesiado, aceites esenciales, ciclodextrinas, aturrido.

La Directiva de la UE sobre la protección de los animales en el sacrificio, aplica que “Se evitará ocasionar a los animales cualquier estrés, dolor o sufrimiento durante el manejo, aturdimiento o sacrificio” [1]. Estudios previos demostraron que el método tradicional de sacrificio de peces cultivados en la industria acuícola, utilizando hipotermia en agua y hielo, y sin aturdimiento previo, genera un estrés excesivo e innecesario en el animal [2,3]. Lo que hace es producir un enfriamiento rápido, reduciendo la degradación autolítica y la actividad muscular inmediatamente antes de la muerte [3] pero no induce la pérdida inmediata de la función cerebral del pescado [2,4]. Como consecuencia, la calidad del pescado se altera y la vida útil se acorta [5]. Para mejorar el bienestar animal y al mismo tiempo reducir los niveles de estrés, hemos desarrollado un nuevo método para el aturrido y sacrificio de dorada (*Sparus aurata*) y lubina europea (*Dicentrarchus labrax*). Consiste en la tecnología de encapsulación del aceite esencial de clavo (CEO) a diferentes concentraciones en β -ciclodextrinas (β -CDs), incorporadas a su vez en los cristales de hielo. De este modo, el hielo con el complejo (CEO- β -CDs) produce un efecto anestésico en los peces, disminuyendo los niveles de estrés y a su vez los tiempos de aturrido previo al sacrificio. Por otro lado, nuestra investigación también ha demostrado que la combinación adecuada de aceites esenciales (AE), encapsulados en β -CDs y adheridos en el hielo, cuando se utilizan en el almacenamiento en frío de pescado, se obtiene un alargamiento significativo de la vida útil del pescado. Por lo tanto, en este trabajo de investigación se analiza la influencia en el uso sucesivo de ambas tecnologías.

A nivel industrial, se diseñaron diferentes tratamientos con el complejo CEO- β CDs incluido en hielo triturado en agua de mar como método de sacrificio. A continuación, el pescado se almacenó en frío a 3°C con hielo en cajas de poliestireno, usando una combinación de AE- β CDs adheridos en los cristales de hielo. Los peces aturridos y sacrificados con los diferentes tratamientos, para ambas especies, mostraron niveles significativamente bajos de cortisol y glucosa en plasma en comparación con los peces control, aturridos por el método tradicional (Figura 1). Además, los peces que fueron anestesiados con el complejo CEO- β CDs en hielo, y posteriormente almacenados en cajas de poliestireno con AE- β CDs incrustado en hielo, obtuvieron una vida útil más larga que los peces control, con incrementos entre un 25-30% (Figura 2).

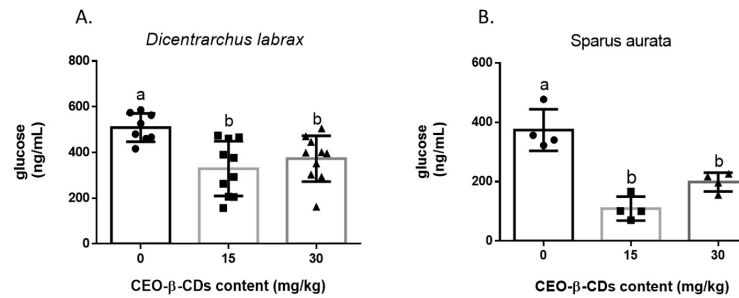


Figura 1. Niveles de glucosa en plasma de lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) (A), y dorada (*Sparus aurata*) (B). Los peces fueron aturdidos y sacrificados con agua de mar y con el complejo CEO-BCDs incluido en los cristales de hielo.

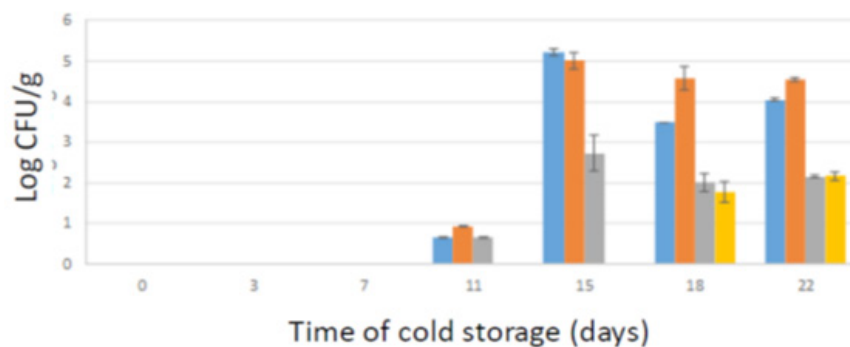


Figura 2. Determinación de bacterias ácido-lácticas en peces tradicionalmente sacrificados y almacenados en hielo (barra 1 empezando por la derecha), y en peces aturdidos usando agua de mar y el complejo CEO-β-CDs incluidos en los cristales de hielo (barra 4).

Referencias

- [1] P. Ginevra, C. Daniela, C. Francesco, P. Daniele, Ital J Food Saf. 4 (2015) 4520.
- [2] H. Van de Vis, S. Kestin, D. Robb, J. Oehlen-schlager, B. Lambooi, W. Munkner, H. Kuhlmann, K. Kloosterboer, M. Tejada, A. Huidobro, H. Ottera, B. Roth, N.K. Sorensen, L. Akse, H. Byrne, P. Nesvadba, Aquaculture, 34 (2003) 211–220.
- [3] P.J. Ashley. 2007. Applied Animal Behaviour Science. 104 (2007) 199–235.
- [4] D.H.F. Robb. S.C. Kestin. Animal Welfare. 11 (2002) 269–282.
- [5] G. Zampacavallo, G. Parisi, M. Mecatti, P. Lupi, G. Giorgi, B.M. Poli, Journal of Food Science and Technology. 52 (2014) 2585–2597.

UN PROMETEDOR IMPACTO DEL FENÓMENO DE EL NIÑO EN LA DISTRIBUCIÓN DE SARDINELLA A LO LARGO DE LA COSTA NOROCCIDENTAL AFRICANA

López Parages, Jorge ⁽¹⁾; Rodríguez Fonseca, Belén ⁽¹⁾; Brochier, Timothee ⁽²⁾; Auger Pierre Amael ⁽³⁾; Zanchettin Davide ⁽⁴⁾; Rubino Angelo ⁽⁴⁾; Gaetan Carlo ⁽⁴⁾; Keenlyside Noel ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Física de la Tierra y Astrofísica, UCM-IGEO, Universidad Complutense de Madrid, España, parages@fis.ucm.es.

⁽²⁾ Institute of Research for Development, Paris, Francia.

⁽³⁾ Milenio Oceanographic Institute, Valparaíso, Chile.

⁽⁴⁾ Dpto di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Universidad Ca Foscari de Venecia, Italia.

⁽⁵⁾ Geophysical Institute, University of Bergen and Bjerknes Centre, Noruega.

A día de hoy aún quedan abiertos muchos interrogantes en relación al efecto que tiene la variabilidad ambiental en la distribución y abundancia de Sardinella (*Sardinella aurita*) a lo largo del sistema de afloramiento de Canarias. Un avance en este sentido sería de especial relevancia debido al importante papel que juega esta especie de pequeños pelágicos en el sector pesquero de los países del África noroccidental y, en general, en los ecosistemas marinos de esta zona.

Para abordar este objetivo en este trabajo hemos hecho uso de un dispositivo experimental compuesto por dos modelos diferentes concatenados. En primer lugar utilizamos el modelo acoplado océano-biogeoquímica ROMS-PISCES, que simula la respuesta oceánica y de productividad planctónica a determinadas condiciones atmosféricas impuestas. Este modelo, anidado a su vez en el modelo oceánico NEMO, ha sido forzado con datos re-analizados atmosféricos entre 1980 y 2009 [1,2]. Finalmente, las salidas de ROMS-PISCES han sido utilizadas para forzar el modelo evolutivo lagrangiano EvolDeb, que simula la respuesta final de la Sardinella [3]. Así, se obtiene una estimación de la dinámica espacio-temporal de esta especie asociada a la variabilidad ambiental en nuestro período de estudio.

Sorprendentemente, un aumento (disminución) de Sardinella ha sido identificado en invierno en la zona de Cabo Blanco (costa Sahariana) en respuesta al fenómeno de El Niño (ver Figura). El patrón de abundancia anómala dipolar resultante refleja una alteración de la migración normal de la Sardinella entre las aguas Saharianas y Mauritanas, y parece estar mediado por el efecto que los vientos anómalos producidos por El Niño causa en las corrientes costeras meridionales a lo largo de la costa noroccidental africana. Este mecanismo es reforzado a finales de invierno debido a un calentamiento anómalo en las aguas mauritanas, generado por un debilitamiento anómalo del afloramiento costero, y consecuencia de nuevo, de los vientos anómalos asociados a El Niño.

De acuerdo a los resultados obtenidos, esta respuesta en la abundancia de Sardinella podría ser predicha, para años en los que se dé un episodio Niño, con varios meses de antelación a partir de la evolución de las aguas tropicales del Océano Pacífico. Esto podría abrir así la puerta al desarrollo de una útil herramienta predictiva, la cual deberá necesariamente ser evaluada en futuros estudios.

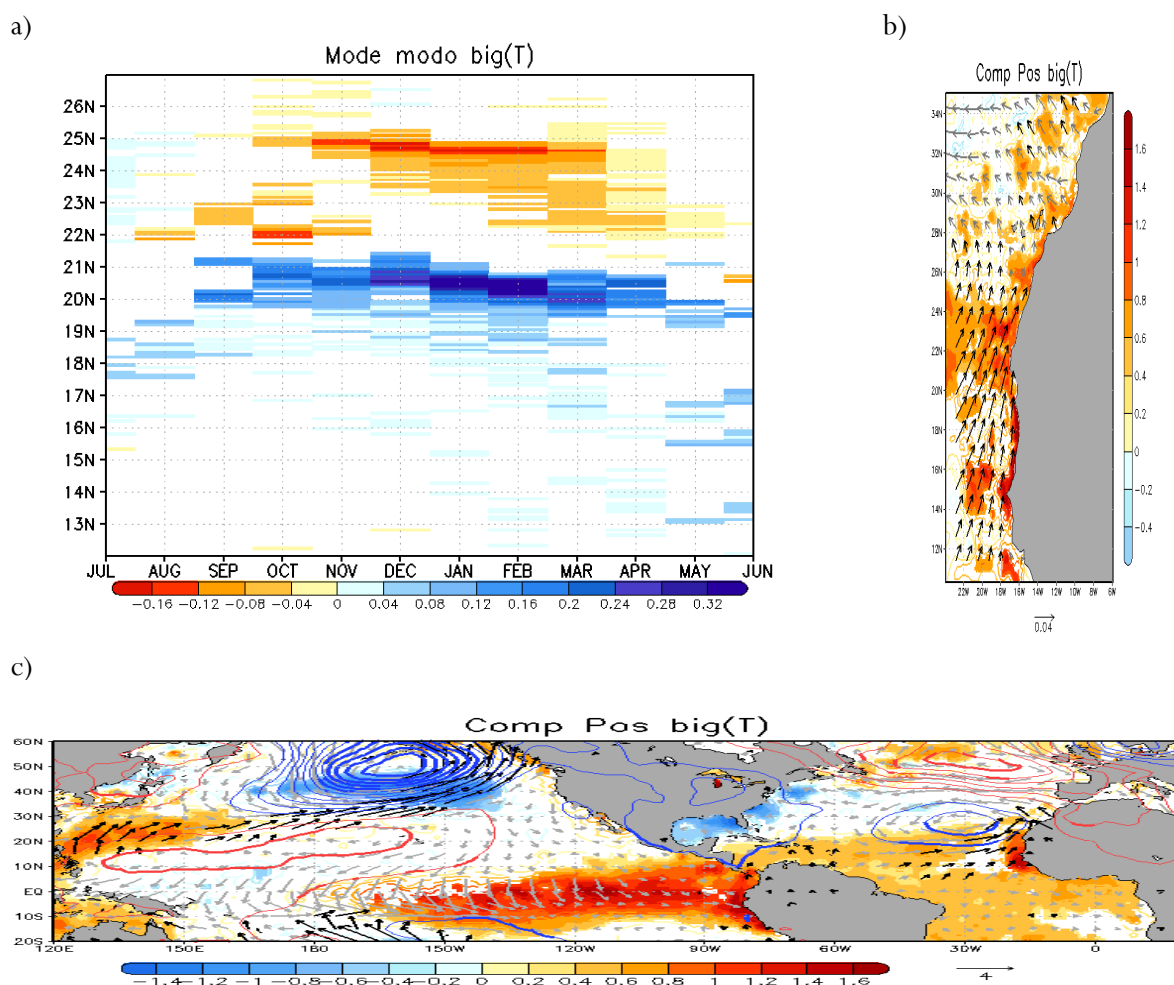


Figura: a) Primer modo de variabilidad de la abundancia costera anómala de Sardinela, b) mapa de regresión de este primer modo sobre la temperatura del mar (en color) y el stress de viento en superficie (en vectores), c) Igual que b) pero para la temperatura superficial del mar global (en color), la presión a nivel del mar (en contornos), y el viento en superficie (en vectores). Según corresponda, los valores estadísticamente significativos aparecen en color, en contorno grueso, o en vectores negros.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado, principalmente, por el proyecto europeo PREFACE-EU (EU FP7/2007-2013; no 603521).

Referencias

- [1] P. A. Auger, E. Machu, T. Gorgues, N. Grima, M. Waeless, *Sci. Total Environ.*, 505 (2015), p. 870-888
- [2] P. A. Auger, T. Gorgues, E. Machu, O. Aumont, P. Brehmer, *Prog. Oceanogr.* 13 (2016), p. 6419-6440
- [3] T. Brochier, P. A. Auger, L. Pecquerie, E. Machu, X. Capet, M. Thiaw, C. Mbaye, C.B. Braham, O. Ettahiri, N. Charouki, O. N. Sène, F. Werner, P. Brehmer, *Prog. Oceanogr.* 164 (2018), p. 12-27.

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE PARALARVAS DE *OCTOPUS VULGARIS* EN AGUAS DE MAURITANIA

Muñoz de los Reyes, Isabel ⁽¹⁾; García-Isarch, Eva ⁽²⁾; Fernández, Lourdes ⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto Español de Oceanografía (Cádiz), eli.munoz@ieo.es

⁽²⁾ Instituto Español de Oceanografía (Cádiz), eva.garcia@ieo.es

⁽³⁾ Instituto Español de Oceanografía (Málaga), lourdes.fernandez@ieo.es

Palabras Clave: Octopus vulgaris, Mauritania, paralarvas, Atlántico centro-oriental, distribución geográfica.

El pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797) es una especie cosmopolita que se encuentra ampliamente distribuida en aguas cálidas y templadas del Atlántico, Mar Mediterráneo, Caribe, Golfo de Méjico y Pacífico Oeste. Se trata de una de las especies comerciales más importantes en Mauritania, que fue tradicionalmente objetivo de una importante flota industrial, incluyendo la española y actualmente únicamente explotada por la flota artesanal local .

De hábitos bentónicos, el pulpo habita zonas costeras, pudiendo localizarse hasta 200 m de profundidad [1]. Es una especie de vida corta, inferior a los 2 años y alta tasa de crecimiento [2]. Las hembras ponen en oquedades a poca profundidad, y aunque se reproducen a lo largo de todo el año, se producen picos de puesta estacionales, localizados en marzo-junio y septiembre-octubre en aguas de África noroccidental de Marruecos y Mauritania [3]. Una vez eclosionados los huevos, salen de ellos las paralarvas con un tamaño en torno a 1.5 mm de manto (Imagen 1). Las paralarvas son plantónicas hasta unas alcanzar las 7-8 semanas, con un tamaño de 11 mm de manto [4].

El Instituto Español de Oceanografía (IEO) realizó una campaña oceanográfica en aguas de Mauritania, en Noviembre de 2009 (Figura 1). En ella se realizaron un total de 43 arrastres oblicuos de plancton con red Bongo 60 en 16 transeptos entre Cabo Blanco (20.7°N) y la frontera con Senegal (16.1°N) entre 100 y 850 m de profundidad. Una vez en laboratorio, se triaron las muestras de plancton y se separaron y contabilizaron todas las paralarvas de cefalópodos, identificándose, a nivel de especie, las larvas de *Octopus vulgaris*. Posteriormente se analizaron las densidades de larvas de pulpo, expresadas en función del volumen filtrado (n° paralarvas*1000 m⁻³) y se midió la talla (longitud dorsal del manto, LDM) de todos los ejemplares muestreados.

En el presente trabajo, se presenta la distribución y abundancia de las paralarvas de pulpo en aguas de Mauritania, con el objeto de contribuir a un mayor conocimiento de la biología de esta especie en el área. Se han identificado más de 50 paralarvas de pulpo, estando estas presentes en casi el 40 % de las estaciones muestreadas. Las paralarvas han sido encontradas en todas las profundidades de muestreo, así como prácticamente en todo el área de nuestro estudio, excepto en dos zonas (al sur del Banco d'Arguin y cerca de la frontera con Senegal) donde todas las estaciones fueron negativas. Más del 90 % de los ejemplares medidos eran de tamaño inferior a 2 mm de LDM, por lo que podrían tratarse de paralarvas de pocos días de edad. El análisis de tallas de las paralarvas, puede dar una idea de la edad de las mismas, permitiendo inferir posibles procesos de derivas larvarias desde las zonas de puesta en relación a factores oceanográficos que puedan tener efecto sobre ello, con especial énfasis en las corrientes de la zona.



Imagen 1. Paralarva de *O. vulgaris*



Figura 2. Área de muestreo

Referencias

- [1] Guerra, A. 1979a. Apéndice 7. Distribución y abundancia de *Octopus vulgaris* en el Atlántico Centro-oriental (26°10'N-23°30'N): 83-97. Rapport du groupe de travail ad hoc sur l'évaluation des stocks de céphalopodes. Santa Cruz de Tenerife, Espagne. 18-23 Septembre 1978. COPACE/PACE Series 78/11. Rome. FAO. 149 pp.
- [2] Perales-Raya, C. Determinación de la edad y estudio del crecimiento del choco (*Sepia hierreda* Rang, 1837), el calamar (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) y el pulpo (*Octopus vulgaris* Couvier 1797) de la costa noroccidental africana. Tesis doctoral. Universidad de la Laguna. 2001. 192 pp.
- [3] Hatanaka, H. 1979c. Appendix 11. Spawning season of common octopus, *Octopus vulgaris* Couvier, off the northwestern coast of Africa: 135-146. Rapport du groupe de travail ad hoc sur l'évaluation des stocks de céphalopodes. Santa Cruz de Tenerife, Espagne. 18-23 Septembre 1978. COPACE/PACE Series 78/11. Rome. FAO. 149 pp.
- [4] Zaragoza, N., Quetglas, A. and Moreno, A. 2015. Identification guide for cephalopod paralarvae from the Mediterranean Sea. ICES Cooperative Research Report No. 324. 91 pp.

ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DEL VORAZ *PAGELLUS BOGARAVEO* (BRÜNNICH, 1768) QUE SE DESARROLLA EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Palma-Pedraza, Sara^{*(1)}; Arana, Diego⁽²⁾; Jiménez-Talavera, Ana⁽¹⁾;
Cabrerá-Castro, Reme⁽³⁾

⁽¹⁾Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz. Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR). Puerto Real, Cádiz. E-mail: sara.palmapedraza@alum.uca.es, ana.jimeneztalav@alum.uca.es

⁽²⁾Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA).
E-mail: diegor.arana@juntadeandalucia.es

⁽³⁾Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR). Puerto Real, Cádiz.
E-mail: reme.cabrera@uca.es

Palabras Clave: Voraz, *Pagellus bogaraveo*, Estrecho de Gibraltar, calibre, voracera.

El voraz (*Pagellus bogaraveo*) es un recurso pesquero de gran interés en la provincia de Cádiz, siendo una especie objetivo de buena parte de la flota que faena en el Estrecho de Gibraltar, y que utiliza para su captura un arte específico denominado voracera. En este trabajo se analizaron los datos de comercialización y producción pesquera procedente del Sistema de Información andaluz (IDAPES) durante el periodo 2001-2016 para esta pesquería, incluyendo un análisis por calibre basado en todas las capturas comercializadas durante buena parte del periodo de estudio.

Se observó que las capturas han sufrido un notable descenso a lo largo del periodo de estudio, así como, una marcada estacionalidad. El examen de los precios en origen indicó una importante variabilidad respecto al calibre de los ejemplares, siendo el tamaño 2 el que mayor valor alcanzó. El puerto de Tarifa fue el principal puerto de desembarco y venta.

El análisis de los datos reveló que esta especie se encuentra aparentemente sobreexplotada. Cabe señalar que el voraz es una especie hermafrodita proterándrica, lo que la hace muy sensible a la sobrepesca en las tallas cercanas a la inversión sexual (30-32 cm). Por ello, sería conveniente tomar medidas que pudiesen ayudar a una mejor gestión de la pesquería, como sería un aumento sustancial de la talla mínima de captura, que actualmente está fijada en 33 cm, así como fomentar acuerdos con el Reino de Marruecos para la aplicación conjunta de las medidas de gestión, a fin de que las medidas implantadas sean aplicadas a la totalidad del recurso y no sólo a una parte de éste.

Agradecimientos

La realización de este trabajo se ha visto facilitada a través de la realización de prácticas curriculares con la Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA).

Referencias

- [1] Cabrera-Castro, R. (2014). La selectividad del arte de pesca del voraz (*Pagellus bogaraveo*) del Estrecho de Gibraltar. Memoria de investigación, Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. 69 pp.

- [2] Gil, J. (2006). Biología y pesca de voraz [*Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1768)] en el Estrecho de Gibraltar. Tesis doctoral, Universidad de Cádiz, Instituto Español de Oceanografía. 308 pp.
- [3] Czerwinski, I., Erzeni, K., Guitiérrez, J.C. y Hernando, J.A. (2009). *Deep water longline selectivity for black spot seabream (Pagellus bogaraveo) in the Strait of Gibraltar*. Fisheries Science, 75:285–294.
- [4] Carpenter, K.E. & Russell, B. (2014). *Pagellus bogaraveo*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2014*.

GESTIÓN Y VALORIZACIÓN DE LA BIOMASA DE ALGAS DESECHADA EN LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Partida García, Blanca; Agraso Martínez, María del Mar
Ctaqua - Fundación Centro Tecnológico Acuicultura de Andalucía
b.partida@ctaqua.es, mm.agraso@ctaqua.es

Palabras Clave: Macroalgas, acuicultura, gestión, aprovechamiento, compostaje.

El presente proyecto tiene como objeto, en primer lugar, cuantificar, identificar y caracterizar las macroalgas que afloran de forma masiva en zonas de explotación acuícola, como son los bancos marisqueros en las Rías Baixas de Galicia y los esteros de Andalucía, y que deben ser retiradas del medio. Todo ello servirá para, en un segundo lugar, evaluar la gestión actual de estas algas que llevan a cabo cofradías y empresas, así como para proponer y demostrar procesos de gestión alternativa que permitan el aprovechamiento de la biomasa de la forma más eficiente.

De esta forma, ANFACO-CECOPECA, entidad solicitante y coordinadora del proyecto, es la encargada de las actividades concretas a realizar en la región gallega mientras que CTAQUA, además de participar como socio, está llevando a cabo las actuaciones específicas en la zona de Andalucía.

El proyecto no pretende valorar las causas que originan el afloramiento masivo de algas en determinados momentos espaciales y temporales, ya que pueden ser muchos los factores que influyan, difícilmente previsibles y atenuables. Por ello, el proyecto asume que esta problemática existe y pretende contextualizarla, cuantificarla y, en la medida de lo posible, mitigarla, buscando el mejor compromiso alcanzable entre el cuidado medioambiental y la sostenibilidad económica de las actividades acuícolas que se ven afectadas por ella.

El proyecto consta de las siguientes actividades:

- Estudio y cuantificación de la proliferación de algas en las zonas afectadas (zonas de marisqueo en las Rías Bajas gallegas y esteros en Andalucía).

En esta actividad se ha recopilado información relativa a la cuantía de biomasa de algas que es retirada del medio natural para poder desarrollar de forma normal las actividades acuícolas llevadas a cabo en las dos zonas. Asimismo, se ha recopilado información acerca de la gestión que actualmente se está realizando de estas algas que son retiradas del medio marino.

- Muestreo, identificación y caracterización de las muestras

Para esta actividad, se están tomando muestras de algas de las distintas zonas en las que son retiradas para conocer su estado, sus características microbiológicas y físico-químicas y las especies mayoritarias. Esta información es fundamental para proponer posibilidades y procesos de valorización, así como alternativas de recogida o manipulación para mejorar sus propiedades, de cara a dichos procesos de valorización.

- Identificación de deficiencias en la gestión y propuestas de mejora.

A partir de la información obtenida de las actividades anteriores, se han identificado algunas deficiencias producidas en la gestión de las algas, así como las posibles vías de valorización para estas algas [1]. Para poder determinar la viabilidad real de propuestas potencialmente aplicables, resulta fundamental contar con la colaboración de los agentes del sector acuícola implicados. De esta forma, todas las propuestas han podido ser valoradas en función del grado de aplicabilidad real.

- Realización de acciones piloto para valorizar las algas.

Como resultado más visible de la ejecución de este proyecto, se están llevando a cabo acciones demostrativas de dos de los procesos propuestos para valorizar las algas que son retiradas del medio en el que se desarrollan las actividades acuícolas. Así, ANFACO-CECOPESCA está centrado en el aprovechamiento de la fracción proteica que presentan las algas que suelen estar presentes entre la biomasa retirada de los bancos marisqueros de las Rías Bajas. Para ello, se están realizando procesos de limpieza y homogeneización, hidrólisis (química y/o enzimática) para liberar la proteína y convertirla en fracciones menores (péptidos) de mayor funcionalidad y biodisponibilidad, y fraccionamiento molecular, con membranas de ultra y nanofiltración. Para la realización de estos procesos, ANFACO-CECOPESCA cuenta con una planta piloto equipada para poder realizar el proceso propuesto. Por su parte, CTAQUA pretende valorizar las algas generadas en los esteros de la región Sur-atlántica de Andalucía, para lo cual está trabajando en un ensayo piloto de producción de compostaje orgánico [2] de calidad elaborado a partir del excedente de macroalgas de instalaciones acuícolas ubicadas en Esteros de Cádiz y Huelva. Para ello, se está empleando un compostador de tambor [3], en el que se están realizando ensayos de compostaje con las diferentes mezclas de algas seleccionadas.

Agradecimientos

Este proyecto se realiza con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP.

Esta iniciativa se enmarca en el proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español”, que coordina el Ministerio, a través de la Fundación Biodiversidad.

Referencias

- [1] García Tasende, M., Peteiro, C. Explotación de las macroalgas marinas: Galicia como caso de estudio hacia una gestión sostenible de los recursos. *Revista Ambienta*. 111. 116-132 (2015).
- [2] Augusto da Costa Pinto, P., Corral Bellas, R., Illera, M., López-Mosquera, E. Empleo de un compost de algas y restos de pescado como sustrato para la producción de plantas hortícolas. *Recursos Rurais*. 6. 89-94. (2010).
- [3] Suffo, M., Sillero, L., Neira, B., García-Morales, J.L. Acuicomp: an in situ composter for animal by-products non suitable for human consumption (Sandach) Generated by aquaculture. “Instrumentation viewpoint”, núm. 11, p. 12 (2011).

ENHANCEMENT OF NEUTRAL LIPIDS AND STARCH BIOSYNTHESIS BY OVEREXPRESSION OF ACETYL-COA SYNTHETASE (ACS) IN THE GREEN MICROALGA *CHLAMYDOMONAS REINHARDTII*

Rengel, Rocío ⁽¹⁾; Vila, Marta ⁽²⁾; Vigara, Javier ⁽¹⁾; León, Rosa ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Huelva,
rleon@uhu.es

⁽²⁾ Phycogenetics SL, Aljaraque, Huelva, mvila@phycogenetics.com

Palabras Clave: Microalgae, TAG, starch, genetic engineering, acetyl-CoA synthetase.

Objectives

Genetic engineering can provide a solution to achieve the economically feasible production of microalgal based biofuels and other bulk materials [1]. Several microalgal species have the ability to grow mixotrophically using acetate as carbon source, and experimental studies suggest that the biosynthesis of acetyl-CoA could be a limiting step in the complex biosynthesis of triacylglycerols (TAG) [2,3]. A good number of attempts to engineer lipid production have been studied [4], and they point acetyl-CoA synthetase (ACS) as a key enzyme in the process.

We have proposed an alternative approach, focused on increasing the carbon flux towards the fatty acids synthesis, overexpressing the chloroplastic isoform of ACS in the model microalga *Chlamydomonas reinhardtii*, which catalyzes the conversion of acetate to acetyl-CoA in one step.

Methodology

We have performed the nuclear transformation of *Chlamydomonas reinhardtii* using the glass beads method of Kindle [5], with minor modifications. Transformants were obtained under antibiotic pressure and the initial screening was carried out by measuring the relative amount of neutral lipids, using Nile Red as fluorescent dye.

Lipid analysis was performed using GC-FID for total FAMES, and ESI-MS/MS for lipid quantification. Transcript levels were analyzed by RT-qPCR.

Results and conclusions

Expression of the ACS2 encoding gene under the control of the constitutive *RBCS2-HSP70A* promoter in nitrogen replete cultures resulted in a 2-fold increase in starch content and 60% higher acyl-CoA pool compared to the parental line. Under nitrogen deprivation, *acs2* transformants show 6-fold higher levels of ACS2 transcript and a 2.4-fold higher accumulation of TAGs, causing a major bias to saturated or low unsaturated fatty acids. Moreover, this enhanced TAG production is not achieved at expense of other polar plastidial lipids, but due to an increase in the carbon flux towards the synthesis of acetyl-CoA in the chloroplast [6].

These data demonstrate the potential of engineering ACS2 to increase the accumulation of lipids. Simultaneous overexpression of ACS with other specific enzymes could provide higher yields of tailor-made lipids that better conform to the requirements of certain energetic or nutritional applications.

Acknowledgments

Part of this work has been supported by research grants from the Spanish and European governments (AGL2016-74866-C32R-AEI/FÉDER; INTERREG VA POCTEP 2014-20_055 ALGARED_PLUS_E5). The help of CEIMAR and CEICAMBIO Excellence campuses is also acknowledged.

References

- [1] S. Bellou, I.E. Triantaphyllidou, D. Aggeli, A.M. Elazzazy, M.N. Baeshen, G. Aggelis, *Curr. Opin. Biotechnol.* 37 (2016) 24–35.
- [2] M.T. Juergens, B. Disbrow, Y. Shachar-Hill, *Plant physiol.* 171 (2016) 2445–2457.
- [3] J. Msanne, D. Xu, A.R. Konda, J.A. Casas-Mollano, T. Awada, E.B. Cahoon, H. Cerutti, *Phytochemistry.* 75 (2012) 50–59.
- [4] R. Radakovits, R.E. Jinkerson, A. Darzins, M.C. Posewitz, *Eukaryot. cell.* 9 (2010) 486–501.
- [5] K. Kindle, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 87 (1990) 1228–1232
- [6] R. Rengel, RT Smith, R. Haslam, O. Sayanova, M. Vila, R. León. *Alg Res.* 31 (2018) 183-193.

ESTUDIO DE LA ICTIOFAUNA EN CINCO PLAYAS DEL LITORAL GADITANO

Rodríguez-García, Carlos ^(1,2); Gutiérrez-Martínez, Manuel ⁽¹⁾; Muñoz-Lechuga, Rubén ⁽¹⁾; Cabrera-Castro, Remedios ^(1,2)

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Spain.
ruben.munozlechuga@alum.uca.es; lolo5573@hotmail.com;

⁽²⁾ Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Puerto Real, Cádiz, Spain.
carlos.rodriguezgarcia@alum.uca.es; reme.cabrera@uca.es

Palabras Clave: litoral, red de playa, ictiofauna, área de cría, abundancia, Cádiz

Las playas de sustrato arenoso, a pesar de no poseer una alta complejidad de hábitat [1, 2], son utilizadas como áreas de cría y refugio por peces en estadios juveniles debido a la disponibilidad de alimentos [3, 4]. El objetivo de este trabajo fue estudiar la ictiofauna en cinco playas de la costa del Golfo de Cádiz. Para ello, se realizaron muestreos entre diciembre de 2016 y noviembre de 2017 usando una red de cerco de playa en cinco lances separados 25 metros entre sí. El rango de tamaño de los peces encontrados fue en su mayoría, entre 2 y 6 cm. Las especies más abundantes fueron *Atherina presbyter*, *Dicentrarchus punctatus*, *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus* y *Trachinotus ovatus* (Tabla 1) La abundancia de los grupos de peces más importantes está correlacionada con la estación y con la temperatura del agua. En tres de las playas los valores más altos de diversidad se produjeron en la estación de verano (Tabla 2) El seguimiento y la realización de muestreos con una red de mayor tamaño permitiría determinar mejor la comunidad íctica de la zona.

Tabla 2. Índices de biodiversidad por estación y playa de las distintas especies (ST: Santa María del Mar, TG: Torregorda, CAMP: Camposoto, PB: Punta del Boquerón, BAR: La Barrosa; I: invierno, V: verano; R: índice de Margalef, H': índice de Shannon-Wiener, J': índice de Pielou, Dsi: índice de Simpson)

| Índices | ST | | TG | | CAMP | | PB | | BAR | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| R | 1,36 | 1,29 | 1,92 | 1,38 | 1,70 | 2,00 | 1,07 | 1,97 | 1,36 | 0,74 |
| H' | 0,78 | 1,89 | 1,82 | 1,53 | 1,96 | 2,01 | 0,67 | 1,58 | 0,7 | 0,71 |
| J' | 0,3 | 0,63 | 0,61 | 0,66 | 0,7 | 0,63 | 0,24 | 0,53 | 0,28 | 0,44 |
| Dsi | 0,76 | 0,37 | 0,34 | 0,52 | 0,36 | 0,26 | 0,79 | 0,51 | 0,85 | 0,74 |

Tabla 1. Abundancia absoluta por estación y playa de las distintas especies (ST: Santa María del Mar, TG: Torregorda, CAMP: Camposoto, PB: Punta del Boquerón, BAR: La Barrosa; I: invierno, V: verano)

| Especies | ST | | TG | | CAMP | | PB | | BAR | | Total |
|--------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | |
| <i>Atherina presbyter</i> | | 82 | 1 | | | 17 | 7 | 4 | | | 111 |
| <i>Callionymus sp.</i> | | | | | 2 | | | | 1 | | 3 |
| <i>Chelon labrosus</i> | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>Dicentrarchus labrax</i> | | | 1 | | | 1 | | | | | 2 |
| <i>Dicentrarchus punctatus</i> | | 9 | | 2 | 4 | 2 | | 1 | | 1 | 19 |
| <i>Dicentrarchus sp.</i> | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| <i>Diplodus bellottii</i> | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>Diplodus puntazzo</i> | 1 | | | | | | | | 1 | | 2 |
| <i>Diplodus sargus</i> | | 3 | | 1 | 1 | 2 | | | | | 7 |
| <i>Diplodus vulgaris</i> | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| <i>Engraulis encrasicolus</i> | | | 15 | | 4 | | 242 | | | | 261 |
| <i>Liza aurata</i> | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | 5 |
| <i>Liza ramada</i> | | | | | | | | | 1 | | 1 |
| <i>Liza saliens</i> | | 3 | | | | | | | | | 3 |
| <i>Mugil cephalus</i> | | | | | 2 | | 1 | | | | 3 |
| <i>Pegusa lascaris</i> | 1 | | 1 | | | | | | | | 2 |
| <i>Sardina pilchardus</i> | | 108 | | | | 18 | | | | | 126 |
| <i>Scophthalmus rhombus</i> | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Sparus aurata</i> | | | 2 | | | | | | | | 2 |
| <i>Symphodus roissali</i> | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| <i>Trachinotus ovatus</i> | 35 | 20 | 17 | 13 | 20 | 14 | 22 | 25 | 35 | 13 | 214 |
| <i>Trachinus draco</i> | | | | 1 | | | | 1 | | | 2 |
| <i>Umbrina ronchus</i> | 2 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | 5 |
| Total por estación | 40 | 226 | 38 | 18 | 34 | 55 | 274 | 35 | 39 | 15 | 774 |

Referencias

- [1] Olds, A. D.; Vargas-Fonseca, E.; Connolly, R. M.; Gilby, B. L.; Huijbers, C. M.; Hyndes, G. A.; Layman, C. A.; Whitfield, A. K.; Schlacher, T. A. The ecology of fish in the surf zones of ocean beaches: A global review. *Fish and Fisheries*, 00 (2017): 1-12.
- [2] Nanami, A.; Endo, T. Seasonal dynamics of fish assemblage structures in a surf zone on an exposed sandy beach in Japan. *Ichthyological Research*, 54 (2007): 277-286.

- [3] Machado-Pessanha, A. L.; Araújo, F. G.; De Azevedo, M. C. C.; Gomes, I. D. Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. *Marine Biology*, 143 (2003): 1047-1055.
- [4] Lopes-Costa, L.; Zalmon, I. R. Surf zone fish diet as an indicator of environmental and anthropogenic influences. *Journal of Sea Research*, 128 (2017): 61-75.

ESTUDIO DEL POTENCIAL DE MICROALGAS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ PARA EL CONSUMO HUMANO

Varela Pérez, Manuel A.; Perales Vargas-Machuca, Jose A.; Roldán Gómez, Ana M.; Garrido Pérez, M. Carmen

Departamento de Tecnologías del Medioambiente (Universidad de Cádiz),
manuel.varela@uca.es, joseantonio.perales@uca.es, ana.roldan@uca.es,
carmen.garrido@uca.es

Investigación realizada en los Institutos Universitarios de Investigación Marina (INMAR) y Vitivinícolas y Agroalimentarias (IVAGRO)

Palabras Clave: Microalga, producción, proteínas, carbohidratos, lípidos, PUFA

Las microalgas son organismos unicelulares fotosintéticos; es decir que son capaces de generar biomasa orgánica a partir de procesos de síntesis utilizando el dióxido de carbono, nutrientes (principalmente N y P), la luz del sol, y el agua. Son capaces de generar multitud de compuestos de interés comercial gracias a su compleja composición bioquímica. Algunos de estos compuestos son pigmentos como la astaxantina y la luteína, o ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) ricos en omega 3 como el ácido eicosapentaenoico (EPA) o el ácido docosahexaenoico (DHA) [1,2].

En las salinas del Parque Natural Bahía de Cádiz (PNBC), habitan especies de microalgas marinas adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. El agua de mar que contiene estas microalgas alimenta a los sistemas de esteros y salinas. En estas aguas, las microalgas deben ir adaptando su composición bioquímica a la disponibilidad de nutrientes y al incremento de irradiación y sobre todo de salinidad que experimentará el agua en meses estivales. La Universidad de Cádiz (UCA) posee la concesión de una de las salinas del PNBC, la salina La Esperanza (Puerto Real), que ocupa aproximadamente 370 mil hectáreas. Actualmente, la UCA está desarrollando un proyecto de construcción de una planta a nivel demostrativo para el cultivo de microalgas marinas de interés comercial, con el objetivo de estudiar el potencial económico de estos recursos biológicos y la posibilidad de iniciar esta nueva actividad en estas zonas litorales. Este trabajo se ha centrado en estudiar el potencial de cultivo a gran escala (productividad y composición de la biomasa) de microalgas halotolerantes que estén presentes en aguas del PNBC. En concreto, los objetivos que se marcan en este estudio son:

- Seleccionar a partir de una revisión bibliográfica, las especies de microalgas del PNBC que puedan tener interés comercial en función de sus propiedades nutricionales.
- Estudiar la viabilidad de utilizar fertilizantes agronómicos de fertiirrigación como medio de cultivo para el crecimiento de microalgas a escala industrial, ya que estos fertilizantes suponen una alternativa económica a los medios de cultivos convencionales cuando hablamos de gran escala.
- Conocer el perfil nutricional de las distintas especies de microalgas que crecen en las salinas de la Bahía de Cádiz, cultivadas con fertilizantes de fertiirrigación.
- Realizar un análisis sensorial de la biomasa de microalgas obtenida para su posible uso en alimentación humana.

El estudio se estructuró en tres etapas: (1) selección del medio de cultivo, (2) análisis de la biomasa y (3) análisis sensorial. En la primera, mediante revisión bibliográfica y mediante inspección directa de varias muestras obtenidas de la Salina La Esperanza, se seleccionaron algunas especies de microalgas que crecen de forma natural en este medio natural. Una vez identificadas las especies de interés (*Tetraselmis Chuii* e *Isochrysis galbana*), se comenzó el estudio de la productividad de cultivos mono-específicos de estas microalgas. Los cultivos se realizaron en batch en una cámara con condiciones controladas de temperatura ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) e iluminación (continua; $50 \mu\text{m}/\text{m}^2 \cdot \text{sg}$ intensidad PAR). Como medio de cultivo se utilizó agua de la salina filtrada por $1 \mu\text{m}$ y esterilizada en autoclave, a la que se adicionó dos fertilizantes agronómicos que aportan

N y P (YaraLiva Calcinit, aporte de nitrógeno; YaraTera Krista MKP, aporte de fósforo) en una concentración similar a la del medio f/2 de Guillard (1975) que es el medio más extendido para el cultivo de microalgas marinas. Puesto que estos fertilizantes pueden estar limitados en micronutrientes y vitaminas esenciales para el crecimiento de estas microalgas, el estudio de productividad incluyó diferentes reactores con combinaciones de los fertilizantes con vitaminas y micronutrientes del medio f/2. Diariamente, se realizó el control del crecimiento de la biomasa a partir de medidas de absorbancia a 680 nm y de sólidos en suspensión. Una vez alcanzada la fase exponencial de crecimiento, para cada especie se seleccionó la combinación óptima de nutrientes, y se escaló el cultivo en reactores de 8 litros. Alcanzada de nuevo la fase exponencial, la biomasa se cosechó en dos pasos: concentración y centrifugación, y tras finalizar el proceso la muestra se congeló para su posterior liofilización y análisis.

En la etapa analítica se realizó un perfil nutricional a la biomasa algal. Este incluía análisis de proteínas, grasas, carbohidratos, humedad, cenizas (minerales y metales) y capacidad antioxidante. Finalmente y para concluir el estudio, se realizó un análisis sensorial mediante una cata en la que se identificaron los perfiles aromáticos de cada muestra.

Una vez analizada la biomasa, se realizó una comparación de la composición nutricional de ambas microalgas, y además, con productos alimentarios existentes en el mercado y de perfil similar.

Los resultados preliminares que se han obtenido con la especie *Tetraselmis chuii* muestran que (1) el agua de salina del PNBC aporta elementos que junto a la adición de fertilizantes hacen un medio adecuado para el cultivo masivo de microalgas; y (2) que la adición de vitaminas no afecta al crecimiento de esta microalga.



A la izquierda caño de la Salina “La esperanza”, a la derecha reactores de microalgas en cultivo.

Referencias

- [1] Geadá, P., Vasconcelos, V., Vicente, A., & Fernandes, B. (2017). Microalgal Biomass Cultivation. In *Algal Green Chemistry* (pp. 257–284). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63784-0.00013-8>
- [2] Kageyama, H., Waditee-Sirisattha, R., Tanaka, Y., & Takabe, T. (2017). Osmoprotectant and Sunscreen Molecules From Halophilic Algae and Cyanobacteria. In *Algal Green Chemistry* (pp. 1–16). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63784-0.00001-1>

GENERACIÓN DE VACUNAS FRENTE A NODAVIRUS EN ACUICULTURA

Valero, Yulema ⁽¹⁾, Espinosa, Cristóbal ⁽²⁾, Guardiola, Francisco A. ⁽²⁾, Vílchez-Gómez, Luciano ⁽²⁾, Gonzalez-Silvera, Daniel ⁽²⁾, Esteban, M Ángeles ⁽²⁾, Chaves-Pozo, Elena ⁽¹⁾, Cuesta, Alberto ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Español de Oceanografía (IEO), Puerto de Mazarrón, Murcia, España.

⁽²⁾ Fish Innate Immune System Group, Department of Cell Biology and Histology, Faculty of Biology, Regional Campus of International Excellence "Campus Mare Nostrum", University of Murcia, Murcia, Spain.
luciano.vilchezg@um.es; alcuesta@um.es.

Palabras Clave: Nodavirus, lubina, vacunas, vacunación oral.

Nodavirus (NNV) es el agente causal de la retinopatía y encefalopatía viral (VER) que genera elevadas mortalidades en larvas y juveniles de lubina y de otras especies potencialmente importantes para la acuicultura Mediterránea. Por ello, durante los últimos años hemos generado una serie de vacunas frente a nodavirus y probado su efecto al ser administradas a alevines de lubina. Las vacunas generadas y vía de vacunación fueron las siguientes: i) vacuna de DNA generando un plásmido con el gen que codifica para la proteína de la cápside de NNV (pNNV-oral), la cual fue encapsulada en quitosano y administrada por vía oral; ii) vacuna recombinante mediante la producción de la proteína de la cápside de NNV (rNNV-oral) en *Escherichia coli* y su administración por vía oral; iii) vacuna recombinante anterior pero administrada por inyección intraperitoneal (rNNV-ip); y iv) vacuna de NNV inactivada por radiación ultravioleta (iNNV-ip) administrada por inyección intraperitoneal. En todos los casos, tras la vacunación, se determinaron los niveles de anticuerpos específicos, así como la resistencia a una infección por NNV.

Los resultados muestran que todas las vacunas ensayadas, excepto la vacuna pNNV-oral, fueron capaces de inducir la generación de anticuerpos anti-NNV en los ejemplares de lubina y que estos niveles aumentaban más al ser infectados con nodavirus. En cuanto a la protección conferida por las vacunas tras un reto experimental se consiguieron protecciones relativas (RPS) del 45% para la vacuna pNNV-oral, del 57'9% para la vacuna iNNV-ip y del 100% para las vacunas recombinantes, independientemente de la ruta de administración. En conclusión, hemos generado varias vacunas frente a nodavirus efectivas en alevines de lubina las cuales podrían emplearse en el cultivo de esta especie tan importante para la acuicultura española y mediterránea.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado mediante proyectos del MINECO y fondos FEDER (AGL2013-43588-P y AGL2016-74866-C3-1-R), de la Fundación Séneca (19883/GERM/15) y del IEO (NODAMED)

Referencias

- [1] X. Author, Y. Author, Z. Author, *Sci. Total Environ.* 20 (2001) 537.
- [2] X. Author, Y. Author, Z. Author, *Proc. of JIs del Mar*, Cádiz, Spain, 2006, p. 10.
- [3] *Marine Sciences*. X. Editor, Y. Editor, Z. Editor (Eds.), Rome, Wiley, 2000.
- [4] X. Author, Y. Author, in *Marine Sciences*, X. Editor, Y. Editor (Eds.), Rome, Wiley, 2000, p. 10.

PRODUCTOS INNOVADORES CON MICROALGAS: OBJETIVOS DE LA RED TRANSFRONTERIZA DE EXCELENCIA SOBRE MICROALGAS ALGARED+

Vila, M⁽¹⁾; León, R⁽¹⁾; Vígara, J⁽¹⁾; Giraldez, I⁽¹⁾; Morales, E⁽¹⁾; Borrero, A⁽¹⁾; Rengel, R⁽¹⁾; León-Vaz, A⁽¹⁾; Molina-Marquez, AM⁽¹⁾; Gómez, P⁽¹⁾; García-Lorenzo, E⁽¹⁾; Cañavate, JP⁽²⁾; Fernández-Díaz, C⁽²⁾; Manchado, M⁽²⁾; Fernandez, E⁽³⁾; Galván, A⁽³⁾; Llamas, A⁽³⁾; Gonzalez-Ballester, D⁽³⁾; Dubini, A⁽³⁾; Raposo, S⁽⁴⁾; Barros, R⁽⁴⁾; Varela, J⁽⁵⁾; Barreira, L⁽⁵⁾; Cancela, L⁽⁵⁾; Simes, DC⁽⁵⁾; Link, W⁽⁵⁾; Cabrita, E⁽⁵⁾; Pereira, H⁽⁵⁾; Pousão-Ferreira, P⁽⁶⁾; Bandarra, NM⁽⁶⁾; Agraso, MM⁽⁷⁾; Retamero, M⁽⁷⁾; Vélez, J⁽⁷⁾; Leitao, N⁽⁸⁾; Lima, P⁽⁸⁾; Vilas-Boas, F⁽⁸⁾; Moreno-Garrido, I⁽⁹⁾; Lubian, L⁽⁹⁾; Navalho, J⁽¹⁰⁾; del Pino, V⁽¹⁰⁾.

⁽¹⁾ Universidad de Huelva; rleon@uhu.es

⁽²⁾ Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA)

⁽³⁾ Universidad de Córdoba

⁽⁴⁾ CIMA-Universidade do Algarve

⁽⁵⁾ CCMAR-Universidade do Algarve

⁽⁶⁾ Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA)

⁽⁷⁾ Centro Tecnológico de la Acuicultura (CTAQUA)

⁽⁸⁾ Sea4Us, Biotecnología e Recursos Marinhos Ltda.

⁽⁹⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN)

⁽¹⁰⁾ NECTON, Companhia Portuguesa de Culturas Marinhas SA.

Palabras claves: acuicultura, microalgas, transferencia, cooperación transfronteriza

ALGARED+ es una red transfronteriza de excelencia formada por tres Universidades, cuatro centros de investigación y dos empresas públicas y privadas del sector de la acuicultura, la biomedicina y de la producción de microalgas, ubicadas en la región transfronteriza Andalucía-Algarve. La red, financiada por el programa operacional EP-INTERREG VÁ España-Portugal (POCTEP), persigue promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el área de la biotecnología de microalgas y su aprovechamiento en salud, cosmética y acuicultura. Este proyecto se desarrollará en una zona intensamente influenciada por el Océano Atlántico que alberga ecosistemas de gran riqueza y biodiversidad que pueden constituir un marco de importantes actividades económicas de notable carácter estratégico, como la acuicultura y la ficocultura. Estas actividades tienen un elevado potencial de innovación, y pueden ser una fuente de riqueza todavía inexplorada como sustancias de interés farmacológico y cosmético. El proyecto se articulará en 6 actividades (Fig. 1), dirigidas a la bioprospección, aislamiento y valorización de nuevas cepas microalgales, además de contemplar medidas de coordinación entre los participantes y comunicación al tejido productivo y la sociedad en general.

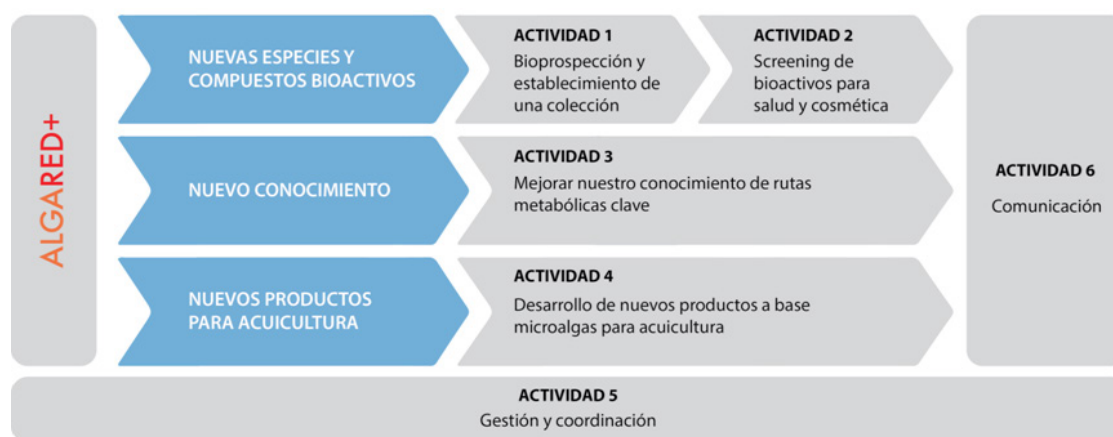


Fig. 1. Esquema de actividades del proyecto ALGARED+

El proyecto ALGARED tiene como principales objetivos:

- Promover la excelencia científica en el espacio de Cooperación transfronterizo Andalucía-Algarve en el campo de la Biotecnología de Microalgas, mediante la creación de una red transnacional de universidades, centros de I+D+i centros tecnológicos y empresas dedicadas a la investigación, la producción y exploración de biomasa de microalgas, potenciando su competitividad a nivel internacional.
- Fortalecer el sistema de I+D+i transfronterizo en un sector emergente con gran potencial, la biotecnología de microalgas. La creación de la red aumentará la masa crítica de los centros de investigación, lo que les permitirá generar mejores resultados de investigación que serán difundidos en mejores publicaciones.
- Fomentar la movilidad de investigadores, lo que permitirá optimizar mejor los recursos e infraestructuras de cada centro, permitiendo el aprovechamiento conjunto de infraestructuras específicas.
- Potenciar la transferencia de resultados al sector empresarial, aumentará el carácter innovador de las empresas, reforzando así el tejido empresarial de biotecnología de microalgas y fomentando la creación de puestos de trabajo cualificados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por fondos de la Unión Europea (Programa EP-INTERREG VA POCTEP 2014-2020-055). También agradecemos el apoyo del CEICamBio y del Campus de Excelencia Internacional CEIMAR

ESTRATEGIAS PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CAROTENOIDES EN MICROALGAS

Vila, M.; Molina, A.; León, R.

Universidad de Huelva, marta.vila@dqcm.uhu.es

Palabras claves: microalgas, carotenoides, ingeniería genética, mutagénesis.

Las microalgas se presentan como materias primas prometedoras de significativo interés biotecnológico debido a su enorme potencial para la producción sostenible de compuestos de valor industrial tales como lípidos / ácidos grasos, proteínas, metabolitos, pigmentos y biocombustibles [1]. Los carotenoides son pigmentos naturales que juegan un papel fundamental en muchas funciones fisiológicas, debido a su gran capacidad como antioxidantes, siendo muy demandados en la industria cosmética y farmacológica, agroalimentaria y en acuicultura. Las microalgas son una fuente natural de carotenoides, produciendo una amplia variedad de estos pigmentos [2].

El presente trabajo tiene como objetivo principal la mejora de la producción de carotenoides en microalgas. Este objetivo se ha abordado mediante distintas estrategias:

- I. Se han diseñado construcciones para modificar la ruta de síntesis de carotenoides en la microalga *Chlamydomonas reinhardtii*. En esta línea se han sobreexpresado el gen ACS (gen que sintetiza la enzima implicada en la asimilación de acetato) y el gen PSY (que sintetiza la enzima responsable de la síntesis de Fitoeno, primer carotenoide). Los transformantes obtenidos han sido analizados molecular y fenotípicamente, aislando uno que presenta un perfil de carotenoides interesante.
- II. Se ha optimizado la metodología para la obtención de mutantes de la microalga *Chlorella sorokiniana*, mediante mejora clásica por luz UV, para aislar mutantes con alto contenido en carotenoides, mediante un screening de alto rendimiento. Esta estrategia nos ha permitido aislar mutantes que presentan una mayor capacidad antioxidante.

Resultados y conclusiones

- Se ha optimizado la manipulación genética de nuevas estirpes de microalgas con la colaboración de la Universidad de Huelva y la de Almería.
- Se ha puesto a punto un método de mutagénesis con luz UV, seguido de un método de screening de alto rendimiento, para el aislamiento de cepas que produzcan más carotenoides.
- Se ha obtenido un transformante que produce un 37,6 % más de luteína y un 26,5 % más b-caroteno que la estirpe silvestre.

Agradecimientos

Al gobierno Español (ALG2016-74866-C32R-AEI/FEDER) y a la EU (INTERREG-VA-POCTEP-2014-20; 0055_ALGARED_PLUS_5_E) y a la empresa PhycoGenetics por la cesión de los plásmidos.

Referencias

- [1] Gouveia, L., Marques, A.E., Sousa, J.M., Moura, P., Bandara, N.M, Microalgae—source of natural bioactive molecules as functional ingredients. Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods, 7(2010)21–37.
- [2] M. Gong, A. Bassi, Carotenoids from microalgae: a review of recent developments Biotechnol. Adv., 34 (8) (2016) 1396-1412

PROYECTO MUGILDIET: HACIA ACUICULTURA DE MUGÍLIDOS SOSTENIBLE

Vílchez-Gómez, Luciano ⁽¹⁾, Calderón, Juan Antonio ⁽²⁾, Mancera, Juan Miguel ⁽³⁾, Esteban, María de los Ángeles ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Fish Innate Immune System Group, Department of Cell Biology and Histology, Faculty of Biology, Campus Regional de Excelencia Internacional “Campus Mare Nostrum”, University of Murcia, Murcia, Spain.
luciano.vilchezg@um.es; aesteban@um.es

⁽²⁾ CPIFP Marítimo Zaporito. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. San Fernando, Cádiz, Spain.

⁽³⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), University of Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Spain.

Palabras Clave: acuicultura, diversificación, eficiencia, esteros, mugílicos, sostenibilidad.

Resumen

Los mugílicos son pasado, tradición gastronómica e historia de nuestras costas. Son presente, y mediante la ejecución del Proyecto Mugildiet se van a evaluar dietas específicas para la especie que permitan realizar su cultivo de manera sostenible económicamente, reduciendo el uso de harinas de pescado ^[1] e incluyendo subproductos de la industria agroalimentaria que contribuyen directamente a la economía circular ^[2]. Son futuro como opción de diversificación ^[3] de cultivos en jaulas, salinas o esteros pudiendo contribuir a su conservación medioambiental.

La familia de los mugílicos incluye varias especies de gran importancia económica y de amplia distribución mundial (*Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza aurata*, *Liza ramada* o *Liza saliens*). El interés de los mugílicos como especies acuícolas viene determinado por su perfil omnívoro en etapas tempranas de crecimiento (con una tendencia a herbívoros a partir de 60-70 días), su rápido crecimiento y su resistencia a variaciones ambientales, tanto en temperatura como en salinidad, pudiendo cultivarse desde agua dulce o ligeramente salobre hasta aguas con salinidad del doble de la salinidad marina (75 ‰). De este modo, los mugílicos son cultivados en todos los países del Mediterráneo, en la costa sur atlántica (Cádiz, Huelva y Algarve), desde Asia (China, India, Japón, Indonesia) a Rusia, o en América (Méjico, Brasil y en Estados Unidos Hawái o Florida) y constituyen uno de los candidatos más atractivos para la diversificación en acuicultura sostenible en España.

El Objetivo Principal del Proyecto MUGILDIET es el diseño y validación de una dieta adecuada para mugílicos que sustituya la harina de pescado por subproductos del sector agroalimentario. La sustitución por subproductos del sector agroalimentario (levaduras y cereales de deshecho) para el cultivo de mugílicos se va a realizar y validar sobre diferentes aspectos el cultivo diversas especies de mugílicos: i) sus requerimientos nutricionales, ii) su estado inmunológico, y iii) los parámetros óptimos de cultivo.

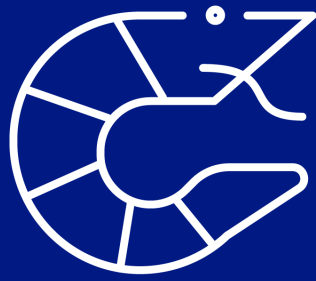
Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Fundación Biodiversidad. Convocatoria Pleamar. FEMP (2017/2424) y la Fundación Séneca de la Región de Murcia (19883/GERM/15, Grupo de Excelencia).

Referencias

- [1] Lupatsch, I. 'Carnivores versus herbivores: Comparing feed efficiency between species', *Aqua Feeds: formulation & beyond*. (2007)
- [2] Lall, S. P. and Tibbetts, S. M. 'Nutrition, Feeding, and Behavior of Fish', *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*. Elsevier Ltd, (2009) 12(2), pp. 361–372X.
- [3] Crosetti, D. 'Current State of Grey Mullet Fisheries and Culture', in *Biology, Ecology and Culture of Grey Mulletts (Mugilidae)*. CRC Press, (2015) pp. 398–450

3.4. El valor cultural del mar



EVOLUCIÓN DEL PAISAJE COSTERO A PARTIR DE LA CARTOGRAFÍA HISTÓRICA. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA BAHÍA DE CÁDIZ¹

M^a Soledad Gómez Muñoz

Universidad de Cádiz, sole.gomezmunoz@alum.uca.es

Palabras Clave: Cartografía histórica, paisaje costero, SIG, georreferenciación, Cádiz

Introducción y objetivos

La Bahía de Cádiz es un medio sensible y dinámico abocado a experimentar acusadas transformaciones a lo largo de la historia, generadas por la interacción de distintos procesos marinos, continentales [2] y antrópicos.

Desde el punto de vista náutico, este hito geográfico adquiere especial trascendencia para la navegación pues ofrece abrigo a las naves, es rica en recursos marinos, en ella desagua el curso del Guadalete actuando como vía de comunicación hacia el interior, además de encontrarse próxima al Estrecho de Gibraltar; lo que la convierte en un paraje que ha despertado el interés y atracción de distintas culturas marítimas a lo largo de la historia. El asentamiento de estas comunidades se materializa en los restos materiales dispersos en el paisaje marítimo, fruto de las actividades que el hombre desempeñaba lo que evidencia su relación con el mar, así como la propia percepción del paisaje marítimo.

Bajo esta premisa, cada vez proliferan más los estudios de carácter paisajístico en el ámbito marítimo, especialmente desde que Chister Westerdahl [4] formulara un nuevo enfoque de estudio de estos paisajes bajo el concepto de lo que conocemos como los paisajes culturales marítimos, en la década de los 80 del s. XX. Una de las propuestas analíticas aportadas por Westerdahl se focalizaba en el análisis topográfico y morfológico del espacio puramente físico, para comprender cómo se articulaba este espacio y cómo era percibido; y la fuente de documentación idónea, junto con otras disciplinas, es la cartografía histórica. Desde la óptica marítima, esta ofrece información de lo más diversa como: antigua geomorfología de la costa, cursos fluviales, transformación de los puertos, zonas destinadas a las actividades haliéuticas, elementos de señalización para la navegación, relieve marino y costero, identificación de estructuras arqueológicas, toponimia, batimetría, composición de fondos y límite de la costa. Este tipo de datos nos permite una mejor comprensión de la evolución del territorio a la vez de acometer análisis cuantitativos, cualitativos y secuenciales [3]. Y para afrontar este tipo de análisis, las herramientas que ofrecen los SIG pueden llegar a ser de gran utilidad, hablamos de la posibilidad de georreferenciar planos antiguos.

En este breve trabajo, nuestro objetivo principal se basa en dejar patente la funcionalidad que puede alcanzar la cartografía histórica como fuente de información para estudios del paisaje marítimo aplicado al caso de la Bahía de Cádiz y la evolución de su litoral, con el fin de poder restituir la paleolínea de costa en un período cronológico específico; a través de una propuesta metodológica basada en análisis comparativos utilizando las diferentes herramientas que nos ofrecen los SIG, de este modo, también ponemos de manifiesto el potencial que ofrecen este tipo de softwares, los cuales se encuentran cada vez más introducidos en estudios de carácter histórico- arqueológico.

Metodología

Para el estudio de la evolución del litoral de la Bahía de Cádiz, en un primer lugar es imprescindible la selección del material cartográfico, dado el gran volumen de documentación existente sobre la misma. Los

¹ El trabajo que en este congreso presentamos se encuentra inmerso dentro de la tesis doctoral que venimos desarrollando desde el año 2014 titulada *Referentes para la navegación en la costa gaditana en época romana. Un acercamiento interdisciplinar. El caso de la Bahía de Cádiz*. De este modo, aquí presentamos una propuesta de estudio del paisaje marítimo de la Bahía en donde aportamos resultados preliminares.

mapas seleccionados deben representar, fielmente, la realidad del entorno correspondiente al momento cronológico de su confección, normalmente suelen ser documentos fechados entorno al s. XVIII dado los avances técnicos que permitían realizar mapas más fiables además de contener los elementos que constituyen el elemento de nuestro estudio, en este caso un trazado claro de la línea de costa. Tras la selección del material cartográfico, procedemos a la georreferenciación por medio de la herramienta “Georeferencing” que ofrece el software ArcMap 10.5 de la compañía ESRI. Georreferenciar un documento cartográfico por medio de un SIG consiste básicamente en asignarle unas coordenadas. De este modo se tiene que establecer cierta correspondencia de coordenadas entre el plano histórico y el plano que actúa de base; para ello es necesario identificar un mismo elemento (murallas, fortificaciones, torres, edificios relevantes, etc.) en ambas imágenes de modo que las coordenadas del mismo contenidas en la imagen base las adquiere el mismo elemento en el plano a georreferenciar [1]. Tras este paso, procedemos a la digitalización de los elementos del mapa por medio de la creación de capas temáticas. Para obtener una visión diacrónica de los cambios que experimenta la costa es imprescindible repetir el proceso con diferentes planos que se ajusten a distintas cronologías, solo de esta forma podremos comprender la evolución del litoral y la naturaleza de estos cambios.

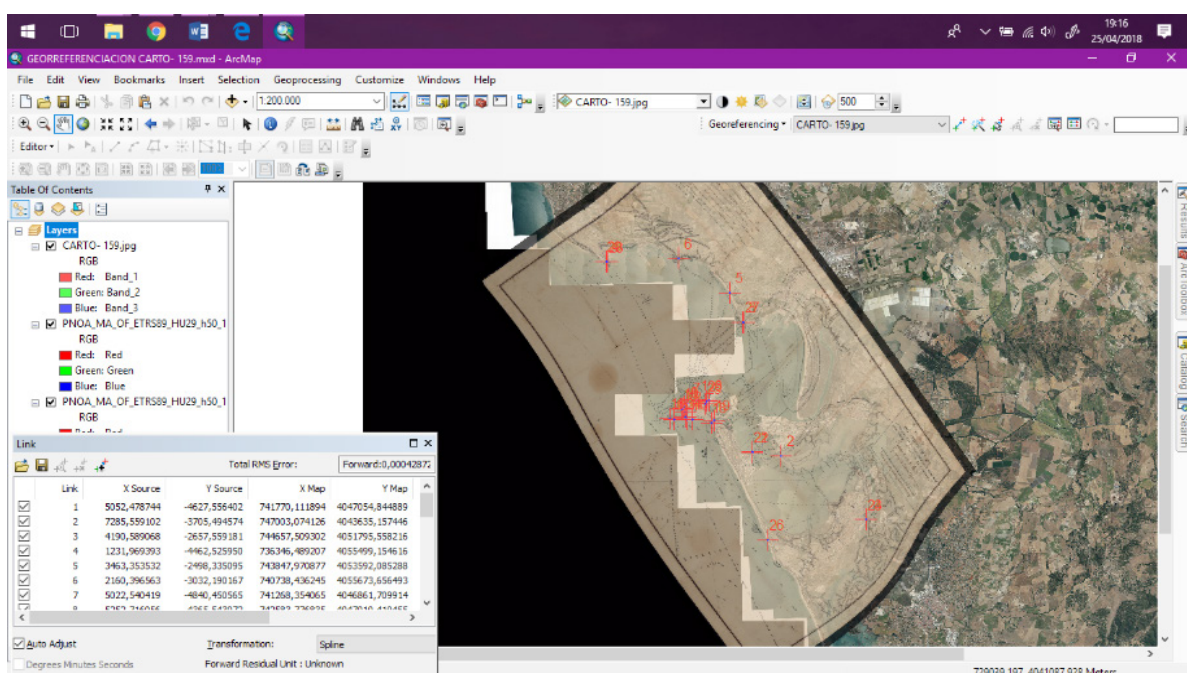


Fig 1. Ejemplo de georreferenciación del plano realizado por Joaquín Hidalgo (1803) (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, R. M 248375)

Resultados y conclusiones

En la imagen resultante podemos apreciar cambios significativos en la costa de la Bahía. Identificamos zonas en donde el cambio ha sido más acusado como el Puerto de Cádiz, zona ocupada hoy por Astilleros y Barriada de la Paz, Zona Franca, Matagorda, e incluso el propio estuario del Guadalete y la barra litoral de Valdelagrana además de la costa de Puerto Real; estos últimos hoy en día en una situación más avanzada. A simple vista la mayoría de los cambios se concentran en la Bahía interior, zona proclive a la progradación gracias al aporte sedimentario del Guadalete y proclive a las alteraciones de la mano del hombre, mientras que la costa que conforma la Bahía de los Toros, apenas muestra síntoma de alteración, si bien en algunos casos asistimos a cierto retroceso dado su exposición a la dinámica oceánica.

Obviamente estos datos deberán ser contrastados con la información que ofrezca los estudios de carácter arqueológico y geoarqueológico.

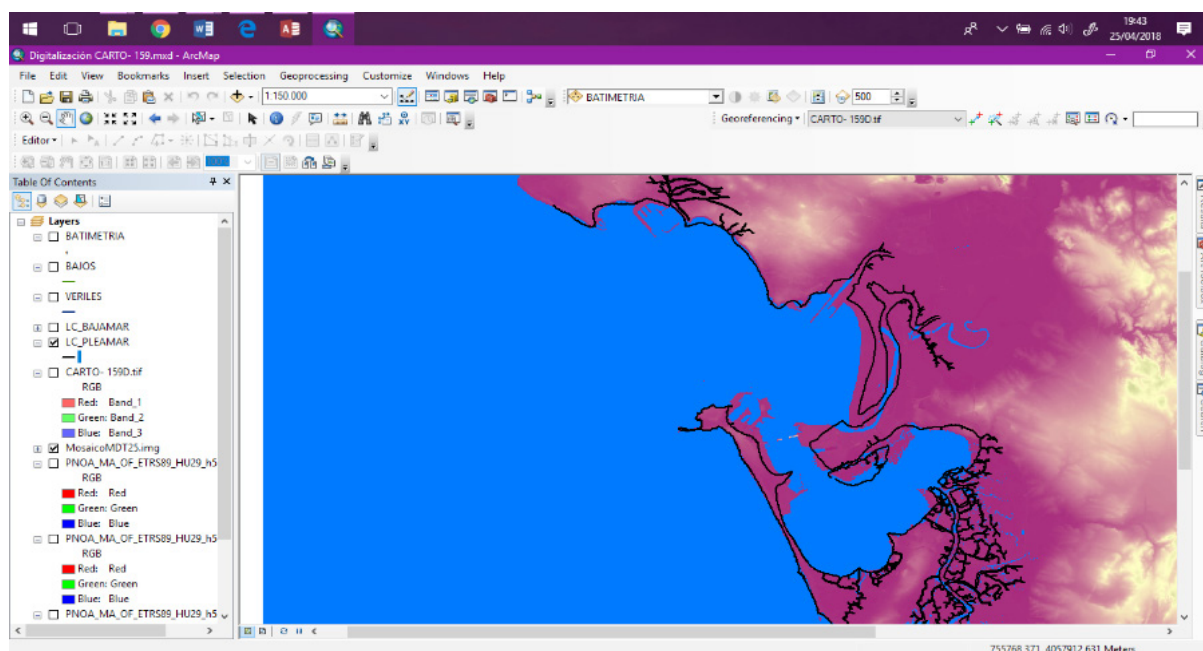


Fig 2. - Digitalización de la línea de costa en donde se aprecia la evolución costera

A modo de conclusión de esta sucinta explicación, consideramos la cartografía como una fuente en potencia para el estudio, no solo de la evolución geomorfológica del paisaje marítimo del pasado sino también válida para comprender la situación de determinados yacimientos arqueológicos que hoy se encuentran descontextualizados, por lo que la simbiosis entre la cartografía histórica y la integración de datos gracias a los SIG, junto a sus posibilidades analíticas, constituyen una herramienta transcendental si nuestro objetivo es el estudio del paisaje marítimo en un momento histórico concreto.

Referencias

- [1] Cerezo, F. Paisajes culturales marítimos. Georreferenciación de planos históricos. I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática española. Ministerio de educación, cultura y deporte. 2013. p. 471
- [2] Gracia, F. C., Alonso, C., Gallardo, M., Giles, F., Rodríguez, J., Benavente, J., López-Aguayo, F. Aplicación de la geoarqueología al estudio de cambios costeros postflandrienses en la Bahía de Cádiz. Geoarqueología i Quaternari litoral. 1999. p. 358
- [3] Orejas, A. Arqueología del paisaje: Historia, problemas y perspectivas. AESPA, 64. 1991. p.216
- [4] Westerdahl, C. The maritime cultural landscape. The International Journal of Nautical Archaeology 21.1. 1992.

LA NORMATIVA DEL BUCEO PROFESIONAL EN EL ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN: LIMITACIONES Y AFECTACIONES

González Sánchez, Cèlia; Marquès López, Alba

Universidad de Cádiz, celia.gs91@gmail.com, alba.marques.l@gmail.com

Palabras Clave: Patrimonio cultural marítimo, legislación, buceo profesional

La Ley de 1997 (publicada en el BOE núm. 280) titulada *Normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas*, fue modificada por medio de dos convenios uno en febrero de 2012 y posteriormente en noviembre de 2016. Ha sido en el pasado año 2017 que las medidas recogidas en el convenio del 1 de noviembre de 2016 se han hecho efectivas y por lo tanto de obligado cumplimiento. A raíz de ésta renovación de la ley resultaron afectadas actividades subacuáticas que no estaban contempladas en primera instancia durante la modificación, como el desarrollo de intervenciones arqueológicas, tal y como se describe en dicha normativa: “a todos los trabajadores que presten sus servicios en los centros y empresas incluidos en al ámbito funcional del buceo profesional y medios hiperbáricos” (artículo 1) [1] matizando los “trabajos de carácter científico, biológico, de ingeniería, arqueología, pudiendo estar incluidos dentro de proyectos de Investigación y Desarrollo (artículo 2)” [1]. La metodología científica llevada a cabo en la arqueología subacuática presenta determinadas necesidades y limitaciones en los distintos procedimientos que entran en conflicto con ésta nueva ley, poniendo en riesgo no solo a los científicos, sino también a la preservación del mismo patrimonio.

Con el presente póster pretendemos realizar un estado de la cuestión sobre dichas limitaciones y necesidades en vistas de, en un futuro, poder disponer de unas condiciones de seguridad y trabajo adecuadas y lógicas no solamente para la arqueología subacuática, sino también para otras ramas de investigación y desarrollo en el ámbito subacuático de forma académica y profesional que se vean afectadas por la legislación actual en el territorio y las aguas españolas.

Con motivo del I Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar, también aspiramos a iniciar un punto de debate entre las distintas disciplinas científicas que se dan encuentro en dicho marco académico e institucional. De éste modo, podremos enriquecer la discusión con la experiencia y perspectiva de los investigadores asistentes, así como encontrar puntos en común respecto a las necesidades básicas que como profesionales requerimos: seguir desarrollando proyectos de investigación y preservación con medidas de seguridad adaptadas a las distintas disciplinas en ambientes hiperbáricos y / o acuáticos.

Referencias

[1] Boletín Oficial del Estado, 2012. “Segundo convenio colectivo de buceo profesional y medios hiperbáricos” En modificación del la Ley Orden de 14 de octubre de 1997 por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas. Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

EL ÚLTIMO GARVM DE LA FACTORÍA DE SALAZONES DE *IVLIA TRADVCTA* (ALGECIRAS). NUEVAS EVIDENCIAS ARQUEOLÓGICAS Y ARQUEO-ICTIOLÓGICAS

Hernández-Tórtoles, Alicia⁽¹⁾; Bernal-Casasola, Darío⁽²⁾; Sónia Gabriel⁽³⁾

⁽¹⁾ Arqueóloga. Máster en Náutica y Subacuática. Universidad de Cádiz. Departamento de Historia, Geografía y Filosofía. Grupo de investigación HUM-440
alice.ht94@gmail.com

⁽²⁾ Catedrático de Arqueología. Universidad de Cádiz. Departamento de Historia, Geografía y Filosofía. Grupo de investigación HUM-440
dario.bernal@uca.es

⁽³⁾ Arqueozoóloga. Laboratório de Arqueociências – Direcção Geral do Património Cultural; CIBIO/InBIO -Universidade do Porto; UNIARQ, UNIARQ - Universidade de Lisboa
sgabriel@dgpc.pt

Palabras Clave: Algeciras, arqueoictiología, *Iulia Traducta*, *cetariae*, Círculo del Estrecho, época tardorromana.

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos del estudio arqueológico y arqueoictiológico realizado a los depósitos primarios de conservas de dos piletas en la antigua ciudad romana de *Iulia Traducta*; enclave que se ubica en la actual Algeciras, situado en la bahía homónima de Cádiz, frente a Gibraltar. Se trata del análisis de los restos ictiológicos (restos de peces) documentados en varias piletas destinadas al procesado de pescado para la realización de *garum*. Proceden de la factoría de salazones (*cetariae*) urbanas excavadas en la c/San Nicolás nº 3-5, activas en época romana y tardo-antigua, fechándose la cronología de los contextos arqueozoológicos objeto de estudio entre finales del s. V e inicios del VI d.C. Una ciudad proyectada al mar y a la Bahía de Algeciras, íntimamente ligada con la actividad pesquera y con la explotación de recursos destinados a fines de consumo y comerciales.

Esta zona fue excavada por primera vez en los años 90 del siglo XX, cuando se realizaron las primeras intervenciones arqueológicas en la ciudad de Algeciras, la mayoría de ellas en la zona periférica de la Villa Vieja, marcando la posible delimitación del perímetro urbano. Dos de estas intervenciones se realizaron en la c/ San Nicolás. Esto permitió confirmar la localización de una amplia superficie dedicada a la producción de salazones, que junto con la alfarería, confirmaron la ubicación del barrio industrial urbano de *Iulia Traducta*, situado en un arco que envolvería la ciudad hacia el mar y hacia el Río de la Miel. Los estudios sobre este yacimiento son relevantes no sólo para conocer la topografía y el urbanismo de la antigua Algeciras sino en general para el conocimiento del procesamiento de pescado y las singularidades de la industria pesquera del Círculo del Estrecho, y su puesta en contexto atlántico-mediterráneo.

Mediante el análisis ictiofaunístico se pretende obtener resultados actualizados y detallados del último producto alimenticio en fase de elaboración en estas piletas, ya que hay muy pocos ejemplos de conservas o depósitos primarios relacionados con conservas piscícolas de época romana, que no llegan a una treintena en todo el Mundo Antiguo. En este estudio se presentan los resultados del análisis de dos nuevas cubetas salazoneras, que han deparado el hallazgo de *garum* en proceso de elaboración, que serán cotejados con los resultados de otros ejemplos a nivel regional, caso de la ciudad hispanorromana de *Baelo Claudia*. Por otro lado, un nuevo aporte desde una perspectiva ictiológica al estudio de la región histórico-geográfica del denominado "Círculo del estrecho", que se trata de un marco geo-histórico con mucho potencial para su investigación

arqueológica desde una perspectiva náutica, subacuática, marítima y en nuestro caso, arqueoictiológica. El estudio ha sido puesto en marcha con la recogida de muestras de las *cetariae* de c/ San Nicolás.

Bibliografía de referencia

- [1] JIMÉNEZ, R.Y BERNAL, D. (2007): “Redescubriendo a *Treducta*. Reflexiones sobre su topografía urbana y su secuencia ocupacional”. *Anales de Arqueología Cordobesa*, 18: 157-200.
- [2] BERNAL-CASASOLA, D.Y DOMÍNGUEZ-BELLA, S. (2011): “Colorantes y pigmentos en las Pesquerías Hispanorromanas”. *CuPAUAM*, 37-38: 671-685.
- [3] BERNAL, D. (Ed.) (2009): *Arqueología de la pesca en el Estrecho de Gibraltar: De la Prehistoria al fin del Mundo Antigo*. Monografías del Proyecto Sagena. Ediciones Universidad de Cádiz: Cádiz.
- [4] MORALES, A. (2015): “La ictiofauna mediterránea: breves reflexiones en clave arqueológica”. En: *XII Jornades de Recerca Històrica de Menorca: La pesca en el Mediterrani Occidental. Las claus de l'acció de l'home al Mare Nostrum*. Menorca, Casanovas Camps: 77-97.
- [5] Proyecto RAMPPA: Red de Excelencia Atlántico-Mediterránea del Patrimonio Pesquero de la Antigüedad. Por el Ministerio de Economía y Competitividad/Feder del Gobierno de España, dentro del programa competitivo de Redes de Excelencia (HAR2015-71511-REDT). Enlace disponible en: <http://ramppa.ddns.net/>

GADES Y LA PROBLEMÁTICA DEL CANAL “BAHÍA-CALETA”. NOVEDADES DESDE LA ARQUEOLOGÍA

Lara Medina, Macarena

Área de Arqueología, Universidad de Cádiz, macarena.lara@uca.es

Palabras Clave: Gades, paleotopografía, canal Bahía-Caleta, ciudades litorales.

Todo estudio urbanístico debe considerar el medio físico donde se establece la ciudad objeto de análisis. En este sentido, abordar un trabajo de estas características es complejo, más si cabe si se trata de asentamientos ubicados en un entorno costero. Este aspecto añade dificultad al desarrollo del trabajo si el período cronológico es de época antigua, debido a los cambios y evolución que ha sufrido el paisaje. La problemática radica principalmente en la dinámica litoral, si bien, en el caso que nos ocupa Cádiz presenta un condicionante adicional, el carácter insular del medio donde se emplaza.

En este trabajo intentaremos hacer una aproximación a la realidad topográfica de la isla gaditana en época romana principalmente a partir de la dispersión de los testimonios arqueológicos y de los factores geomorfológicos. Para ello, las fuentes que hay que considerar son los textos clásicos, la cartografía y la geología. Los textos clásicos pueden aportar datos en relación a la configuración de la ciudad y el marco físico en el que se encuadra. Se sabe, gracias a Estrabón, que *Gades* quedó constreñida en una pequeña ladera de apenas 200 m en las zonas más angostas en la isla grande [1]. La isla pequeña, al otro lado, estaba confrontada a la ciudad nueva como atestigua Plinio [2]. A pesar de que siempre se ha defendido la existencia de tres islas, como mencionan los autores clásicos, recientemente otros especialistas procedentes de la filología desestiman esta propuesta [3].

De las fuentes cartográficas de época medieval apenas hay constancia y las referencias son escasas. Es a partir de época moderna cuando la documentación es rica en datos, en primer lugar por el volumen de cartografía, sobre todo motivado por el traslado de la Casa de la Contratación en el siglo XVIII y Cádiz se postula como centro comercial y militar mundial. Estos planos² nos permiten hacer establecer una comparación evolutiva de la urbanización de Cádiz y de la evolución de la línea de costa tanto como consecuencia natural como antrópica –recientemente una publicación al respecto en [4]-.

A pesar de la disociación existente entre las fuentes literarias y arqueológicas, las afirmaciones de los autores clásicos acerca de la existencia de tres islas serán confirmadas en la segunda mitad del siglo XX. Los estudios geológicos arrojaron luz a este respecto. Juan Gavala y Laborde lleva a cabo un estudio para identificar el proceso de formación del substrato geológico de la bahía, dando a conocer datos relativos a la dinámica costera y fluvial. En este trabajo [5] se expone por primera vez la influencia del río Guadalete, que a través de sus fuertes corrientes provocaba grandes socavones que motivaba una estrecha corriente que discurría a través de la actual Plaza de San Juan de Dios. Tomando esta afirmación se iniciaría una nueva línea de investigación, siendo un hito para la arqueología los estudios de Ponce Cordones [6] que contrasta los resultados de estos estudios con los datos arqueológicos. Presenta una propuesta sobre el trascurso del posible brazo de mar. Esta propuesta que revolucionó a nivel interpretativo todas las interpretaciones relativas a la ubicación de *Gadir/Gades*. El “Canal de Ponce”, como se le conoce desde a partir de este momento, tomó protagonismo en las investigaciones arqueológicas de Cádiz y fue ratificado por Ramón Corzo [7] y Juan Ramón Ramírez [8].

En el siglo XXI los últimos estudios geológicos en Cádiz han ido encaminados en este sentido. Por un lado, Arteaga en colaboración con un equipo de Bremen llevaron a cabo un proyecto con el objetivo de conocer la

¹ Actualmente, la doctoranda Soledad Gómez está llevando a cabo una Tesis Doctoral que aborda estos aspectos cartográficos de manera exhaustiva, titulada Referentes para la navegación en la costa gaditana en época romana. Una aproximación interdisciplinar, bajo la dirección de la Dra. Alicia Arévalo de la Universidad de Cádiz.

dinámica sufrida en la línea de costa. Partiendo de los preceptos conocidos, realizaron unas perforaciones en el casco de la capital gaditana para esclarecer la formación geológica y progresiva transformación del canal, confirmando la existencia de un canal que permanece abierto hacia el 6500 BP y que hacia el 6300 BP la zona cercana a la Caleta comenzaría a colmatarse por las escasas corrientes de agua, favoreciendo así la colmatación sedimentaria [9].

Considerando estos planteamientos y a partir de los datos que aportan las evidencias arqueológicas se puede establecer una nueva propuesta de delimitación del canal. Estos datos confirman la existencia de una ocupación continuada en el entorno inmediato situado en la Torre Tavira, Calle Ancha, Calle Cánovas del Castillo, así como en la Calle General Luque. En la zona oeste, al norte del canal, se ha documentado otra aglomeración, que mantiene los mismos patrones ocupacionales que las otras zonas, desde época fenicia (de manera puntual) y púnica de manera asidua hasta época tardorromana. Al sur del canal los testimonios arqueológicos han permitido documentar al SO una ocupación puntual en el extremo del actual barrio de La Viña como sintetizamos en la figura 1. Del mismo modo, los testimonios arqueológicos determinan una actividad continuada desde la Catedral hasta el barrio de Santa María; sin embargo, en las proximidades de la Plaza de San Juan de Dios hacia la zona portuaria no se ha documentado material arqueológico que nos permita confirmar la ocupación en lugar. Quizá, las áreas no ocupadas por el canal, serían lugares de playa, a veces inundables y no susceptibles de ser habitadas. Otras zonas que delimitan con el canal estarían posiblemente destinadas a zona de vertedero aprovechando la pendiente natural de arena y roca descendente hacia el norte.

Hacemos una propuesta del trazado del canal Bahía-Caleta a partir de la dispersión de los testimonios arqueológicos documentados hasta la actualidad y de los datos geomorfológicos (fig. 1) actualizando así el plano de Ponce y Ramírez. Consideramos que el canal presentaba una anchura máxima de 400 m por su extremo norte y una anchura mínima de 100/150 m en su zona más estrecha que coincidiría con la zona de Puerto Chico. Así mismo, si observamos el trazado del canal, éste discurriría por las curvas de nivel 5 y/o 6 en ambas orillas como se aprecia en la figura 1. Gracias a las evidencias arqueológicas y los estudios procedentes de otras disciplinas, hemos podido aproximarnos a la realidad urbanística insular de Cádiz en época romana. Esta peculiaridad topográfica afectó no sólo a la isla pequeña, sino también a la isla grande o Cotinusa que muestra una problemática topográfica diversa. En el extremo septentrional de la isla grande, donde se ubica la ciudad *ex novo* en la zona más elevada, a unos 20 m.s.n.m, se observa una pendiente hacia el norte, adaptándose al descenso natural hacia la margen sur del canal.

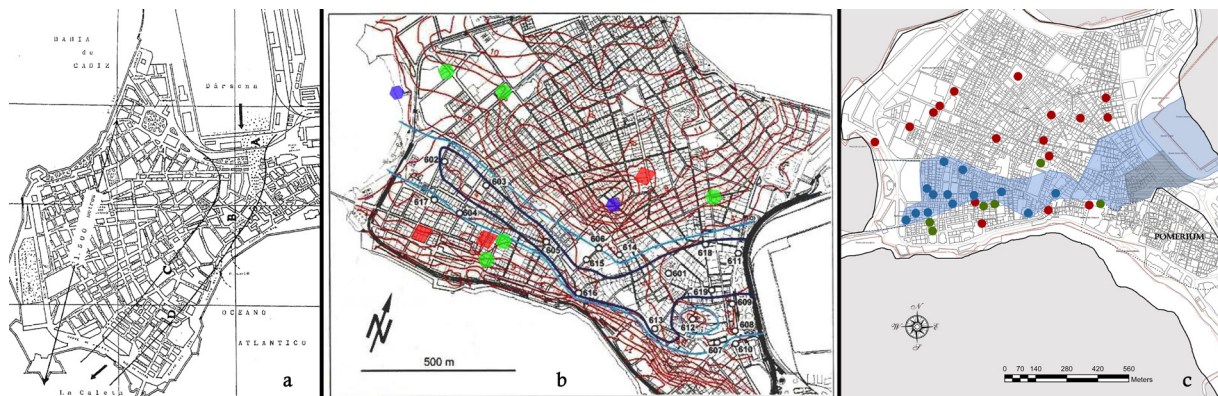


Figura 1.- Propuestas de las corrientes interpretativas del trazado del canal Bahía-Caleta. A) Ponce Cordones (1985: 114); B) Arteaga y su equipo (Arteaga et alii, 2001: figura 2); C) Nuestra propuesta a partir de la dispersión de los hallazgos arqueológicos (en rojo los restos arqueológicos estudiados, en azul los solares estudiados donde no se han registrado evidencias de época romana y/o fenicia; y los puntos verdes indican el posible límite del canal (M. Lara).

Referencias

- [1] Estrabón, *Geografía*, Libros I-III. Traducción de J. Gómez Espelosín, Traducción, introducción y notas de M^a José Meana y Félix Piñero, Editorial Gredos, 1992.
- [2] Plinio, *Historia Natural*. Traducción de E. del Barrio Sanz, Editorial Biblioteca Clásica Gredos, 1998.
- [3] P. Fernández Camacho, *La imagen de Cádiz en los textos griegos y latinos: un análisis filológico-literario*. Tesis Doctoral, Universidad de Cádiz, 2012.
- [4] M. Ruiz Nieto-Guerrero y J.J. Jiménez Mata, *Historia urbana de Cádiz. I. Génesis y formación de una ciudad moderna, Cádiz*, Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz, 2016.
- [5] J. Gavala y Laborde, *Mapa geológico de la provincia de Cádiz*, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 1924.
- [6] F. Ponce Cordones, Consideraciones en torno a la ubicación del Cádiz fenicio. *Anales de la Universidad de Cádiz*. 2 (1985) 99-221.
- [7] R. Corzo, Paleotopografía de la bahía gaditana. *Gades*. 5 (1980) 5-14.
- [8] J.R. Ramírez Delgado, *Los primitivos núcleos de asentamiento en la ciudad de Cádiz*, Cádiz, 1982.
- [9] O. Arteaga, A. Köling, M. Köling, A.M. Roos, H. Schulz y H.D. Schulz, El puerto de *Gadir*. Investigación geoarqueológica en el casco antiguo de Cádiz. *RAMPAS*. 4 (2001) 345-415.

EL PATRIMONIO DÉBIL EN LOS TERRITORIOS TURÍSTICOS DEL LITORAL: DESARROLLO RESPONSABLE Y PERVIVENCIA CULTURAL

López-Arquillo, Juan Diego⁽¹⁾; Sebastián Pardo, Eduardo⁽²⁾; Arizzi, Anna^(1,2);
Navarro Torres, Eugenio⁽¹⁾; Parrilla Fernández, Raul⁽¹⁾; Porta Igual, Jorge⁽¹⁾;
Sebastián Jiménez, Cristina⁽¹⁾

⁽¹⁾ TeselaMaterials, Innovation and Heritage, Spin-Off of the University of Granada;
e-mails: jlla@teselainnova.com; annaarizzi@teselainnova.com,
eugenionavarro@teselainnova.com, raul@teselainnova.com,
info@teselainnova.com
web: <http://www.teselainnova.com>

⁽²⁾ Department of Mineralogy and Petrology of the University of Granada;
e-mails: rolando@ugr.es,
web: <http://www.ugr.es/~minpet/>

Palabras Clave: Turismo, patrimonio etnográfico, cultura, gestor patrimonial, GPTT, big data.

Los Territorios Turísticos de Litoral (TTL) han sufrido un desarrollo diferencial, causando una presión urbanística excesiva en unas zonas del litoral y dejando otras sin los réditos del desarrollo turístico, pese a que en ocasiones la falta del mismo posibilita una relación sostenible entre el medio urbano y el soporte natural. Esta relación trascendente está condicionada hoy por la realidad antropológica de la red, siendo obvio afirmar que *internet* ha cambiado el modo en el que la mayoría de los seres humanos se relacionan entre sí, y la relación del ser humano con las entidades externas a él mismo, desde la ciudad hasta la naturaleza. El turismo cultural en el litoral funde a modo de común denominador el interés cultural de un territorio o nodo turístico litoral (que es una potencialidad valorable a efectos económicos de impacto) con el concepto de patrimonio cultural, que es subjetivo y dinámico; no depende de los objetos o bienes sino de los valores percibidos por la sociedad y el turismo en general, valor que determina qué bienes son los que hay que proteger y conservar para la posteridad.

Parar ello se necesita el desarrollo integral de un gestor patrimonial de territorios turísticos del litoral sur de España, una base activa de datos, con entrada múltiple e interfaz desdoblada que contenga la documentación de sustitución patrimonial cualificada de bienes culturales y patrimoniales para garantizar, mejorar e implementar la protección mediante la clasificación de bienes¹, la conservación mediante la documentación parametrizada de los bienes para su incorporación a bases de *Big Data*, la puesta en valor mediante la difusión con lectura en varios niveles incluyendo la georreferenciación y la recuperación y rehabilitación mediante análisis y propuestas para los mismos.

- GESTORES PATRIMONIALES: nuevos modelos y oportunidades.

La disponibilidad de información sobre el patrimonio ha cambiado radicalmente la forma en la que planificamos nuestros desplazamientos, la forma en la que elegimos destinos de viaje o la forma de conocer, disfrutar y relacionarnos con las ciudades y naturaleza costeras. Incluso posibilita conservar el patrimonio documental, más allá de su existencia física². Sin embargo, aún se mantiene cierta visión restringida, ligado a lo monumental y artístico del patrimonio en el siglo XIX, que pese a ser ampliada durante el siglo XX con la incorporación del concepto de valor cultural, no será hasta el s. XXI en el que el límite del patrimonio se amplía con la subjetivización del concepto mismo de espacio.

El espacio es, desde la posmodernidad, un espacio relativo y subjetivo. Esta tendencia es una oportunidad fundamental para el patrimonio cultural en general, pero más para el patrimonio litoral, pero para la ampliación

del sentido del patrimonio y su incorporación al Big Data mundial y convertirse así en un territorio turístico, es fundamental la documentación científica del mismo, no mediante técnicas de fotografía doméstica, sino de una fotogrametría parametrizada, que además posibilite ser complementada con informaciones de estado actual, patologías de conservación y recomendaciones de conservación, rehabilitación, promoción al uso y actualizaciones de estado.

Hoy son varios los documentos internacionales que consolidan esta nueva visión amplia, subjetiva y plural del patrimonio cultural, que valoran todas aquellas entidades materiales e inmateriales significativas y testimoniales de las distintas culturas que han dejado su huella en nuestro litoral mediterráneo desde la más profunda antigüedad. En esta mapificación cualificada y parametrizada del Gestor Patrimonial de Territorios Turísticos podremos localizar, marcar, posicionar y describir las cualidades de dichos elementos patrimoniales, resultado de la investigación sistemática sobre el mismo y de su levantamiento gráfico y reportaje; lo que ha generado una base de datos con dos objetivos, siendo el principal la tipificación de los elementos patrimoniales y su descripción, localización y geoposicionamiento, junto con la posibilidad de establecer rutas temáticas que relacionen unos elementos con otros, constituyendo así un fondo documental de valor para Entidades Locales, Ayuntamientos, Consorcios municipales, Gobiernos Autonómicos, etc; y con el objetivo secundario de la descripción pormenorizada, levantamiento, análisis y propuestas de recuperación del bien cultural, documentado así para una correcta actuación de puesta en valor según el decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de protección y fomento del patrimonio histórico de Andalucía.

Todo ello, junto con la investigación documental, constituye la base de datos que conforma el Gestor Patrimonial de Territorios Turísticos (GPTT), cuya información tiene diferentes niveles de lectura según el interés del buscador (uso turístico, uso científico, uso ciudadano) y se encontrará geoposicionada en fuentes de Big Data, generando una densificación de información virtual que se adhiera al territorio físico para hacerlo patrimonial. La tecnología del Gestor Patrimonial de Territorios Turísticos (GPTT) incluye tanto una potencial bidireccionalidad de relación con el usuario, un filtrado o graduación de información, una correcta adaptación a dispositivos o modos de uso (indoor/outdoor) como una correcta interfaz con artículos o bibliografía y aplicaciones o portales de navegación, tales como google maps, oruxmaps, wikiloc, etc. Además, es el primero que incorpora análisis petrológicos de elementos patrimoniales hasta ahora no estudiados, mediante determinación de estructuras de composición de bienes no catalogados, en las fases de catalogación del proyecto.

- GPTT: innovaciones, propuestas y resultados iniciales.

Desde esta finalidad, el objetivo técnico del GPTT es la creación de una metabase de datos paramétrica que documente, estructure, puntualice y defina un modo abierto de conocer, clasificar, difundir e integrar todo el patrimonio de los territorios turísticos del litoral, con el objetivo dotacional de fomentar el desarrollo sostenible, basado en valores culturales, de zonas del litoral de bajo desarrollo. La realidad del conocimiento y la intercomunicación en red evidencia que, de un modo no formal y desestructurado, no unitario, esa metabase ya existe de facto. El GPTT le da forma. Así, una correcta estructuración del patrimonio, y su difusión en web, llega a intervenir en el territorio costero menos desarrollado, pues desde la documentación contenida en el mismo se invierte la polaridad de la recreación patrimonial para que desde cada objeto actualizar y ampliar la noción del patrimonio costero, que pasa a modificar el catálogo patrimonial desde el que tomamos conciencia para volver a actualizar el mismo. Metodológicamente, el GPTT se desarrolla mediante un portal abierto con base de datos parametrizada en niveles interdependientes, de lectura secuencial e inclusiva.

El resultado de este portal es una base de datos documentalista de carácter científico que incorpora el GPTT es un medio activo de interpretación, representación y objetualización que genera, desde un reportaje parametrizado, un ente patrimonial digital, reflejo del ente físico. Así, el Gestor Patrimonial de Territorios Turísticos llegará a intervenir en el territorio urbano y periurbano litoral mediante la documentación y recomendaciones de gestión patrimonial para actualizar la carta de ofertas turísticas más allá de playa y sol, ampliando el catálogo de elementos de interés turístico-cultural y ampliar así la oferta turística de territorios turísticos costeros, ampliando notablemente el potencial turístico del litoral mediante la inclusión de un ciclo integral del patrimonio en cada elemento de interés y, con ello, incluyendo el patrimonio cultural costero en el entorno del patrimonio 3.0³.

Referencias

- [1] AA.VV. *Operational guidelines for the implementation of the World Heritage Convention* [en línea]. UNESCO, 2013. Disponible en: <http://whc.unesco.org/archive/opguide13-en.pdf>
- [2] AA.VV. *Directrices operativas para la aplicación de la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial* [en línea]. UNESCO, 2012. Disponible en: <http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?lg=es&pg=00026>
- [3] Alonso M. del R. *El Patrimonio Histórico. Destino público y valor cultural*. Civitas-Universidad de Oviedo, Madrid, 1992.

LA PESCA ARTESANAL DEL TIBURÓN EN MANTA – ECUADOR. ENTRE HISTORIA Y ECONOMÍA

Menéndez Delgado, Erick

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí – Doctorando Universidad de Cádiz,
e.menendel@alum.uca.es

Palabras Clave: Historia, Competitividad, Economía, Pesca artesanal, Tiburón.

En el mundo actual se ha impuesto una tendencia competitiva que ha obligado a los seres humanos organizados en comunidades o grupos empresariales, a priorizar los ingresos y la rentabilidad con el objetivo ser sostenibles en el tiempo. Es evidente que este fenómeno, conocido como globalización, ha afectado todas las actividades económicas desarrolladas por el ser humano, entre ellas la pesca. Como una subactividad derivada se erige la pesca artesanal que es muy representativa para la producción mundial convirtiéndose en una fuente importante de ingresos para las comunidades costeras.

En el Ecuador, una gran proporción de las capturas son desembarcadas gracias a las personas que se dedican a esta labor que actualmente registra 3674 barcos [1], lo que significa que esta ocupación vincula un estimado de 150.000 personas de manera directa. Adicional a los empleos directos, existe un conjunto de labores vinculadas que dan oportunidades de empleo indirecto, convirtiendo a la pesca artesanal en la principal fuente de ingresos para los pescadores y sus familias.

Los registros de pesca determinan que un gran porcentaje de la misma corresponde a tiburones (alrededor de un 20%) siendo las especies más capturadas el tiburón rabón *Alopias pelagicus* (con una participación del 50% del total de desembarques) y el tiburón aguado *Prionace glauca* (con una participación del 14,4% del total de los desembarques) sumando entre las dos un 64,4% en promedio, haciendo relevante el estudio particular de las mismas para efectos científicos [2].

Además, se conoce que casi las tres cuartas partes de las capturas se desarrollan en la ciudad de Manta, lo que le da pertinencia al estudio particular de estas dos especies en esta ciudad específica del litoral ecuatoriano, sin descartar la posibilidad de poder estudiar algunos aspectos de la pesca artesanal en otras caletas pesqueras de la costa del Ecuador donde existe un total del 218 según el último dato obtenido de un estudio en el 2014 [3], cada una con una dinámica diferente.

Estos antecedentes, permiten plantear como objetivo principal el estudio histórico – económico de la pesca artesanal y el recurso marino con un énfasis importante en el tiburón. De éste, se desprenden objetivos secundarios como son: recopilar toda la documentación histórica existente sobre la pesca y el consumo de tiburones en Manta, estudiar las artes de pesca en clave diacrónica (de las tradicionales a las actuales), determinar la influencia que ha tenido el recurso tiburón en la explotación del conjunto de recursos marinos, así como también la clasificación por especies más capturadas y sus usos derivados, desde sus orígenes hasta la actualidad, desarrollar un análisis económico-financiero de las unidades de pesca más importantes haciendo uso de indicadores, analizar el impacto socioeconómico actual para demostrar la importancia de este recurso en la economía mantense contemporánea y desarrollar de un análisis de riesgo económico-financiero de las unidades de pesca que sirva de base para tener en cuenta las condiciones que afectan la rentabilidad de la pesca artesanal.

Las capturas tienen un antecedente en el pasado ya que la pesca artesanal de muchas especies marinas, entre ellas los tiburones, aparece en cada una de las etapas de la historia de Manta, representando un aporte económico para sus pobladores desde la prehistoria, como ha acontecido en otras regiones del mundo [4]. Este factor es lo que hace relevante desarrollar un estudio que permita conocer con profundidad las capturas de los escualos en la región costera del Ecuador y por supuesto en Manta, así como las artes de pesca que se han utilizado en clave diacrónica, basando dicho análisis en estudios precedentes desarrollados en otras partes del mundo, análisis de estudios etnográficos previos o actuales, además de utilizar la relación que ha tenido el recurso tiburón con otras especies y con industrias secundarias vinculadas.

Por otra parte, es importante cuantificar el impacto económico contemporáneo derivado de las actividades pesqueras de estas especies. Para ello se hace necesario cuantificar y cualificar las variables determinantes de la competitividad del sector pesquero artesanal las cuales están vinculadas con las condiciones de los factores, condiciones de demanda, competencia/cooperación interna y externa, y, las industrias de apoyo para el sector [5]. Adicionalmente se debe considerar la influencia gubernamental como uno de los factores exógenos que plantea la metodología del diamante extendido de Porter en la que se fundamentará el presente estudio. Para ello será necesario recoger información de campo de los pescadores artesanales de Manta que posteriormente serán analizados estadísticamente para obtener resultados y conclusiones válidas, partiendo de la definición de una muestra del universo, para lo que se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N= total de la población.

Z= 1,96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p= proporción esperada

q= 1-p

d= precisión

Los resultados a la fecha (parciales) son indican que tanto la pesca artesanal como la captura de condrictios, son actividades que se desarrollan desde épocas antiguas en la costa Pacífica (principalmente Chile y Ecuador) y que las mismas han sido de un impacto social y económico relevante para las poblaciones que se ubican en las zonas costeras del pacífico, tal como lo evidencian en sus estudios Agüero (1988) y Olguín, Salazar y Jackson (2014).

Los registros de la colonia (época de la historia comprendida entre 1530 y 1809) encontrados en el Archivo General de Indias indican que la pesca se desarrollaba como una actividad cuyos productos eran utilizados únicamente como fuente de alimentos. No se encontraron evidencias específicas vinculadas a condrictios, lo que tampoco permite descartar que fueran capturados, para consumo humano o con fines comerciales. Lo evidente es la existencia de un punto de inflexión en el contexto histórico, en el que estas especies pasaron a tener un alto valor económico lo que generó un incremento sustantivo en sus capturas.

En cuanto a los temas económicos, el estudio de competitividad de la pesquería artesanal de Manta generará conclusiones válidas, una vez que la información sea recolectada a través de las encuestas ya elaboradas y se obtenga la información primaria de los implicados en la actividad.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación se podrá ejecutar gracias a la adecuada dirección y asesoría de los doctores Darío Bernal y María del Mar Cerbán, profesores de arqueología y economía de la Universidad de Cádiz. Además es importante manifestar el agradecimiento a la Universidad de Cádiz por permitir la presentación del presente trabajo como tesis doctoral, así como a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por proveer las facilidades al autor para trabajar en el mismo.

Referencias

- [1] Subsecretaría de Recursos Pesqueros. (2018). Estadísticas de embarcaciones pesqueras en Ecuador. Recuperado de: <https://bit.ly/2HuoFr1>
- [2] Menéndez E., Castillo M. y López Y. (2017). Pesca incidental del tiburón: del conflicto a las oportunidades. Casa editorial del Polo. 179p.

- [3] Herrera et al. (2014). Puertos, caletas y asentamientos pesqueros artesanales en Ecuador.
- [4] Bernal D. (2017). Tiburones zorro y otros condricios en el círculo del estrecho, un recurso marino infravalorado por la arqueología. Akros. Revista de Patrimonio.
- [5] Acosta M., Coronado D. y Cerbán M. (2012). Port competitiveness in container traffic from an internal point of view : the experience of the Port of Algeciras Bay. Maritime policy and management : the flagship journal of international shipping and port research.

PROYECTO PALATIA. LA CASA DEL COMERCIANTE MARÍTIMO GADITANO. DIAGNÓSTICO Y PROSPECTIVA

Muñoz Rey, Yolanda; De la Cruz Sastre, Antonio; Camacho Ortega, Moisés;
Fernández González, Margarita

Universidad de Cádiz – HUM726, casaspalaciodecadiz@gmail.com

Palabras Clave: Cádiz, Casas Palacio, Patrimonio, prospectiva, redes profesionales, diagnostico conservador.

Tema

El proyecto que presentamos consiste en el registro, identificación y catalogación de las Casas Palacio de Cádiz, su estudio y análisis histórico y estilístico, el diagnóstico de la problemática respecto al estado de conservación material y de su situación administrativa, y un estudio de prospectiva y transferencia a través de propuestas de intervención y gestión. La elección de este tema, su justificación y el origen del proyecto surgen a partir de un problema y unas carencias respecto a la situación del objeto de estudio y que son estas necesidades que intenta cubrir: La inexistencia de un estudio compilador, Y completo, La necesidad de su registro y puesta en valor ante el deterioro y pérdida, la protección académica e institucional que apoye iniciativas dispersas existentes, funcionando como base de fuerza para futuras acciones administrativas o legislativas respecto a los Niveles de Protección del casco histórico de la ciudad de Cádiz.

Objetivos

La *finalidad* última que perseguimos con nuestro proyecto por tanto, y que nos planteamos ante estas necesidades y problemas expuestos, es contribuir a la conservación y puesta en valor de las Casas Palacio de Cádiz como elemento singular de su Patrimonio histórico marítimo.

Los *objetivos* que planteamos por tanto en este proyecto son:

1. Identificar, catalogar y registrar de manera exhaustiva las Casas Palacio de Cádiz.
2. Realizar un estudio en profundidad de su proceso histórico y un análisis de sus características artísticas y de estilo.
3. Elaborar el análisis reflexivo posterior respecto a sus similitudes, relaciones y significados históricos y artísticos.
4. Diagnosticar el estado de conservación física de los inmuebles y su contenido.
5. Averiguar su situación administrativa-burocrática e identificar problemáticas asociadas.
6. Proponer, en base a los resultados de la investigación, propuestas apropiadas de intervención conservadora y de futuras acciones de gestión, uso, prospectiva y transferencia.
7. Establecimiento de redes profesionales vinculadas al proyecto.
8. Llevar a cabo y conseguir una divulgación efectiva y diversificada de los resultados de la investigación.
9. Contribuir a las líneas de Innovación en la Investigación potenciadas por la Universidad de Cádiz.
10. Contribuir a la inclusión de las Humanidades Digitales en la Universidad de Cádiz y en nuestro Grupo de Investigación.

Los *contenidos* que obtendremos como resultado del proyecto serán:

1. Inventario e identificación de las Casas Palacio.
2. Fuentes para su estudio.
3. Estudio histórico y artístico.
4. Diagnóstico del estado de Conservación material y administrativo.
5. Prospectiva de actuación.

Metodología

El trabajo desarrolla la metodología y las técnicas de investigación propiamente históricas en la Recogida de Datos: estudio de fuentes bibliográficas y documentales, estado de la cuestión y trabajo de campo, con registro fotográfico, audiovisual, entrevistas, narrativo y de registro textual. A ello sigue el pertinente Análisis de los datos, reflexión, y elaboración de resultados y conclusiones. La creación de Redes y el trabajo de Divulgación son constantes y en paralelo desde el inicio de la investigación. La Planificación del Trabajo también es constante y seguimos un Cronograma por fases, entendiéndolo que el proyecto completo tiene una duración aproximada de 5 años y está dividido en 4 fases. Al inicio hicimos un Diseño de Proyecto detallado.

Queremos destacar los puntos 4 y 5 de los contenidos como aportación innovadora a los proyectos de investigación históricos. Siguiendo así las pautas de Horizonte 2020 y las líneas de fuerza potenciadas por la Universidad de Cádiz, entre las que destaca el fin último de la Investigación: la Transferencia de los conocimientos generados por la Institución a la mejora de la sociedad. Queremos potenciar como fin último este carácter de utilidad, cuyos resultados ulteriores esperamos que sean la recuperación y futura puesta en valor de estos bienes patrimoniales. También consideraremos como fortaleza innovadora del proyecto, la creación y establecimiento de Redes Profesionales internas y foráneas vinculadas al proyecto, potenciando el Trabajo Cooperativo.

En concreto la metodología que utilizamos los cuatro miembros del equipo para trabajar es mediante la comunicación online y mediante el uso de TICs. Nuestra premisa es hacer las mínimas reuniones presenciales, ya que nuestros trabajos y obligaciones no nos lo facilitan, y realizar casi todo el trabajo y nuestra comunicación online potenciando las herramientas digitales y la posterior divulgación en redes.

Resultados y conclusiones

Partiendo de la premisa de que nos encontramos tan solo al fin de la primera fase de un Proyecto propuesto para 5 años, se puede decir ya que la acogida ciudadana ha sido muy numerosa e intensa, gracias a la actividad desarrollada en las Redes Sociales y a las actividades presenciales del equipo. La respuesta institucional ha sido sin embargo menos significativa y sobre todo, nos queda pendiente el conseguir fondos económicos para el Proyecto, ya que el total de las Entidades Bancarias contactadas han respondido negativamente y al no tener relación contractual con la CA no podemos acceder al Plan Propio. Las dos acciones que nos planteamos para esta fase: listado-catálogo de las Casas Palacio (60 en total) y búsqueda bibliográfica (unas 80 fuentes) se han terminado correctamente y con dos meses de antelación a la fecha establecida, aunque compaginar este Proyecto con nuestras realidades laborales ha sido, como habíamos previsto, difícil y complicado.

El trabajo en equipo ha sido efectivo y placentero, fácil y con un buen resultado respecto a la metodología online. El uso de ésta ha permitido llevar a cabo el proyecto que de otra manera no hubiera sido posible, facilitándonos la comunicación y el intercambio de resultados, procesos y documentación de todo tipo. Las labores de divulgación han sido las más complejas por su diversificación y por la exigencia de atención diaria que requiere el mantenimiento efectivo de las Redes Sociales. Sin embargo han sido fundamentales para conseguir uno de los objetivos primordiales que era el de iniciar la creación de un Red online de profesionales allegados al tema de nuestra investigación y que en futuras fases tendrá un importante peso en los resultados, la innovación propia del proyecto y en la transferencia futura.

Referencias

- [1] Cirici Narváez, J. R., Juan de la Vega y la arquitectura gaditana del siglo XIX. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz, 1991.
- [2] Fernández Pujol, J. I., “Las casas-palacios de Cádiz” en Ruiz de Lacanal Ruiz-Mateos, M.D. (comp.), La conservación del patrimonio cultural en Cádiz y su provincia. 2004, pp. 39-58.
- [3] Gómez de Terreros Guardiola, M. del V., “Arquitectura y sociedad en Andalucía Occidental del Cádiz de las Cortes a 1936” en Terrón Reynolds, M.T. y Mogollón Cano-Cortés, P. (comps.), El hito 1812 y su estela en España y Portugal: aspectos singulares de la iconografía y el arte. 2014, pp. 135-188.
- [4] Márquez Gómez, C., Arquitectura privada en las ciudades atlánticas en el siglo XVIII. Cádiz y Nantes. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz, 2016.
- [5] Rubio Bellido, C., Valores ambientales de la arquitectura histórica en la ciudad de Cádiz: estrategias para la rehabilitación. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla. 2014.

LA ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL APLICADA AL USO DE MOLINOS ROTATORIOS EN LA INDUSTRIA CONSERVERA ROMANA

Pascual Sánchez, María Ángeles

Área de Arqueología, Universidad de Cádiz, angeles.pascual@uca.es

Palabras Clave: Recursos pesqueros, Estrecho, cetariae, época romana, arqueología experimental.

En las presentes páginas se muestra un minúsculo apartado del engranaje que conforman las actividades del sector pesquero-conservero, cuyo desarrollo en la Antigüedad supuso un despliegue de medios a gran escala, materializándose como uno de los sellos que claramente definen el Estrecho de Gibraltar. Se ha podido confirmar el empleo de los molinos rotatorios en las actividades destinadas a la elaboración de derivados piscícolas, idea planteada y defendida hace una década por los profesores D. Bernal Casasola y S. Domínguez Bella durante el análisis de una docena de ejemplares documentados en las factorías de la calle San Nicolás de Algeciras [1]. La documentación recopilada en relación a diferentes yacimientos de carácter haliéutico y a la presencia de fragmentos de molino en algunos de ellos, revelan un trabajo de molturación del que desconocemos su profusión real, pero que, como todo parece indicar, sería habitual en zonas geográficas diversas en el Mediterráneo y en el arco Atlántico. Habiéndose corroborado la existencia de numerosos residuos ícticos –sardinas y boquerones en gran medida- en la mayoría de ejemplares de molinos rotatorios emplazados en algunas de las *cetariae* del Estrecho de Gibraltar, como Ceuta, Algeciras y *Baelo Claudia*, se consideró llevar a cabo la aplicación de la arqueología experimental como método de estudio de la molturación de residuos de pescado. A raíz del análisis de las fuentes antiguas y de las labores arqueométricas empleadas en este campo, se considera factible la molienda de productos pesqueros desecados para la elaboración de harinas, así como en la depuración de pastas o residuos semisólidos de tipo *hallec* tras un tiempo determinado de maceración [2].

En cuestiones de molturación experimental, la arqueología ha sido propensa a estudiar, como es lógico, los trabajos vinculados a la transformación y consumo en ámbito doméstico en diferentes épocas, tanto de alimentos, como abrasión de hueso y curtido de pieles y a realizar análisis comparativos de las acciones de descascarado y molturación de varios tipos de cereales a partir del uso de diferentes de madera y de piedra en diferentes ámbitos crono-culturales. Dada la ausencia de datos en lo que respecta a la pesca y conservación del pescado, la información aportada por el registro arqueológico y la arqueometría, y basándonos en los datos parciales que se extraen de las fuentes escritas, se propuso realizar una actividad intermedia de molturación, dentro de los procesos que comúnmente han sido asociados a la industria conservera antigua. La elaboración y distribución de grandes cantidades de subproductos piscícolas en el entorno del Estrecho de Gibraltar enfocados al comercio exterior en forma de *garum* y de sus derivados, supone a su vez la existencia de un complejo organigrama estructural de las factorías acorde a la fuerte demanda del exterior, entendida ésta última como la producción de lo que parece ser un amplio abanico de posibilidades culinarias ofrecidas por los diferentes ingredientes atribuidos al *garum*. La producción de la fracción líquida del *garum* conlleva la existencia de una parte mayor de residuo semisólido –*hallec*- que, de la misma manera, se comercializa junto a otros subproductos como alimento de menor calidad, cuyos ingredientes y grado de depurado podrían variar incluso en la cadena productiva de una misma factoría. Entendemos que la polivalencia de los molinos rotatorios se vería reflejada en el uso de los mismos para el depurado o refinado de las pastas o residuos semisólidos del pescado para ofrecer así diferentes calidades de acabado de cara al comercio y facilitar, al mismo tiempo, la deglución, haciendo del *hallec* un condimento más agradable al paladar.

La puesta en marcha de la arqueología experimental, actividad que paralelamente están llevando a cabo investigadores del grupo de Ingeniería y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Cádiz para el estudio del *garum* [3,4], se ha realizado con los productos procedentes de piletas de salazón y de los desecados, con los que al sol se realiza la práctica de molturación para comprobar la viabilidad de los procesos y el resultado de cada uno de ellos. Para realizar la actividad se han seguido los siguientes pasos: Creación de piletas a escala

con *opus signinum*, siguiendo los patrones de la Antigüedad; el empleo de material similar al original para elaboración de los molinos romanos de esta zona geográfica, la recreación de entorno haliútico a través de la realización de las piletas, además de su cubierta madera y ramas dispuestas al aire libre. Del mismo modo, se debe considerar la estacionalidad, el clima y otros parámetros, como el tiempo de fermentación y las labores a realizar durante la misma. Igualmente, se analizan las fuentes antiguas para conocer tanto las recetas como los procesos de elaboración de los diferentes productos alimentarios, además de los trabajos desempeñados en la *cetariae*, considerando, además, las experimentaciones en la investigación y el funcionamiento de la industria actuales.

Una vez desecado el pescado, por un lado, y separado el liquamen del *hallec*, por otro, debemos cerciorarnos de las posibilidades de uso de los molinos con este tipo de productos. Primeramente, para la elaboración de la harina se ha desmenuzado el pescado desecado para facilitar su inclusión en el molino rotatorio. Este hecho hace plantearnos la posibilidad de que durante la producción a gran escala dentro de las instalaciones de una *cetaria*, se llevase a cabo un proceso intermedio de desmembrado o machacado del pescado previo a la molturación.



Figura. Proceso de elaboración experimental del molino rotatorio

En ambos casos, tanto después del proceso resultante de la elaboración de harina como de la depuración de la pasta de pescado, se ha procedido a la recuperación de los restos albergados en las oquedades del molino creado por nosotros, tal como ocurriera en los casos estudiados arqueométricamente. La presencia de oquedades más o menos grandes en la roca ha permitido la conservación de algunos restos óseos en condiciones similares a los residuos arqueológicos analizados. A raíz de los resultados de la experimentación arqueológica se puede realizar una lectura mediante la cual se confirma plenamente el empleo de los molinos rotatorios en entornos haliúticos para la molturación de pescado. A la vez no se descartan de ninguna manera las dos opciones en estas páginas planteadas: tanto la posibilidad de elaboración de harina a base de residuos secos como la depuración de pasta de pescado, a base de residuo semisólido, parecen factibles dentro de la industria conservera de época romana. Aunque los fines de algún modo no quedan muy claros, se podría sugerir en el primero de los casos –harina– un empleo múltiple para la elaboración de cebos, alimento para el ganado terrestre y peces de viveros, así como para un posible consumo humano. En el segundo de los casos –residuo semisólido– reiteramos la posibilidad de ofrecer al consumidor diferentes grados de acabado de un producto asociado al *hallec*, cuyo depurado mejoraría las características organolépticas del mismo y, probablemente, podría integrarse en una categoría o calidad intermedia entre el *liquamen* y el *hallec* sin depurar.

Nuestro cometido encarna las primeras fases de un proceso que iremos desarrollando en el futuro. Estos procesos embrionarios nos han sido útiles para comprender de primera mano la complejidad que supondrían los procesos de fermentación del pescado, el control de las condiciones ambientales y las más que posibles variables de productos empleados en función de los recursos que el mar ofrecía y que fueran aprovechables para tales fines. Aun desconociendo parte de las fases intermedias que se llevarían a cabo desde el momento de la pesca/limpieza/maceración hasta el envasado para la comercialización final, hemos podido comprobar que la presencia de los molinos rotatorios en las *cetariae* haría posible alguno de los apartados del procesado que hemos comentado. Se ha visto factible la acción tanto de molienda de pescado desecado, como de pescado sometido a una fermentación previa, que darían como resultado dos productos con fines seguramente distintos.

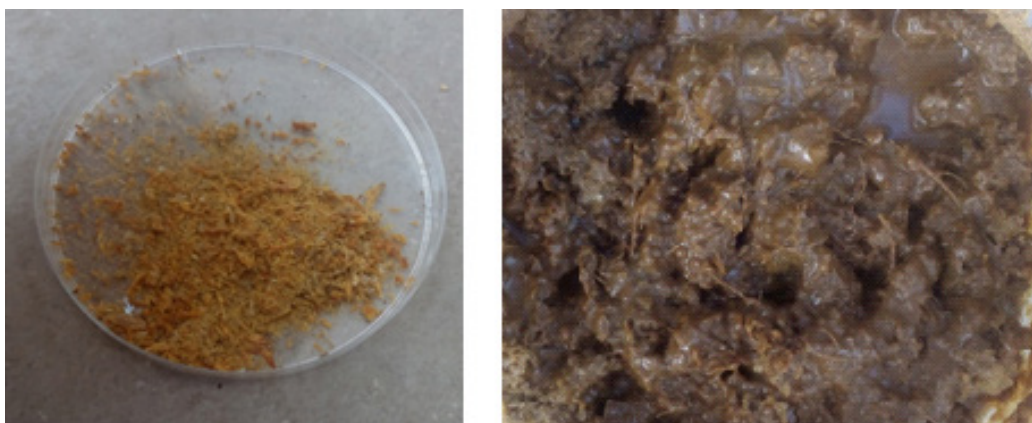


Figura. Proceso de elaboración experimental de harinas de pescado y de depurado del *hallec*

Referencias

- [1] D. Bernal, S. Domínguez Bella, “Colorantes y pigmentos en las Pesquerías Hispanorromanas”, *CuPAUAM*, 37-38 (2011-12), 671-685.
- [2] S. Grainger “Roman fish sauce: Fish bones residues and the practicalities of supply”, *Archaeofauna*, 22 (2013) 13-28.
- [3] E. García Vargas, D. Bernal, V.M. Palacios Macías, V. M.; A. Roldán Gómez, A. Rodríguez Alcántara, J. Sánchez García, “*Confectio Gari Pompeiani*: procedimiento experimental para la elaboración de salsas de pescado romanas”, *SPAL*, 23 (2014) 65-82.
- [4] V.M. Palacios Macías, E. García Vargas, D. Bernal Casasola, A. Roldán Gómez, A. Rodríguez Alcántara, J. Sánchez García, “Conservas antiguas y gastronomía contemporánea”, en *Un Estrecho de conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa*, D. Bernal; J.A. Expósito; L. Medina y J.S. Vicente-Franqueira (eds.), Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, pp. 88-105.

EL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO DE LA CALETA Y SU ENTORNO (CÁDIZ): PUERTOS Y PECIOS VERTEBRADORES DE UNA CIUDAD Y UN TERRITORIO. (HAR2016-79387-P)

Pérez-Reverte Mañas, Carlota⁽¹⁾; Gómez Muñoz, Soledad⁽²⁾; Delgado Acedo, Francisco⁽³⁾; Padrón Reyes, Lilyam⁽⁴⁾; Pajuelo, Moreno, Vicente⁽⁵⁾; Pastrana, Lydia⁽⁶⁾.

Universidad de Cádiz

⁽¹⁾ carlotapreverte@gmail.com

⁽²⁾ sole.gomezmunoz@alum.uca.es

⁽³⁾ frandelgadoalcedo@gmail.com

⁽⁴⁾ lilyam.padron@uca.es

⁽⁵⁾ vicentepajuelo@hotmail.com

⁽⁶⁾ lydiapastranajimenez@gmail.com

Palabras Clave: Arqueología, Cádiz, Arqueología Subacuática, Caleta.

Resumen

La Caleta constituye el extremo occidental del antiguo canal Bahía – Caleta, un elemento esencial en la configuración de la paleotopografía portuaria gaditana. La progresiva colmatación de este canal originó dos amplias ensenadas, una abierta a la bahía de Cádiz, hoy día bajo la ciudad y el puerto actual y, por lo tanto, de muy difícil estudio arqueológico, y otra, abierta al océano, que actualmente aún permanece visible, a pesar de las profundas modificaciones fruto de la actividad antrópica y los fenómenos naturales, como, por ejemplo, la variación de la línea de costa.

Ambas ensenadas constituyeron lugares de fondeo y atraque de las embarcaciones que desde época fenicia y, durante siglos, han condicionado la historia de la ciudad y su territorio. Los numerosos restos arqueológicos y pecios localizados en la Caleta son testimonio indiscutible de esta actividad.

El interés arqueológico en esta zona se intensifica especialmente a partir de finales del siglo XIX, con un aumento notable de las extracciones (no siempre legales) y las investigaciones a este respecto. Aunque son varios los artículos y estudios realizados y publicados en torno a La Caleta, con frecuencia recogen actuaciones puntuales y superficiales. Sin embargo, para comprender en su totalidad la importancia, características, condiciones e implicaciones de esta zona en relación con su territorio y su contexto histórico y social, es imprescindible una visión global y multidisciplinar.

El Contexto Arqueológico Subacuático de la Caleta y su entorno (Cádiz): Puertos y Pecios vertebradores de una ciudad y de un territorio, (HAR2016-79387-P) parte de la recuperación, sistematización y análisis de las dispares informaciones existentes, generando un proyecto de investigación global sobre un espacio marítimo que presenta una clara unidad geográfica y antropológica y que desde la Antigüedad ha mantenido una funcionalidad náutica, condicionando la historia de la ciudad y su entorno.

Las informaciones obtenidas en el medio subacuático, conjuntamente con las que desde hace décadas viene aportando la arqueología terrestre, nos permitirán tener un conocimiento más profundo de la evolución histórica de una ciudad que, por haber sido puerto de contacto con América, con África y con el Mediterráneo, influyó históricamente en un ámbito geográfico nacional e internacional.

El proyecto pretende situar a los pecios en su contexto tanto físico como histórico en relación a tierra firme, pero estudiando la historia de la ciudad desde una óptica náutica. También considera y analiza el marco paleotopográfico, dadas las importantes modificaciones que ha experimentado la zona. Desarrollado por un equipo multidisciplinar de investigadores compuesto por geógrafos, historiadores y arqueólogos terrestres y subacuáticos de distintas instituciones, entre los que se encuentran numerosos investigadores junior, este proyecto ha comenzado a inicios de 2018 con una serie de actividades relacionadas con la investigación en archivos y documentación histórica, que se completarán, próximamente, con las campañas subacuáticas a realizar a finales de 2018 y en 2019.

NO ES EXÁCTAMENTE UNA PECERA. EL VIDRIO EN CONTEXTOS PESQUERO-CONSERVEROS DE ÉPOCA ROMANA

Retamosa Gámez, José Alberto

Contratado FPI por la Universidad de Cádiz y miembro del Grupo de Investigación
PAI HUM-440, jose.retamosa@uca.es

Palabras Clave: Arqueología, Cultura Material, Bética Romana, Vidrio, Haliéutica, Garum

El presente póster establece los objetivos e hipótesis iniciales de los que partirá la investigación en la que se centrará nuestra tesis doctoral, versada en el estudio del vidrio y su funcionalidad en relación con los contextos pesquero-conserveros de época romana, teniendo cabida su uso dentro de esta industria y fuera de la misma como medio de envase y transporte de productos marinos, así como el empleo del vidrio como recipiente en contextos relacionados con el consumo de los mismos. Dicha tesis se realiza dentro del marco del proyecto “Pesquerías y artesanado haliéutico en el *Fretum Gaditanum* (II). Determinación de ingredientes y arqueología experimental (Procesos de producción, envasado y envejecimiento)” (HAR2016-78691-P), dirigido por el doctor Darío Bernal Casasola (IP1) y el doctor Víctor Palacios Macías (IP2), de la Universidad de Cádiz.

La alta actividad pesquero-conservera registrada en el Estrecho de Gibraltar a lo largo de la antigüedad nos lleva a comprobar si en algunos de los centros productivos salazoneros más importantes, destacando las ciudades de *Ivlia Traducta* (Algeciras) y *Baelo Claudia* (Ensenada de Bolonia, Tarifa), se han documentado elementos vítreos asociados a niveles de uso de las factorías, cosa que conocemos, y si es posible identificar elementos que relacionen determinadas manufacturas elaboradas en vidrio con productos marinos concretos y, a partir de esta identificación, comprobar si puede darse una relación entre la producción de estos envases vítreos y las factorías que los emplean, como conocemos que sucede en el caso de las ánforas, a veces producidas por los mismos propietarios de las instalaciones salazoneras[1].

Para trabajar en la veracidad de estas posibilidades es necesaria una revisión de carácter bibliográfico enfocada en la búsqueda de posibles análisis y comentarios que se hallan realizado acerca de la presencia de vidrio en contextos pesquero-conserveros romanos, tanto en publicaciones de carácter general acerca de esta industria y el estudio de su cadena operativa como en otros trabajos centrados en la documentación del material arqueológico hallado en yacimientos y excavaciones concretas, sobre todo aquellas localizadas en el espacio geográfico al que limitamos nuestro estudio.

A partir de dicha revisión es imprescindible la creación de una base de datos que, posteriormente, podamos emplear para cotejar el registro bibliográfico con la realidad material depositada en museos y otras instituciones e instalaciones donde puedan hallarse los vestigios vítreos de interés para nuestro trabajo, los cuales estudiaremos a partir de los permisos pertinentes. Este acercamiento a la cultura material se estructura en base a, primero, un análisis puramente tipológico de los vidrios que mediante la documentación gráfica de los mismos (dibujo arqueológico, fotografía y otros medios de digitalización) nos permita estudiar las formas documentadas y la existencia o inexistencia de una relación entre unos tipos concretos y los contextos a los que se asocian; segundo, el análisis de la composición de las pastas vítreas con medios propios del estudio arqueométrico (microscopía electrónica de barrido, análisis químico cuantitativo de elementos mayores mediante EMPA, análisis de elementos traza mediante ICPMS, entre otros), lo que nos permitirá establecer una conexión entre las áreas de producción y consumo de los vidrios; y, tercero, un análisis de posibles restos del paleocontenido de los recipientes vítreos (análisis de residuos orgánicos) con el fin de poder confirmar o desmentir que los elementos de vidrio tuvieron un uso como medio de almacenaje, preparación o servicio de productos marinos.

Los primeros avances en la investigación nos llevan a seguir pensando que, al menos en algunos casos, es posible establecer una relación entre el uso del vidrio y el envase de productos marinos. Desde la bibliografía, encontramos autores que defienden el uso de un tipo concreto de vidrio, la botella prismática cuadrangular Isings 50/AR 156 como posible contenedor para transporte o conserva de *salsamenta*[2], así como sabemos que se han producido hallazgos de vidrios en espacios salazoneros del Estrecho de Gibraltar y que aún no hemos podido publicar.

Siguiendo la estela del célebre texto de Plinio “El Viejo” acerca del uso de arenas en la producción de vidrio en *Hispania*[3], testimonio que ha sido y sigue siendo parte del debate de los investigadores de la materia, comprobamos que el espacio del Golfo de Cádiz posee en parte de su costa depósitos de arenas que, si bien necesitan un aporte de CaO, pueden emplearse como materia prima para la producción de vidrio bruto o frita[4], aunque a día de hoy el testimonio arqueológico no permite confirmar esta hipótesis. Este vacío en el conocimiento incrementa la necesidad de estudiar los vidrios documentados en el *Fretum Gaditanum*, tanto su tipología como su composición, pues sólo contamos un trabajo que haya realizado un análisis arqueométrico de vidrio romano hallado en *Gades* en busca de su procedencia[5]. La posibilidad de estudiar los vidrios asociados a contextos pesquero-conserveros permite aumentar el número de estudios de este tipo localizados en el área geográfica mencionada y, a su vez, comprobar la viabilidad de la hipótesis acerca de la producción de vidrio en fase primaria en el Sur de *Hispania* y, de darse, su relación con los productos marinos.

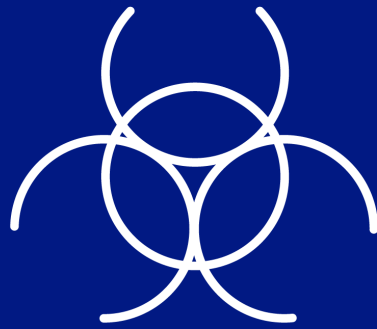
No podemos establecer conclusiones para aquella materia de estudio que sigue abierta. En su lugar, nos reafirmamos en la necesidad de continuar con la búsqueda de registros de hallazgos de vidrio en los trabajos y memorias de excavación de estructuras romanas relacionadas con la producción pesquero-conservera. Sólo a partir de esta búsqueda exhaustiva podremos acercarnos a la cultura material para realizar los análisis pertinentes.

Una vez superados estos estadios de la investigación, podremos comprobar si los fundamentos de las hipótesis que hemos lanzado han sido acertados en mayor o menor medida, y nos permitirá avanzar hacia otros estudios relacionados tanto con la producción de *salsamenta* como con el comercio y consumo del vidrio en diferentes niveles, tanto en la escala social como en el área geográfica.

Referencias

- [1] R. I. Curtis, *Garum and Salsamenta. Production and Commerce in Materia Medica*. Leiden, E. J. Brill Editors, 1991, p. 56.
- [2] M. J. Almagro Gorbea, M., E. Alonso Cereza, *Vidrios antiguos del Museo Nacional de Artes Decorativas*. Madrid, Real Academia de la Historia, 2009, p. 98.
- [3] Plinio El Viejo, *Historia Natural*, XXXVI, 194.
- [4] D. Brems, P. Degryse, F. Hasendoncks, D. Gimeno, A. Silvestri, E. Vassilieva, S. Luypaers, J. Honings, Western Mediterranean sand deposits as a raw material for Roman glass production. *Journal of Archaeological Science*. 39-1 (2012), p. 49
- [5] S. Domínguez Bella, G. Jurado Fresnadillo, in *Avances en Arqueometría*. J. Martín Calleja, M. J. Feliú Ortega y M. C. Edreira Sánchez (Eds.), Cádiz, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 2003, pp. 129-137.

3.5. Las ingenierías y el mar



INNOVACIONES DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA EN FRENTES MARÍTIMOS: LOS CURSOS “IN EXTREMIS”

López-Arquillo, Juan Diego

Tesela Materials, Innovation and Heritage, Spin-Off of the University of Granada

E-mail: jdla@teselainnova.com; web: <http://www.teselainnova.com>

Palabras Clave: docencia, arquitectura, ingeniería, waterfronts, proyectos arquitectónicos.

La tradicional adaptación de las poblaciones humanas a los diferentes entornos marítimos y costeros del planeta se ha podido producir por una adecuación en las técnicas constructivas a un entorno inhóspito e inestable por su alteridad con el que, más que una relación de adecuación, se establece una supervivencia técnica basada en la elección de técnicas y materiales, disponibles en las zonas y con un destino edificatorio basado en el *utilitas* y en la *firmitas* en mucha mayor medida que la *venustas*, según la terminología clásica de los principios arquitectónicos. Solo las poblaciones y culturas establecidas en climatologías de litorales compatibles con una vida humana culturalmente normalizada se ha permitido una arquitectura representativa, un proceso de proyecto que permite la postergación de la cualificación térmica o hídrica de la edificación resultante, en pro de una arquitectura representativa y distélica.

Actualmente, los nuevos trasiegos de población del ámbito rural hacia ciudades en una expansión exponencial y la ganancia de terreno frente al mar –bien por supervivencia, bien por mero vacío exhibicionismo- están forzando la colonización de nuevas zonas costeras, tradicionalmente poco aptas para edificar tanto por las dificultades técnicas –ahora resueltas con las nuevas potencialidades de la mecánica de suelos y nuevos materiales- como por el riesgo social y programático de hacer crecer casi hasta el infinito un modelo de ciudad socialmente poco equilibrada e injusta. Por si fuera insuficiente, se vive además en una incertidumbre en cuanto que a lo que el futuro nos depara en cuestión del clima y las temperaturas que predominarán en el planeta en las próximas décadas y la afectación que tendrá a los contornos litorales. Sea cual sea el futuro climático de nuestro planeta, los próximos años serán pues fundamentales para definir los rumbos por los cuales habremos de orientar nuestros esfuerzos a fin de crear ciudades y arquitecturas inteligentes, lógicas, adaptadas a su tiempo y a su contexto de climas y temperaturas extremas, respetando un medio que seguramente no nos respetará a nosotros.

La siempre presente globalización ha deslimitado las siempre frágiles fronteras de territorios en los que el proyecto de arquitectura e ingeniería en entornos costeros había de subyugarse a los requerimientos de una edificación dispuesta para posibilitar la supervivencia del habitante de zonas inhóspitas, bien por su naturaleza, bien por la eventualidad de una catástrofe natural. El acercamiento a estas condiciones suele producir en el estudiante de arquitectura e ingeniería superior –pues son los itinerarios con posterior capacidad técnica y legal para el desarrollo de proyectos- una obnubilación –lógica- por la potencia de los fenómenos naturales en el litoral, dando respuestas inapropiadas que segregan la realidad tecnológica de respuesta de las propuestas de proyecto.

Entre los cursos 2013-2014 y 2015-2016 se desarrollaron en el Centro Mediterráneo de posgrado de la Universidad de Granada una seriación de cursos, de denominación “In Extremis” cuyo sentido docente se fundaba sobre la atención a una concatenación de conferencias sobre los diferentes aspectos de la edificación y el planeamiento urbano en el clima extremo costero, con la innovación docente de una experiencia personal de la rudeza de ese clima litoral mediante visitas a zonas de ultraexposición y a elementos de arquitectura e ingeniería que se han edificado en semejantes lugares.

El objetivo general de estos cursos es formar a los alumnos en unas capacidades que no se explicitan en las enseñanzas técnicas de la arquitectura y el urbanismo de las Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura y de Ingeniería de caminos, canales y puertos. La metodología de los mismos es la experimentación combinada de las exposiciones teóricas de cada escala de estudio teórico, con las siguientes líneas:

1. Practicar la urbanística en dichos entornos con conciencia ecológica y colectiva
2. Proyectar en edificación con certeza de las técnicas a incorporar.
3. Reconocer los proyectos realizados con anterioridad en estos entornos.
4. Enfrentarse con prudencia personal a entornos radicales con peligro vital en ciertas condiciones.
5. Yuxtaponer cultura arquitectónica y medio ambiente no urbano.

Las exigencias técnicas en los procesos de urbanización y edificación influyen en la determinación de las estrategias a desarrollar en un proyecto de arquitectura y están fuertemente condicionadas por el medioambiente y localización, lo que podemos denominar: el lugar. Los datos de partida, condiciones medioambientales, funcionales, culturales, económicas, etc. afectan con distinta magnitud a las decisiones de proyecto, conduciéndote a reflexiones que construyen el problema a resolver. En el caso de la edificación en ámbitos del litoral, el medioambiente y el mantenimiento material adquieren un peso específico en la idea, desarrollo, construcción y vida de un edificio. Para dar respuesta a las siguientes preguntas de proyecto: ¿qué papel juega el clima en la forma, apariencia y materialización de la arquitectura?, ¿qué grado de autonomía respecto al medio es necesaria?, ¿qué estrategias proyectuales poner en marcha en situaciones con condiciones costeras extremas? se proponía un análisis sobre la naturaleza del lugar y las exigencias técnicas a los sistemas –constructivos y de instalaciones- y materiales, a partir de referencias singulares de obras en estos ambientes, con presentaciones explícitas al alumnado sobre las siguientes materias que, finalmente, sirvieron como publicación de recomendaciones proyectivas y soluciones constructivas en el entorno costero:

1. Causas y justificaciones de la ordenación urbana (morfología y funciones).
2. Técnicas constructivas resistentes al entorno marino.
3. Ejemplos piezas clave de arquitecturas e ingeniería representativas.
4. Ordenación urbanística sostenible y de respeto marino

Desde el estudio de esos bordes conceptuales del litoral en los que tradicionalmente ha sido y es difícil el acto de edificar, se realizaron durante tres cursos consecutivos cursos de posgrado monográficos de duración comedita, con el resultado contrastado de la experiencia real del clima extremos referido: el clima de la extrema humedad y estabilidad térmica de lo tropical, el clima húmedo y cambiante de los humedales y la ultraexposición a los agentes marinos.

Tras estas experiencias facilitadas en cursos dinámicos y prácticos, para hablar, genéricamente, de proyectar, pensar y construir en situaciones extremas, se organizó media jornada de propuestas proyectivas en los entornos estudiados, sobre la alternancia establecida entre historiografía de la arquitectura en esos climas, visitas a proyectos realizados sobre el papel o sobre el terreno, y con rutas que hagan experimentar la dureza del lugar y su estación extrema. En esta jornada, las conclusiones fueron tajantes, llegando el alumno a aprehender la realidad de un territorio que es mucho más que un lugar codificado por un clima extremo, con planteamientos de proyecto multiescalares.

Las localizaciones elegidas fueron entornos en los que experimentar dicha cualidad substancial a estudiar, y crear un breve espacio de investigación, trabajo, información y encuentro que permita maximizar la visibilidad de Arquitecturas e ingeniería en climas extremos. El programa de cada uno de los cursos proponía desvelar autores y proyectos de interés realizados por arquitectos e ingenieros españoles antes y ahora, evidenciando que la exigencia técnica, térmica e higrotérmica bajo extremos no está reñida con sistemas de proyecto contemporáneos y respuestas generalistas y sostenibles.

Agradecimientos

Al personal del Centro Mediterráneo de posgrado de la Universidad de Granada, en especial a su secretaria técnica Sagrario Fernández Teba, y al profesor Miguel Ángel Graciani Rodríguez, por el apoyo de ambos.

Referencias

[1] <https://canal.ugr.es/convocatoria/curso-in-extremis-arquitectura-y-urbanismo-en-alta-montana/>

URBAN WASTEWATER TREATMENT WITH MICROALGAE FOR ENERGY PRODUCTION: EFFECT OF HRT IN BIOMASS PRODUCTIVITY AND COMPOSITION

Melo, Andreia ⁽¹⁾; Navarro, Elena ⁽²⁾; Lapa, Nuno ⁽¹⁾; Perales, José António ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Ciências e Tecnologias da Biomassa,
asd.melo@campus.fct.unl.pt

⁽²⁾ Universidad de Cádiz, Instituto Universitario de Investigación Marina

Key Words: Wastewater treatment, microalgae, Hydraulic Retention Time, Bioenergy.

Abstract

The main purpose of the present study is the treatment of urban wastewater with a Natural Bloom from a wastewater treatment plant. During the experiment, different Hydraulic Retention Times (HRT) were tested in order to determine its influence on nutrient removal kinetics and biomass productivity and composition. For instance, biomass content in lipids, carbohydrates, and proteins as well as its elemental composition are going to be analysed in order to predict the production of biodiesel, bioethanol, biogas and biohydrogen as well as other added value compounds.

Introduction

Anthropogenic activities generate a great amount of wastes that are discharged into water bodies with great impact in water quality and marine ecosystems. Wastewater treatment plants (WWTP) are designed to remove organic matter (COD and BOD), suspended solids, nutrients, pathogens, and toxicity in order to remediate these effluents before their discharge in the environment without further effects in water bodies [1]. The removal of nutrients, mainly dissolved nitrogen (N) and phosphorous (P) is an important step in WWTP. The discharge of these compounds into sensitive water bodies leads to eutrophication by stimulating the growth of unwanted microalgae and aquatic macrophytes [2;]. Since 1991 the European Union has directive lines for concentration limits of N (10-15 mg/L) and P (1-2 mg/L) in urban treated water before its discharge in areas sensitive to eutrophication [3].

Wastewater treatment using microalgae is considered as a viable integrated system since it combines water treatment with the production of biomass. The culture of microalgae in wastewaters is an opportunity to reduce their nutrient and organic load and at the same time producing biomass that can be used for energy production, biofertilizers and other added value compounds [4]. In this sense, the use of wastewaters for cultivation of microalgae provides the nutrient input for culture growth as these effluents are rich in N and P [5]. An important issue in wastewater treatment with microalgae is to assure the efficiency of the processes not only in terms of nutrient removal but also in biomass productivity.

Many species of microalgae can grow in wastewater due to their capacity to efficiently utilize the inorganic nitrogen and phosphorus present in this medium [6]. The main advantages of the use of microalgae in wastewater treatment are related to the minor complexity and cost when compared with conventional treatment. Besides, it is an opportunity to recover those compounds in a cost-effective manner. An energetic balance made by Menger-Krug and her team [7] shows that integrating microalgae systems in WWTP can considerably improve energetic balances of the installation without any external resource input.

Methodology

The Natural Bloom were obtained from the ALLGAS project experimental photobioreactors at the wastewater treatment plant of “El Torno” in Chiclana de la Frontera (Cádiz, SPAIN). The biomass growth was conducted in six photobioreactors of 1,5L fed with raw wastewater from the same WWTP. The effluent was filtered by 1µm before inoculation. The experiment was conducted under controlled conditions of light (81 µmol.m⁻². s⁻¹) and agitation (60 rpm).

In a first stage the reactors were all operated under the same conditions in a batch experiment to evaluate the biomass growth and nutrient removal kinetics. When the reactors reached stationary phase, they started to be daily fed in a semi-continuous operation. At this stage each reactor was operated at a different HRT but with the same cell retention time (SRT). For that purpose, a membrane microfiltration system was used enabling the retention of the biomass in the reactor and the removal of the treated water.

Results and Discussion

As shown in figure 1 the biomass productivity increases as HRT decreased. Among the different HRT tested the one with the highest biomass productivity was the reactor 6, with a HRT of 1.5 days (202 mg SS L⁻¹d⁻¹). Concerning the settleability of biomass it was observed that as HRT decrease higher was the fraction of biomass that did not form flocs (Table 1). This can be observed in figure 2 where the reactors were presented in increasing order of HRT.

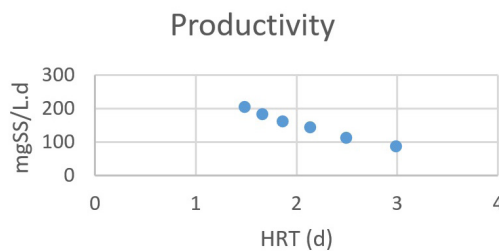


Figure 1. Productivity (mg L⁻¹d⁻¹) vs HRT

Table 1. Configuration of the photobioreactors and percentage of decantability

| Reactor | PBR1 | PBR 2 | PBR 3 | PBR 4 | PBR 5 | PBR 6 |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SRT (d) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| HRT (d) | 3 | 2,5 | 2,14 | 1,86 | 1,67 | 1,5 |
| Decantability (%) | 54,9 | 59,4 | 39,0 | 32,3 | 3,0 | 13,6 |



Figure 2. Reactors used in the experiment. From left to right in decreasing order of HRT.

Conclusion

From the preliminary results, it is possible to understand that an independent control of the HRT and SRT it is beneficial for the biomass productivity and decantability. Working with a lower SRT: HRT ratio not also affects the productivity of the reactors but also the decantability making it easier to harvest the biomass. For more accurate conclusions it is necessary to analyse the biomass in order to understand how its composition change with the application of different feeding regimes.

References

- [1] Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A.A., Ibraheem, I.B.M., 2012. Microalgae and wastewater treatment. Saudi Journal of Biological Sciences. 19, 2012, pp. 257-275
- [2] Abel, P.D. (2002). Sources and Effects of Water Pollutants. In Taylor and Francis (Eds.), Water Pollution Biology. (pp.29-65). New Fetter Lane, London
- [3] DIRECTIVE 98/15/EEC of 27 February 1998 amending Council Directive 91/271/EEC with respect to certain requirements established in Annex I thereof. Official Journal of the European Union. L 67/29.
- [4] Ji, Min-Kyu, Yun, Hyun-Shik, Park, Sanghyun, Lee, Hongkyun, Park, Young-Tae, Bae, Sunyoung, Ham, Jungyeob, Choi, Jaeyoung, 2015. Effect of food wastewater on biomass production by a green microalga *Scenedesmus obliquus* for bioenergy generation. Bioresource Technology. 179, 2015, pp. 624-628
- [5] Álvarez-Díaz, P.D, Ruiz, J., Arbib, Z., Barragán, J., Garrido-Pérez, M.C., Perales, J.A, 2015. Wastewater treatment and biodiesel production by *Scenedesmus obliquus* in a two-stage cultivation process. Bioresource Technology. 181, 2015, pp. 90-96
- [6] Álvarez-Díaz, P.D, Ruiz, J., Arbib, Z., Barragán, J., Garrido-Pérez, M.C., Perales, J.A, 2017. Freshwater microalgae selection for simultaneous wastewater nutrient removal and lipid production. Algal Research. 24, 2017, pp.477-485
- [7] Menger-Krug, E., Niederste-Hollenberg, J., Hillenbrand, T., Hiessl, H., 2012. Integration of Microalgae Systems at Municipal Wastewater Treatment Plants: Implications for Energy and Emission Balances. Environmental Science & Technology. 46, 2012, pp. 11505-11514

ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS DE UN BUQUE EN RADIOCOMUNICACIONES

Rey Charlo, Raquel Esther ⁽¹⁾; Piniella Corbacho, Francisco ⁽²⁾

⁽¹⁾ Afiliación del autor 1, raquelester.rey@uca.es

⁽²⁾ Afiliación del autor 2, francisco.piniella@uca.es

Palabras Clave: deficiencias radiocomunicaciones, MoU de Paris, Inspecciones, radiotelegrafista, seguridad marítima, globalización.

Abstract

La importancia de las inspecciones para la seguridad marítima y para la prevención de la contaminación marítima, se llegó después de un largo proceso. Esto tuvo como consecuencia la creación del Control del Estado Rector del Puerto como una forma más de inspección marítima, el cual, tiene por finalidad asegurar que los buques extranjeros que lleguen a los puertos cumplan con unas condiciones, equipación y competencia del personal adecuadas a las normativas impuesta en el Acuerdo entre Administraciones Marítimas en el Memorándum de Paris.

Objetivo

Analizar las deficiencias que tienen o poseen los buques en materia de las radiocomunicaciones en las inspecciones realizadas por el propio Estado Rector del Puerto(PSC).

Metodología

Al objeto de presentar un análisis sobre la importancia de las radiocomunicaciones en la flota, se va a utilizar la base de datos de las inspecciones realizadas por los 27 estados miembros del MoU de Paris. Esta metodología nos permite obtener unos parámetros comunes y deducir un catálogo de causas y factores determinantes. Para ello, se seguirá un método progresivo fundamentado en unos módulos descriptivos y analíticos centrados en el análisis de la evolución de los déficits en materia de comunicaciones marítimas con la finalidad de obtener una visión global de los buques y registros más afectados y el análisis de la evolución de los valores de inspección de los países integrantes.

Resultados

Uno de los elementos claves de la seguridad es la supervisión de los buques por el PSC a través de sus inspecciones, la inspección inicial trata de verificar certificados, documentación, apariencia visual del buque... si no se ajustan en lo esencial a las normativas, se realizará una inspección más detallada.

El análisis y comparación de estos datos recogido de la base de datos del propio MoUs, lo que equivale a un total 809 inspecciones en 2016, 860 inspecciones en 2015, 1010 inspecciones en 2014, 1087 inspecciones en 2013 y 1217 inspecciones en 2012. Puede observarse en la siguiente gráfica la relación entre el número de inspecciones, detención y parada debido al incumplimiento en las comunicaciones.

Realizando un pequeño análisis, detrás de esas inspecciones realizadas, se nos revela claramente que, a pesar del gran número de inspecciones producidas, y de detenciones por incumplimiento de las normativas, existe un porcentaje alto de detenciones y paradas de buques debido a las comunicaciones, estamos hablando de unos 505 buques, esto equivale a un 11% de los buques inspeccionados, a priori parece poco, pero ¿cómo influye este porcentaje a la seguridad marítima, al medioambiente?

Conclusiones

Debe quedar absolutamente claro que solo un estricto cumplimiento de la reglamentación existente puede mejorar la gestión de la seguridad en los buques.

Con este estudio de las inspecciones PSC de los buques relacionados con el sector de las comunicaciones hemos podido constatar que sus mayores déficits están en relación a la edad del buque, su tipo, su registro y el puerto de inspección del país.

Se puede observar que, de los buques detenidos exclusivamente por problemas relativos a los equipos y sistemas de radiocomunicaciones del buque, aunque solo sea un 11%, y este no es un porcentaje elevado, nos lleva a plantearnos que, es un factor muy importante a tener en cuenta. Si las comunicaciones no se realizan de forma metódica y Reglamentaria sin lugar a dudas se producirán unos incrementos considerables de los niveles de siniestralidad debido a la ausencia o a factor tiempo en las comunicaciones, con el consiguiente impacto negativo del sistema medioambiental y la aún más importante referida a la seguridad de la vida humana en la mar.

Uno de los factores más importantes de los déficits de los buques analizados es la antigüedad del buque. Las oxidaciones y falta de mantenimiento en instalaciones y equipos aumentan las posibilidades de siniestralidad. Esta falta de mantenimiento se hace extensible habitualmente a los equipos y sistemas de Radiocomunicaciones del buque. Observamos en nuestro estudio que los buques detenidos, y con mayores déficits como norma habitual tienen más de 10 años

La deficiencia más destacada fue el diario de las comunicaciones, debido a las incorrecciones en el registro producidas por la información incompleta, la no anotación de la realización de pruebas de equipos, por no haber un responsable de dicha función, concluyendo que no posee un personal cualificado para las comunicaciones y por tanto incumplen con el SOLAS y con el STCW.

Otra de las deficiencias encontrado fue en la propia estación de comunicación de abordaje, incumpliendo con las normativas basándonos en el equipamiento reglamentario según la zona de navegación y su mantenimiento produciendo equipos deteriorados, cables rotos o en contacto con la estructura del buque, equipos sin funcionar o no conectado...

Todo lo relativo a la documentación lo incumplen al tener las reglamentaciones obsoletas, las licencias y los contratos caducados y las pruebas de equipos no realizadas.

Agradecimientos

A mi marido y a mis hijos por estar a mi lado, a mi gran amigo y mentor Juan Manuel y a mi tutor Paco Piniella que, sin él, este camino no lo podría realizar.

Referencias

- [1] Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida humana en el mar (SOLAS 74/78)
- [2] Reglamento de Radiocomunicaciones. Ed2016 UIT.
- [3] Cruz, J.; Piniella, F (2014), La “Compañía Trasatlántica Española”, pionera de las radiocomunicaciones marítimas españolas. Lull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y Técnicas Vol.37, (80), pp.13-43
- [4] Alcázar, JA y Piniella, F; (2002) La Prevención de Siniestros Marítimos a través del Control del Estado Rector de Puerto. Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz.
- [5] Piniella, F; Rodriguez-Diaz, E y Alcaide, JI (2014). A Comparative Analysis of Vessels Detained under the PSC Agreements of Paris, Tokyo and Viña del Mar. Journal of Shipping and Ocean Engineering 4 pp.291-306.

ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ESPECIES DE MICROALGAS ÓPTIMAS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE ACUICULTURA MARINA

Villar Navarro, Elena⁽¹⁾; Garrido, Carmen⁽²⁾; Vélez, Julia⁽³⁾; Perales, José A.⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Tecnologías del Medioambiente (Universidad de Cádiz),
elena.villar@uca.es

⁽²⁾ Departamento de Tecnologías del Medioambiente (Universidad de Cádiz),
carmen.garrido@uca.es

⁽³⁾ Julia Vélez Colmenares (CTAQUA), labs@ctaqua.es

⁽⁴⁾ Departamento de Tecnologías del Medioambiente (Universidad de Cádiz),
joseantonio.perales@uca.es

Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR)

Palabras Clave: Microalgas, efluentes, acuicultura, cinética de crecimiento, biomasa, nutrientes

La pesca y la acuicultura son una importante fuente de empleo e ingresos en la que se basan los medios de subsistencia del 10-12% de la población mundial. Además, se espera que la acuicultura siga siendo uno de los sectores alimentarios de más rápido crecimiento en el mundo [1]. Sin embargo, estas actividades deben aún afrontar desafíos importantes para que aumente la sostenibilidad de este proceso de producción: la relación FIFO (Fish-in Fish-out), la descarga de nutrientes en los efluentes de acuicultura y la sostenibilidad relacionada con la huella de carbono y huella hídrica.

El cultivo de microalgas ha estado tradicionalmente ligado a la acuicultura tanto continental como marina, debido a que las microalgas forman parte de la cadena alimentaria como productores primarios y alimentan a diferentes especies en etapas larvarias. Sin embargo, ahora juegan un papel económico cada vez más importante estando consideradas como las materias primas más prometedoras para el suministro sostenible de productos básicos (commodities), productos de valor, o uso directo [2]. También han adquirido gran relevancia en el mundo del tratamiento de aguas residuales para la reducción de las cargas de nitrógeno y fósforo de los efluentes de aguas residuales [3].

Los piensos que utiliza la acuicultura intensiva dedicada al cultivo de peces necesitan incorporar ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) ricos en omega-3 (DHA, EPA, AA, etc.). Las microalgas sintetizan estos compuestos, así como proteínas, antioxidantes, y otros compuestos de valor nutricional [2]. Por ello, hay una tendencia al alza a sustituir en los piensos de acuicultura, el omega-3 que aporta el aceite de pescado procedente de las capturas de la pesca extractiva, por los que pueden aportar otras fuentes nutritivas incluyendo las microalgas, y así resolver en parte, uno de los grandes retos de esta actividad ya que se disminuirían la actividad FIFO. Por otro lado, los efluentes de acuicultura tienen altas cargas de nutrientes, N y P, debido a la actividad biológica de los peces y a restos de pienso no consumido, cargas que son vertidas al medio natural pudiendo causar un impacto negativo en las aguas receptoras. Las microalgas, necesitan fundamentalmente junto con carbono inorgánico, N y P para su función fotosintética, y por tanto, para reproducirse en nuevas microalgas. Así pues, aprovechar las corrientes de nutrientes residuales de acuicultura para la producción de estos microorganismos, permitiría resolver otros de los grandes retos de esta actividad, ya que disminuirían las concentraciones de N y P vertidas, y al fijar CO₂, se reduciría la huella de carbono e hídrica del proceso. Por tanto, la aplicación del concepto de economía circular a la actividad acuícola, implica indiscutiblemente la producción de microalgas con las corrientes residuales de acuicultura, y la incorporación de esta biomasa o “subproducto” del proceso depurativo, en los piensos de peces.

Con la hipótesis de que es posible aplicar el enfoque de “economía circular” al sector de la acuicultura intensiva de peces, el presente trabajo tiene los objetivos de:

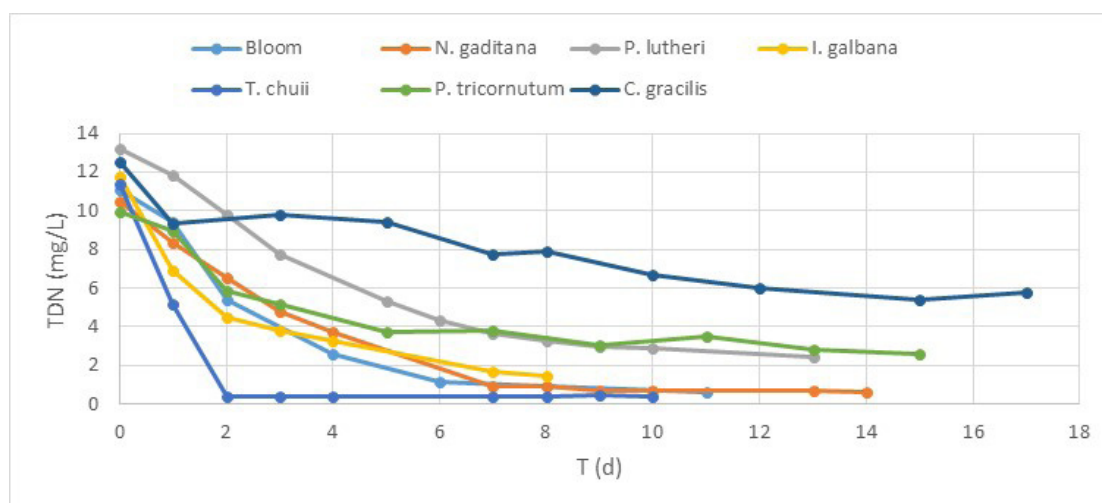
1. Estudiar la viabilidad de aplicar tecnologías de microalgas a las corrientes residuales de la acuicultura intensiva para reciclar los nutrientes de estos efluentes;
2. Estudiar la viabilidad de incorporar la biomasa microalgal obtenida en el proceso depurativo, como porcentaje de los piensos de acuicultura de peces

El trabajo que se presenta está centrado principalmente en el primer objetivo y se ha desarrollado en 3 fases:

I. Revisión bibliográfica de especies de microalgas de rápido crecimiento y consumo de nutrientes, y cuya composición bioquímica sea interesante para incorporarla directamente en los piensos de peces. Se han seleccionado 6 especies más un bloom natural obtenido de un efluente de acuicultura. Las microalgas seleccionadas en la revisión bibliográfica son especies utilizadas tradicionalmente en acuicultura y alimentación directa de peces: *Nannochloropsis gaditana*, *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Chaetoceros gracillis* y *Pavlova lutheri*.

II. Caracterización de 4 efluentes de los dos posibles sistemas que actualmente se aplican en la producción intensiva de peces: sistemas lineales, y sistemas RAS. Como sistema lineal, se caracterizó la corriente efluente de los tanques de producción de *Dicentrarchus labrax* (lubina) de la Planta de Cultivos Marinos del CASEM (Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos) (TN=1,18 mg/L; TP=0,05 mg/L). Como sistema RAS, un sistema instalado en CTAQUA (Centro Tecnológico de la Acuicultura de Andalucía) el cual cuenta con un biofiltro para nitrificación del efluente (TN=10 mg/L; TP=0,24 mg/L). El sistema RAS es el que presentó concentraciones adecuadas para aplicar directamente la tecnología de microalgas y eliminación de N y P de este efluente.

III. Estudios de la cinética de crecimiento en batch y en semicontinuo, consumo de nutrientes y productividad y calidad de la biomasa de las especies seleccionadas en la Fase I, y con efluente que simula el sistema RAS de la Etapa II. Los ensayos se realizaron en reactores tubulares de 20 litros de capacidad, en una cámara de ambiente controlado a temperatura $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e iluminación constante. Se realizó un control diario de la evolución de la biomasa (sólidos en suspensión) y del consumo de nutrientes. Finalizados todos los ensayos, se modelizó el crecimiento de la biomasa y el consumo de nutrientes, siguiendo el procedimiento de cálculo desarrollado por los autores de este trabajo [4]. Los resultados han demostrado que el alga óptima para el tratamiento de estas corrientes en función de su cinética de crecimiento y consumo de nutrientes. La gráfica siguiente muestra el consumo de nitrógeno total (TN) de los ensayos en batch. Por orden de capacidad de eliminación de nitrógeno del efluente (mayor a menor), las especies fueron: *T. chuii*, *I. galbana*, *bloom*, *P. lutheri*, *P. tricornutum* y *C. gracillis*. Asimismo, *T. Chuii* ha sido el alga de mayor productividad, lo que la hace una especie adecuada para el tratamiento de estos efluentes.



Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, Plan Nacional de I+D+i 2013-2016. Proyecto AGL2016-80507-R “*Gestión eficiente y sostenible de efluentes en acuicultura marina mediante tecnología solar*”. Acrónimo: SUNRAS

Referencias

- [1] FAO (2016). The State of World's Fisheries and Aquaculture. Roma: FAO.
- [2] Arbib, Z., Ruiz, J., Álvarez-Díaz, P., Garrido-Pérez, C., Barragan, J., & Perales, J. A. (2013). Long term outdoor operation of a tubular airlift pilot photobioreactor and a high rate algal pond as tertiary treatment of urban wastewater. *Ecological Engineering*, 52, 143–153.
- [3] Pulz O, Gross W (2004). Valuable products from biotechnology of microalgae. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 65: 635–648.
- [4] Ruiz J, Arbib Z, Álvarez PD, Garrido C, Barragán J, Perales JA (2013). Photobiotreatment model (PhBT): A kinetic model for microalgae biomass growth and nutrient removal in wastewater. *Environmental Technol.* 34(8): 979-991.

3.6. Mar y salud



VALORACIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE LA ANEMONIA SULCATA Y SU MICROALGA SIMBIONTE SYMBIODINIUM

Perazzoli, Gloria⁽¹⁾; Cabeza, Laura⁽¹⁾; Martínez, Rosario⁽²⁾; Porres, Jesús⁽²⁾; Galisteo, Milagros⁽³⁾; Ortiz, Raúl⁽⁴⁾; Jiménez-Luna, Cristina⁽⁴⁾; Alvares, Pedro⁽⁴⁾; Prados, José⁽⁴⁾; Melguizo, Consolación⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Anatomía y Embriología Humana, Centro de Investigación Biomédica, Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa, Universidad de Granada, gperazzoli@ugr.es, lautea@ugr.es

⁽²⁾ Departamento de Fisiología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos, Centro de Investigación Biomédica, Centro de Investigación Deporte y Salud, Universidad de Granada, rosariomz@ugr.es, jmporres@ugr.es

⁽³⁾ Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada, mgalist@ugr.es

⁽⁴⁾ Departamento de Anatomía y Embriología Humana, Centro de Investigación Biomédica, Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa, Universidad de Granada, raulortizquesada@gmail.com, crisjilu@gmail.com, pedro.imare@gmail.com, jcprados@ugr.es, melguizo@ugr.es

Palabras Clave: Valor nutricional, antioxidantes, microalga, *Anemonia sulcata*, *Symbiodinium*.

La *Anemonia sulcata* posee una alta calidad nutricional siendo una fuente natural de proteínas y ácidos grasos esenciales con aplicaciones en el campo de la salud y la dietética. No obstante, su aplicación en el campo de los nutracéuticos y sus posibles efectos antioxidantes están por estudiar. El objetivo del trabajo es la utilización de la *Anemonia sulcata* y su microalga simbiote del género *Symbiodinium* para la obtención de compuestos en los que analizar su valor nutricional y efecto antioxidante. La biomasa para el estudio será aportada por la empresa iMare Natural S.L. que cultiva y explota comercialmente esta especie. Se obtendrán extractos acuosos e hidrolizados proteicos determinado proteína total, perfil de péptidos (SDS-PAGE y espectrometría de masas), perfil de ácidos grasos (cromatografía gaseosa) y minerales totales. Se determinará la utilización digestiva de proteína y minerales mediante digestibilidad/dializabilidad in vitro. Se obtendrán extractos etanólicos y se determinará el contenido de polifenoles totales componentes individuales. La actividad antioxidante se analizará mediante DPPH y ABTS y actividad inhibidora de peroxidación lipídica. También se determinará la capacidad antioxidante y anti-apoptótica frente a distintas condiciones de estrés oxidativo (líneas celulares HT-29 y HepG2) y actividad de enzimas antioxidantes catalasa, glutathion peroxidasa y superóxido dismutasa. Detección de ROS y expresión génica y proteica de DMT1, ZnT1, UCP-2, Tiorredoxina, Bcl2 y Bax. A partir de estos estudios esperamos ser capaces de obtener un extracto o aislar componentes o grupos de componentes con capacidad antioxidante y/ o alto valor nutricional con aplicación en el campo de la salud.

4. Sesión Proyectos CEI·MAR

DE *BAELO CLAUDIA* (BOLONIA) A *SEXI FIRMUM IULIUM* (ALMUÑÉCAR). ANÁLISIS DEL COMERCIO MARÍTIMO A PARTIR DE LOS CONTEXTOS CERÁMICOS

Macarena Bustamante-Álvarez

Elena H. Sánchez López

Universidad de Granada

Baelo Claudia y *Sexi Firmum Iulium* fueron dos municipios portuarios vitales para el tránsito de personas y mercancías en el Círculo del Estrecho. En ambos se estableció una pujante industria salazonera cuyos vestigios arqueológicos son parcialmente visibles. Las investigaciones previas de estos dos enclaves han pivotado en un método tradicional que no ha atendido lo suficiente al registro cerámico. Este proyecto intenta demostrar tres hipótesis de partida: que la cerámica es vestigio fiel de los contactos económicos; que es testigo parlante de los modos productivos y de la cotidianeidad del artesanado alimentario haliéutico y que un estudio estadístico comparativo entre dos municipios cercanos del *Conventus Iuridicus Gaditanus*, pero bañados por dos corrientes marinas distintas, podría dar pautas de comportamiento comercial diverso. Los resultados obtenidos se compararán con otros puntos del Mediterráneo en donde algunos miembros del grupo de investigación han implementado similares estudios caso de Pompeya (Italia) o Tamuda (Marruecos), aportándose así una visión brudeliana del tándem salazones y cerámicas. Para su consecución se aplicará un novedoso método de carácter trasversal e interdisciplinar para la definición arqueológica de los contextos cerámologicos, técnica hasta el momento no implementada en consonancia de ambos enclaves.

PROPIEDADES ANTIPROLIFERATIVAS DE EXTRACTOS DE ANEMONIA SULCATA/MICROALGA SIMBIONTE SYMBIODINIUM EN CÁNCER DE COLON

Cabeza, L. ⁽¹⁾; Perazzoli, G. ⁽¹⁾; Martínez, R. ⁽²⁾; Porres, J. M. ⁽²⁾; Galisteo, M. ⁽³⁾;
Ortiz, R. ⁽⁴⁾; Jiménez-Luna, C. ⁽⁴⁾; Alvares, P. A. ⁽⁵⁾; Prados, J. ⁽⁶⁾; Melguizo C. ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Instituto Biopatología y Medicina Regenerativa, Centro de Investigación Biomédica,
Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada, SAS-Universidad de Granada,
Dpto. de Anatomía y Embriología Humana, Facultad de medicina,
Universidad de Granada.

Lauracabeza86@gamil.com, Perazzoli@ugr.es

⁽²⁾ Departamento de Fisiología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos,
Centro de Investigación Deporte y Salud, Universidad de Granada, Granada, España.
Rosariomz@ugr.es, Jmporres@ugr.es

⁽³⁾ Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada,
Granada, España. Mgalist@ugr.es

⁽⁴⁾ Instituto Biopatología y Medicina Regenerativa, Centro de Investigación Biomédica,
Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada, SAS-Universidad de Granada,
Dpto. de Anatomía y Embriología Humana, Facultad de medicina,
Universidad de Granada.

roquesa@ugr.es, Crisjilu@ugr.es

⁽⁵⁾ iMare Natural S.L. Pedro.imare@gmail.com

⁽⁶⁾ Instituto Biopatología y Medicina Regenerativa, Centro de Investigación Biomédica,
Instituto de Investigación Biosanitaria de Granada, SAS-Universidad de Granada,
Dpto. de Anatomía y Embriología Humana, Facultad de medicina,
Universidad de Granada.

Jcprados@ugr.es, Melguizo@ugr.es

Palabras Clave: Anemonia sulcata, Symbiodinium, cáncer colorrectal, efecto antitumoral.

La mitad de la biodiversidad mundial está representada por organismos marinos, siendo los invertebrados marinos y las microalgas unos de los mayores depósitos de moléculas bioactivas. Uno de los posibles campos de aplicación de estas moléculas es el cáncer colorrectal (CCR), el tercer cáncer más común en el mundo. El objetivo del trabajo es la utilización de la *Anemonia sulcata* y su microalga simbiote del género *Symbiodinium* para la obtención de compuestos con efecto antiproliferativo. La biomasa para el estudio será aportada por la empresa iMare Natural S.L. que cultiva y explota comercialmente esta especie. Seguidamente, se generarán hidrolizados proteicos utilizando proteasas recombinantes y se prepararán los extractos funcionales mediante distintos tipos de extracción (etanólica, etc.). Tras la caracterización química de las muestras y su valoración nutricional, se procederá a la evaluación de los extractos en cultivos celulares de cáncer humano y murino. Se seleccionarán líneas derivadas de cáncer de colon para el inicio del estudio. Mediante ensayos de proliferación celular (MTT), estudios de ciclo celular (ioduro de propidio) y apoptosis (citometría y Western-blot) se determinará la actividad sobre las células tumorales. Se analizarán posibles mecanismos de resistencia. Por último, se analizarán los efectos en células madre tumorales de colon. A partir de estos estudios esperamos ser capaces de obtener un extracto o aislar componentes o grupos de componentes con capacidad antiproliferativa que pueda tener aplicación en la prevención/tratamiento coadyuvante del cáncer de colon.

GLOBAL-CHANGE IMPACTS ON MIXOTROPHIC PHYTOPLANKTON METABOLISM OF COASTAL ENVIRONMENTS (MIXOCOST)

Marco J. Cabrerizo ^(1,2), Juan M. González-Olalla ⁽²⁾, Presentación Carrillo ⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071, Granada (Spain), mjc@ugr.es

⁽²⁾Instituto Universitario de Investigación del Agua, Universidad de Granada, Granada (Spain)

Palabras Clave: Global change, mixotrophs, photosynthesis, phagotrophy, UVR temperature

Currently, it is poorly known how ecosystems respond to interactions between multiple global change drivers. This is particularly relevant in Southern latitudes of Europe where climatic alterations are far exceeding the natural variability experienced by ecosystems over the last decades. MIXOCOST propose the use of key phytoplankton groups/organisms (i.e. mixotrophs) and their physiological/metabolic responses as sensors of the mid/long-term non-additive effects of predicted shifts in sea-surface temperature (cooling and warming, T) and high ultraviolet radiation (UVR) levels due to the shallowing of upper mixed layers in coastal waters. From this information, the main objective of this project is using these organisms as new indicators of environmental sensibility in coastal ecosystems. MIXOCOST combines observational approaches, complex experimental studies, and different temporal response scales that will allow establish potential early signals of change in ecosystems through alterations in the metabolism of this group of phytoplanktonic organisms.

Agradecimientos

MJC thanks the students from the I Summer Course “Mares de Andalucía” by help during sampling on board R/V UCADIZ. This study was funded by Campus de Excelencia Internacional del Mar (MIXICOST, CEIJ-008), and by Ministerio de Economía y Competitividad y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (METAS, CGL2015–67682-R). JMGO was supported by Ministerio de Educación, Cultura y Deporte of Spain (FPU14/00977).

VALORIZACIÓN DE ALGAS MARINAS PARA LA SÍNTESIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS DE ALTO VALOR AÑADIDO

Cecilia, J.A. ⁽¹⁾; García-Sancho, C. ⁽¹⁾; Mérida-Morales, S. ⁽¹⁾; Moreno-Tost, R. ⁽¹⁾; Ser-rano-Cantador, L. ⁽²⁾; Maireles-Torres, P. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía, Universidad de Málaga, Málaga, email: jacecilia@uma.es

⁽²⁾ Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, Universidad de Córdoba, Córdoba

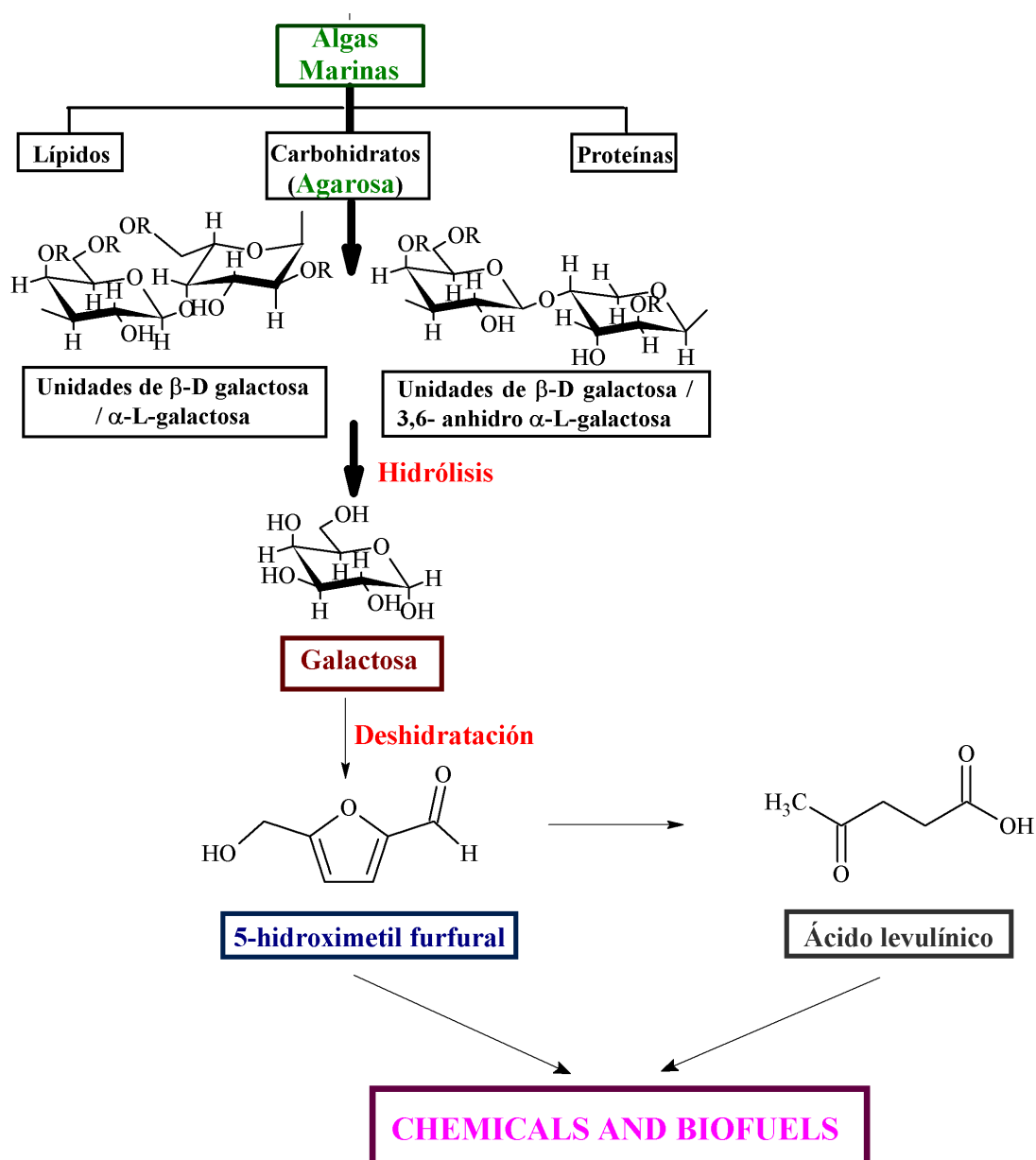
Palabras Clave: Valorización algas, carbohidratos, agarosa, galactosa, biocombustibles, biorrefinería

La creciente demanda energética ha causado un paulatino descenso de las reservas de los tradicionales combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) lo que provoca que la sociedad tenga que buscar fuentes de energía alternativas para satisfacer esta demanda. De las diversas fuentes de energía alternativas, la biomasa se considera como la única fuente de la cual se puede obtener tanto productos químicos como energía. La biomasa es una materia prima de gran disponibilidad a escala mundial; sin embargo, para que el proceso sea sostenible es necesario que la biomasa empleada no interfiera con la cadena alimenticia ya que esto ocasionaría una especulación de los precios.

Una biomasa muy homogénea y que presenta una elevada disponibilidad en el planeta son las algas, que pueden aparecer tanto en agua dulce como en el medio marino. Estas algas pueden ser empleadas siempre y cuando no afecten a los ecosistemas y a la cadena de alimentación. Las algas están compuestas de forma general por lípidos, carbohidratos y proteínas que pueden transformarse en productos de interés comercial a partir de procesos biológicos y químicos [1]. Las algas se pueden clasificar en unicelulares (microalgas) y multicelulares (macroalgas). De ellas, las macroalgas, que aparecen en los fondos marinos [2], presentan un mayor contenido de carbohidratos (25-50% en peso seco) [3]. Estos carbohidratos presentan un gran interés ya que se pueden fermentar para obtener biocombustibles como es el bio-etanol o incluso pueden transformarse en otros productos químicos de gran interés [4].

Uno de los principales componentes de la pared celular de las algas es el agar que es un biopolímero que tiene interés en la industria de la alimentación o farmacéutica [5]. El agar se encuentra formado por unidades de D-galactopiranosas y 3,6-anhidro-L-galactopiranosas unidas por enlaces O-glicosídicos, originando fracciones de agarosa y agarpectina [6]. De esta forma, la agarosa puede hidrolizarse en sus respectivos monómeros mediante un tratamiento enzimático o de hidrólisis ácida [7], obteniéndose 5-hidroximetilfurfural (HMF) y/o ácido levulínico (AL) compuestos que son considerados como moléculas plataforma ya que son versátiles precursores para la síntesis de una gran variedad de productos químicos en la industria y biocombustibles [8].

Hoy en día, tanto las reacciones de hidrólisis como la deshidratación se realizan mediante el uso de ácidos minerales convencionales. Sin embargo, estos ácidos provocan grandes problemas de corrosión en los reactores y dificultan su separación del medio de reacción, siendo necesarias etapas adicionales de neutralización. Por lo tanto, es de gran interés la búsqueda de catalizadores heterogéneos con propiedades ácidas que minimicen el impacto medioambiental y que sean capaces de llevar a cabo tanto la hidrólisis de la agarosa como la posterior deshidratación de los azúcares resultantes, así como el desarrollo de catalizadores que sean capaces de transformar estos azúcares en productos químicos de interés, que puedan emplearse como biocombustibles, con potencial para sustituir, al menos parcialmente, a los combustibles fósiles.



Esquema 1. Esquema de los objetivos del proyecto basado en la extracción de los carbohidratos de las algas marinas y su hidrólisis y deshidratación para la obtención de biocombustibles

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Economía y Competitividad (CTQ2015-64226-C3-3-R) y a los fondos FEDER su financiación. Además J.A. Cecilia y C. García-Sancho quieren agradecer a la Universidad de Málaga su financiación mediante los contratos de incorporación de doctores.

Referencias

- [1] H. Tan, A. Aziz, M. Aroua, Renew. Sustain. Energy Rev. 27 (2013) 118.
- [2] Organisation for Economic Co-Operation and Development/Food and Agriculture Organization of the United Nations (OECD-FAO) Agricultural Outlook 2017–2026.

- [3] B. Katryniok, S. Paul, V. Belliere-Baca, P. Rey, F. Dumeignil, *Green Chem.* 12 (2010) 2079.
- [4] K. Pathak, K. Reddy, N. Bakhshi, A. Dalai, *Appl. Catal. A Gen.* 372 (2010) 224.
- [5] M. Anitha, S. Kamarudin, N. Kofli, *Chem. Eng. J.* 295 (2016) 119.
- [6] C. Zhou, H. Zhao, D. Tong, L. Wu, W. Yu, *Catal. Rev.* 55 (2013) 369.
- [7] E. Tsukuda, S. Sato, R. Takahashi, T. Sodesawa, *Catal. Commun.* 8 (2007) 1349.
- [8] L. Liu, X. Ye, J. Bozell, *ChemSusChem* 5 (2012) 1162.

LINGOTES DE COBRE DEL PECIO ARAPAL (SANCTI-PETRI, CÁDIZ). ANÁLISIS ARQUEOMETALÚRGICO Y ARQUEOMÉTRICO DE LOS METALLA DEL SW IBÉRICO

Cerezo Andreo, Felipe
Universidad de Cádiz, felipe.cerezo@uca.es

Palabras Clave: Arqueología subacuática, lingotes de cobre, metalla ibéricos, arqueometría, comercio del cobre, época romana.

Este proyecto tiene como objetivo analizar diversas problemáticas desde la arqueología marítima a través del análisis arqueométrico y arqueometalúrgico de los 78 lingotes de cobre documentados en el pecio Arapal. La colección inédita más numerosa de lingotes de cobre de época romana hallada en la Península Ibérica. Los lingotes recuperados durante las campañas de investigación realizadas a bordo del UCADIZ en septiembre de 2017 permiten afrontar una variedad de temas de estudio de gran actualidad. El objetivo principal de este subproyecto realizar una interpretación del conjunto del cargamento del pecio para conocer, su cronología, el origen de su carga, y el papel de Gades y Onoba en la centralización y exportación de este mineral en época romana hacia Portus. Estos aspectos se analizarán mediante la realización de diversas analíticas fisicoquímicas del cobre antiguo, el estudio de la epigrafía y volumetría de los lingotes. Así mismo, se pretende profundizar en los procesos y técnicas de conservación de estos materiales. En resumen, un análisis interdisciplinar de un objeto arqueológico que es mucho más que solo un lingote.

El comercio y transporte marítimo del cobre antiguo es uno de los aspectos menos conocidos por los investigadores que sin embargo está atrayendo gran interés en los últimos años. Se conocen un total de 11 pecios en el Mediterráneo y Atlántico que transporten mineral de cobre en forma de lingote [5]. Se reparten más o menos a partes iguales entre en el sur de Francia (cargamentos menores) y los pecios del estrecho de Bonifacio, con algunos ejemplos de cargamentos significativos con cerca de 200 lingotes recuperados como en el caso de Sud-Lavezzi II [6].

A través del estudio de estos objetos podemos profundizar en diversas problemáticas, convirtiéndose en una de las fuentes más ricas para el conocimiento de la minería en la antigüedad. A través de las marcas epigráficas se pueden analizar aspectos económicos, sistemas de pesos y medidas o los personajes involucrados en su comercialización y producción, así como su origen y cronología [2]. Más recientemente, a través del estudio arqueométrico de los isótopos de plomo contenidos en los lingotes se ha podido llegar a conocer el distrito minero de origen de dicho mineral [4]. Este aspecto es de gran actualidad e importancia para el papel que debieron cumplir los puertos romanos de la bética en la comercialización del cobre producido en sus distritos mineros. Por otro lado, y desde el punto de vista de la conservación de esta fuente arqueológica, son escasos los estudios específicos para el tratamiento de estos objetos, lo que, sin duda es una oportunidad de estudio.

Nuestro objetivo, por tanto, es analizar estos aspectos arqueológicos y arqueométricos de la colección de 78 lingotes documentados y extraídos del pecio ARAPAL en septiembre de 2017. Esta investigación se enmarca en una línea consolidada de trabajo a través de un equipo transdisciplinar (químicos, arqueómetros, geólogos, arqueólogos, epigrafistas o numismatas) de la Universidad de Cádiz, la Universidad de Huelva y con la colaboración de la Université Toulouse Jean-Jaurès. Al mismo tiempo, este proyecto nutre de resultados dos proyectos del Plan Estatal de I+D+i, el Proyecto Caleta (HAR2016-79387-P) liderado por la UCA y el Proyecto DEATLANTIR II (HAR2017-89154), liderado desde la Universidad de Huelva, institución con la que planteamos este proyecto de manera coordinada pues sus objetivos y resultados son coincidentes en la transmisión de los resultados a los proyectos de investigación conjuntos.

Los hallazgos de lingotes de cobre no son tan habituales como si lo es su importancia para la economía de la antigüedad. Como se ha dicho, apenas se conocen un total de 11 pecios y cerca de 4 depósitos aislados de

este tipo de objetos entre el Mediterráneo y el Atlántico para época romana. La mayoría de estos pecios se ubican en zonas próximas a su destino, como el sur de Francia o el Estrecho de Bonifacio camino de Roma. Sin embargo, sólo se conoce un pecio publicado en su zona de origen, el Pecio del Cobre [3], y un cargamento de lingotes documentados cerca de Chipiona [1,7]. A estos hallazgos se ha de sumar ahora el pecio inédito documentado y excavado por la Universidad de Cádiz en septiembre de 2017 y bautizado como pecio Arapal.

Como se ha dicho, se trata de una colección material de 78 lingotes de entre 18 y 38 cm de diámetro y 14 y 24 kg de peso, junto con otros objetos cerámicos. El hecho de proceder de una excavación arqueológica, es decir, acompañados de un contexto material y espacial documentado in situ, hacen de esta colección un único en las costas del SW ibérico. Esto nos permite analizar de forma clara los procesos de formación del yacimiento y deterioro de los lingotes recuperados.

La colección del pecio ARAPAL supone, por tanto, el segundo cargamento por número de lingotes, más importante de este tipo de pecios. Al menos, y sin haber sufrido todavía un proceso de limpieza superficial, conservamos 5 lingotes con marcas epigráficas, y se esperan más evidencias, lo que unido al estudio arqueométrico y de los procesos de corrosión sufridos por los lingotes, nos permitirá afrontar un análisis en profundidad para conocer de forma más detallada el transporte y comercialización de metales desde los distritos del SW hacia el Mediterráneo central, principalmente Roma (Via Bonifacio) y Narbo. La importancia en el estudio de esta colección radica pues en avanzar en uno de los aspectos menos estudiados, la producción y comercialización de estos productos en sus puertos de origen.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado gracias a la Línea de Arqueología Náutica y Subacuática de la UCA, y a la convocatoria CEIMAR de proyectos de Jóvenes Investigadores 2018. Los trabajos de campo han sido desarrollados gracias a la colaboración de los alumnos del Máster de Arqueología Náutica y Subacuática 2016/2017.

Referencias

- [1] Alzaga García, M. (1998). “Los trabajos de dragado en Huelva y la arqueología”. En III Jornadas de arqueología subacuática : puertos antiguos y comercio marítimo : Facultat de Geografia i Història de Valencia, 13, 14, y 15 de noviembre de 1997, 1998, ISBN 84-482-1867-1, págs. 155-166 (pp. 155-166). Departament de Prehistòria i Arqueologia.
- [2] Domergue, C. (1994). “Production et commerce des métaux dans le monde romain : l'exemple des métaux hispaniques d'après l'épigraphie des lingots”. Epigrafia della produzione e della distribuzione. Actes de la VIIe Rencontre franco-italienne sur l'épigraphie du monde romain (Rome, 5-6 juin 1992), 193(1), 61-91.
- [3] Vallespin Gómez, O. (1986). “The Copper Wreck (Pecio del Cobre)”. *International Journal of Nautical Archaeology*, 15(4), 305-322.
- [4] Klein, S., Lahaye, Y., Brey, G. P., y Von Kaenel, H.-M. (2004). “The early roman imperial AES coinage II: Tracing the copper sources by analysis of lead and copper isotopes—copper coins of Augustus and Tiberius”. *Archaeometry*, 46(3), 469-480.
- [5] Klein, S., Rico, C., Lahaye, Y., Kaenel, H.-M. von, Domergue, C., y Brey, G. P. (2007). “Copper ingots from the western Mediterranean Sea: chemical characterization and provenance studies through lead- and copper isotope analyses”. *Journal of Roman Archaeology*, 20, 203-221.
- [6] Liou, B., y Domergue, C. (1990). “Le commerce de la Bétique au Ier siècle de notre ère. [L'épave Sud-Lavezzi 2 (Bonifacio, Corse du Sud)]”. *Archaeonautica*, 10, 11-123.
- [7] Rico, C., y Domergue, C. (2010). “Nuevos documentos sobre el comercio de los metales hispánicos en la época romana. Los lingotes de Chipiona. (Cádiz)”. *Habis*, (41), 165-184. X. Author, Y. Author, Z. Author, *Sci. Total Environ.* 20 (2001) 537.

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE *COCCOMYXA ONUBENSIS* PARA SU USO EN ACUICULTURA

Cuaresma Franco, María; Fuentes Cordero, Juan Luis; Montero Lobato, Zaida
Grupo Biotecnología de Algas. CIDERTA. Universidad de Huelva,
maria.cuaresma@dqcm.uhu.es

Palabras Clave: Microalga acidófila, luteína, escalado, acuicultura.

Coccomyxa onubensis es una microalga acidófila aislada del Río Tinto, en el entorno de la cuenca minera de Huelva, España. Dicha microalga tiene capacidad para acumular luteína, potente antioxidante natural, y un perfil de ácidos grasos insaturados particularmente abundante en ácidos linoleico y linolénico [1, 2]. Por otro lado, la capacidad de crecer en ambientes ácidos de *C. onubensis* le confiere la ventaja de disminuir notablemente el riesgo de contaminación durante el proceso de cultivo, lo cual es una ventaja a la hora del escalado del mismo. Combinando su capacidad para crecer bajo condiciones adversas y su reducida necesidad de nutrientes puede ser cultivada en áreas inadecuadas para fines agrícolas, por lo que no compiten por el uso de tierras de cultivo. Además, el potencial valor económico de los metabolitos presentes en esta microalga permitiría la diversificación de negocio de cualquier proceso de producción.

Estudios previos han revelado la alta tolerancia de *C. onubensis* a concentraciones relativamente altas de metales en el medio [3]. En términos generales, se ha demostrado la existencia de una relación directa entre el aumento del estrés oxidativo de las microalgas y el aumento en la productividad de carotenoides de las mismas [4]. Ejemplo de ello es la mejora en la producción de carotenoides en *C. onubensis* cultivada bajo elevadas concentraciones de cobre [2]. Por otro lado, el estrés por salinidad puede también inferir en la concentración de carotenoides acumulada en microalgas [5]. En este sentido *Coccomyxa onubensis* ha mostrado una buena tolerancia a alta concentración de sales, a pesar de ser un organismo originario de agua dulce [6]. Esta flexibilidad hace que sea un organismo muy interesante para su uso en la alimentación de cultivos marinos, con el consecuente beneficio de poder ser biomasa enriquecida en compuestos antioxidantes, entre otros metabolitos de interés.

Por último, estudios de bioseguridad alimentaria realizados en animales de laboratorio no han revelado efectos negativos de la alimentación con *C. onubensis* sobre parámetros bioquímicos clínicos [7], aunque no se ha probado en moluscos. Además, estudios realizados por el grupo como parte de una tesis doctoral financiada por fondos CEIMAR (pendiente de defensa) y en colaboración con la universidad de Udine (Italia) han revelado la adecuación de *C. onubensis* para formar parte de la alimentación de juveniles de trucha arcoiris de forma segura y efectiva, sustituyendo parcialmente el uso de compuestos procedentes de la pesca en la dieta de estos peces (resultados pendientes de publicación).

Bajo estas premisas, este proyecto pretende evaluar el uso de *C. onubensis* enriquecida previamente en luteína para alimentar moluscos bivalvos y evaluar su efecto sobre el desarrollo y resistencia a patógenos de los mismos. Para ello, se realizará en primer lugar un estudio con el objeto de enriquecer la biomasa de *C. onubensis* en luteína mediante la identificación de las condiciones de cultivo óptimas de salinidad y concentración de FeCl_3 conducentes a una sobreacumulación de este antioxidante. Una vez definidos estos parámetros, se llevará a cabo la producción de biomasa a gran escala de *C. onubensis* para su posterior uso en la alimentación de *Crassostrea gigas* y *Ostrea edulis*. Finalmente, se realizará el análisis nutricional de la biomasa de microalgas producida, así como de la biomasa de bivalvos alimentados por *C. onubensis*. Los resultados serán comparados con la dieta clásica usada para alimentar moluscos así como con una dieta enriquecida en otra microalga productora de luteína. Esto permitirá valorar la aplicabilidad de *C. onubensis* sobre el desarrollo y la resistencia a patologías en dichos moluscos, sin olvidar además el potencial como nutraceutico de los mismos.

Agradecimientos

Proyecto financiado por la Fundación Ceimar, Convocatoria “Proyectos Jóvenes Investigadores Ceimar 2018”, referencia CEIJ-C07.1.

Referencias

- [1] Garbayo et al. 2012. Identification and physiological aspects of a novel carotenoid-enriched metal resistant microalga isolated from an acidic river in Huelva (Spain). *Journal of Phycology* 48: 607-614
- [2] Vaquero et al. 2012. Cu-mediated biomass productivity enhancement and lutein enrichment of the novel microalga *Coccomyxa onubensis*. *Process Biochem.* 47: 694–700
- [3] Ruíz-Domínguez et al. 2015. Lipid accumulation and antioxidant activity in the eukaryotic acidophilic microalga *Coccomyxa* sp. (strain onubensis) under nutrient starvation. *J Appl Phycol* 27: 1099–1108
- [4] Zuluaga et al. 2017. Carotenoids from microalgae to block oxidative stress. *Bioimpacts* 7(1): 1-3.
- [5] Minhas et al. 2016. A review on the assessment of stress conditions for simultaneous production of microalgal lipids and carotenoids. *Front. Microbiol.* <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00546>
- [6] Fuentes et al. 2016. Phylogenetic characterization and morphological and physiological aspects of a novel acidotolerant and halotolerant microalga *Coccomyxa onubensis* sp. nov. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Journal of Applied Phycology* 28:3269–3279.
- [7] Navarro et al. 2016. Microalgae as a safe food source for animals: nutritional characteristics of the acidophilic microalga *Coccomyxa onubensis*. *Food & Nutrition Research* 60

EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE DOS NUEVAS ESPECIES DE MICROALGAS RICAS EN LUTEÍNA EN LA DIETA DE MOLUSCOS BIVALVOS: CALIDAD NUTRICIONAL Y RESISTENCIA A PATÓGENOS

Cuaresma Franco, María ⁽¹⁾; Gómez Serrano, Cintia ⁽²⁾; López Sanmartín, Monserrat⁽³⁾;
González del Valle, Manuel Antonio ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Grupo Biotecnología de Algas. CIDERTA. Universidad de Huelva,
maria.cuaresma@dqcm.uhu.es

⁽²⁾ Grupo Biotecnología de Microalgas Marinas, Universidad de Almería,
Cinti4201@hotmail.com

⁽³⁾ Grupo Cultivos Marinos y Recursos Pesqueros, IFAPA-Agua del Pino, Junta de
Andalucía, monserratls@yahoo.es

⁽⁴⁾ Bioavan S.L., Sevilla, manolo@bioavan.com

Palabras Clave: Microalgas, luteína, moluscos bivalvos, calidad nutricional, resistencia patógenos.

La creciente demanda de productos marinos, la sobrepesca y la contaminación están causando un grave impacto en los procesos de captura directa del mar, lo cual hace que la acuicultura se vaya afianzando como alternativa para satisfacer dicha demanda. Sin embargo, la creciente demanda de pienso animal para acuicultura, el cual procede de forma tradicional de las propias capturas de pescado (aceites y/o harinas), hace que sean necesarias nuevas fuentes de suministro de proteínas.

En 2014 el consumo de moluscos bivalvos se estimaba en 16.1 millones [1]. Sin embargo, la falta de una producción estable de semilla de moluscos bivalvos y la aparición de enfermedades, principalmente en la fase de engorde, son dos de los problemas a los que deben hacer frente los productores acuícolas. Los bivalvos se alimentan mediante filtración de microalgas, bacterias, restos orgánicos o microzooplacton por lo que la composición de estas partículas en suspensión determinará en gran medida el estado de salud y el valor comercial del bivalvo como producto de consumo. En este sentido, el proyecto aquí presentado tiene como objetivo evaluar el uso de microalgas novedosas productoras de luteína, potente antioxidante natural, en la alimentación de moluscos bivalvos, con el consecuente estudio del desarrollo de los individuos, de la calidad nutricional de los mismos, de su efecto sobre la resistencia frente a patógenos y de sus características organolépticas finales.

A pesar de estar contrastado el carácter nutritivo de las microalgas, su uso está aún restringido, siendo la producción de bivalvos alimentados con microalgas enriquecidas en luteína, así como la producción de alimentos funcionales o nutracéuticos derivados de los mismos, dos nichos de mercado por explotar. En términos generales este proyecto pretende avanzar en la valorización de especies novedosas de microalgas ricas en luteína, y concretamente en el uso de las mismas para el cultivo de bivalvos cuya producción acuícola es de amplio interés. Su efecto sobre la capacidad de producción, sobre la calidad nutritiva y sobre su resistencia frente a patógenos será evaluada. De forma tradicional las dietas usadas están compuestas por especies como *Tetraselmis* sp. y diatomeas como *Chaetoceros* sp., entre otras [1]. Sin embargo, la falta de una producción estable de semilla de moluscos bivalvos y la aparición de enfermedades, principalmente en la fase de engorde, son dos de los problemas a los que deben hacer frente los productores. Por ello, este proyecto ofrece la oportunidad de testar los beneficios de la dieta enriquecida indirectamente en luteína sobre el desarrollo de los bivalvos y su resistencia frente a uno de los patógenos más temidos en la producción de ostras a nivel mundial (*Ostreid herpesvirus 1*). Para ello se compararán tres dietas diferentes (dieta clásica control, clásica con *Coccomyxa onubensis* y clásica con *Scenedesmus almeriensis*) e, inicialmente, el proyecto se centrará en dos especies de ostras: *Ostrea edulis*, debido a su elevado valor comercial, y *Crassostrea gigas*, por ser una de las especies mayormente cultivadas en la región.

Por último, las microalgas han demostrado ser de interés para la industria alimentaria por su perfil de ácidos grasos rico en ácidos grasos poliinsaturados así como por su elevado contenido proteico; constituyendo una fuente extraordinaria de proteína y aminoácidos esenciales. Además contienen una gran cantidad de vitaminas (A, D, B9 y B12 entre otras) y minerales (entre los que podemos destacar Fe, P, Mg y K), por lo que están además muy valoradas como suplemento alimenticio para contrarrestar estados carenciales o de sobreesfuerzo. Esto hace que sean de interés en la preparación de elaborados de pequeño tamaño capaces de suplir las necesidades de grupos de personas con necesidades específicas (deportistas de alto rendimiento, personal en operaciones militares o misiones espaciales) o personas sometidas a deficiencias alimentarias o con dificultad para realizar una alimentación adecuada (niños de países subdesarrollados, enfermos de cáncer sometidos a tratamientos agresivos, etc.). Por todo ello, en este proyecto se evaluarán además las características organolépticas de los moluscos producidos para su consumo -así como de la harina de moluscos derivada- tras su alimentación con microalgas enriquecidas en luteína. Esto permitirá identificar limitaciones para su utilización en la industria así como evaluar posibles nichos de mercado propios de la alimentación funcional o de compuestos nutraceuticos.

Finalmente, los resultados obtenidos en este proyecto permitirán realizar la evaluación de la viabilidad del proceso a escala industrial. Para ello se realizará un análisis tecno-económico y de ciclo de vida del proceso de producción de bivalvos en general, teniendo en cuenta desde los fertilizantes empleados para la producción de las microalgas, hasta las posibles aplicaciones y nichos de mercado de los bivalvos producidos.

Agradecimientos

Proyecto financiado por la Fundación Ceimar, Convocatoria “Proyectos Jóvenes Investigadores Ceimar 2018”, referencia CEIJ-C07.1.

Referencias

[1] FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp. ISBN: ISBN 978-92-5-309185-0

DE *BAELO CLAUDIA* (BOLONIA) A *SEXI FIRMUM IULIUM* (ALMUÑÉCAR). ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS VINCULADAS A LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HALIÉUTICOS EN EL CÍRCULO DEL ESTRECHO

José Juan Díaz Rodríguez
Área de Arqueología, Universidad de Cádiz
josejuan.diaz@uca.es

Resumen

*La economía azul generada a partir la explotación de los recursos marinos ya era evidente durante la Antigüedad Clásica en la zona del Círculo del Estrecho. Baelo Claudia y Sexi Firmum Iulium fueron dos exponentes de ciudades portuarias y marítimas cuya floreciente economía se basó en el mar. Ejemplo de ello ha quedado perpetuado en el registro arqueológico donde sobresalen exponencialmente el importante equipamiento industrial vinculado con la salazón de pescado. Tal importancia se ha ido atenuando en el debate científico al no haberse actualizado la metodología empleada, salvo en Baelo Claudia donde en los últimos años se ha vivido un resurgir de esta temática con importantes novedades. En esa filosofía de renovación metodológica se centra este proyecto que tratará de analizar a través del análisis arqueoarquitectónico las distintas *cetariae* documentadas no sólo en esas dos ciudades, sino también en otros contextos emplazados en este área geográfica, empoderando de esta forma aún más una línea temática en alza dentro de los estudios de arqueología de la producción e historia económica.*

Abstract

The blue economy that was generated by the exploitation of marine resources, was already evident during Classical Antiquity in the Circle of Strait. *Baelo Claudia* and *Sexi Firmum Iulium* were two examples of port and maritime cities whose important economy was based on the sea. Nowadays we can see a lot of salt fish factories that talk about it. But this topic has been replaced to the background. However, the archaeological methodology in Baelo Claudia has changed. We have introduced new ways to study the archaeological tuna record. In this line of renewal, in the Project we will try to study the architectural evidences associated with the *cetariae*, current systems of topography and photogrammetry, archaeometric analyzes on different types of ceramics and structures, as well as proposals for modeling, virtualization and digital reconstruction of the different fishery production structures selected.

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LA MICROALGA SCENEDESMUS ALMERIENSIS PARA ACUICULTURA

Gómez Serrano, Cintia; Acién Fernández, Francisco Gabriel; García Cubero, Rafael
Dpt. Ingeniería Química, Universidad de Almería, 04120 Almería
cinti4201@hotmail.com

Palabras Clave: Scenedesmus almeriensis, Luteína, Acuicultura, Microalgas.

La microalga autóctona *Scenedesmus almeriensis* ha sido objeto de numerosos estudios dentro del grupo de investigación de Biotecnología de Microalgas Marinas de la Universidad de Almería. Esta especie es interesante desde el punto de vista de la acuicultura ya que posee de forma natural un elevado contenido en luteína (de hasta un 1,5%), un carotenoide con numerosos beneficios en la salud humana (modulación de la respuesta autoinmune, participación de mecanismos de respuesta antiinflamatorios, prevención de la degeneración macular prematura, etc.). Hasta ahora, se ha estudiado a escala de laboratorio qué condiciones de cultivo conducen a una mayor acumulación en la biomasa de dicho pigmento [1]. Los resultados obtenidos con anterioridad muestran que *S. almeriensis* presenta un mayor contenido y productividad de luteína bajo condiciones de alta irradiancia (más de 1200 μmol fotones PAR $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y de temperatura (soporta temperaturas de hasta 45°C, aunque su óptimo es a 35°C) [1]. Estas características hacen que esta microalga sea muy atractiva para la acuicultura. Sin embargo, estas condiciones de cultivo no se han corroborado en condiciones a gran escala, no llegando a comprobarse su aplicabilidad a un proceso industrial.

Debido a la esperada futura demanda de microalgas para satisfacer las necesidades por parte de la acuicultura es necesario asegurar una alta producción de biomasa algal, con el consecuente beneficio de tener biomasa enriquecida en metabolitos de interés como la luteína. En este sentido el cultivo de microalgas en el exterior en la región de Andalucía es una nueva puerta para que la producción luteína a partir de *S. almeriensis* pueda ser económicamente rentable. La utilización como fuente de alimento para pescado de esta microalga se ha confirmado en anteriores estudios [2], reportando que el uso de *S. almeriensis* en la dieta de dorada aumenta significativamente la capacidad de absorción de la mucosa intestinal de sus alevines.

Se pretende demostrar el cultivo de esta microalga a escala semi-industrial bajo condiciones adecuadas para la acumulación de luteína y evaluar la biomasa obtenida como alimento para el cultivo de bivalvos cuya producción acuícola es de amplio interés (*Crassostrea gigas* y *Ostrea edulis*). Estos estudios se engloban en el subproyecto coordinado por la Universidad de Almería con título “Producción sostenible de la microalga *Scenedesmus almeriensis* para la acuicultura”, englobado en el proyecto “Efectos de la inclusión de dos nuevas especies de microalgas ricas en luteína en la dieta de moluscos bivalvos: calidad nutricional y resistencia a patógenos”, financiado por CEIMAR mediante el programa “Jóvenes investigadores CEIMAR 2018”. En este subproyecto está también incluido el estudio de diferentes metodologías de secado de la biomasa sobre la calidad de ésta, incluyendo la liofilización y el secado en spray, así como otras opciones de secado más novedosas como secado en lecho fluidizado o secado flash.

Los objetivos de este subproyecto se basan en desarrollar un sistema de producción sostenible a escala semi-industrial y estabilización de la biomasa de *Scenedesmus almeriensis* para ser utilizada en la alimentación de los bivalvos. Para completar su actuación, el grupo llevará a cabo una valoración de la viabilidad tanto técnica como económica del proyecto conjunto, para determinar las posibles limitaciones en la producción tanto de los organismos filtradores como de las microalgas, así como para proponer posibles mejoras. Para llevar a cabo la optimización de la producción de la microalga *S. almeriensis* a escala semi-industrial se emplearán fotobiorreactores cerrados tubulares de 3.0 m^3 así como reactores abiertos de entre 1 y 20 m^3 . El objetivo es alcanzar sistemas estables con productividad superior a 30 $\text{g}/\text{m}^2/\text{día}$. Se trabajará con diferentes estrategias de operación y consignas de control para incrementar el contenido en luteína de la biomasa, siempre en modo continuo para maximizar el rendimiento del proceso. Se incluye estudiar la influencia del medio de cultivo, así como el efecto de las variaciones de temperatura e irradiancia que naturalmente se dan en cultivos al exterior, sobre la productividad final. La determinación de la calidad nutricional de la biomasa producida

(proteínas, carbohidratos, lípidos, carotenoides, cenizas) será realizada por otra de las entidades participantes en el proyecto (Universidad de Huelva).

Finalmente, a partir de la información bibliográfica, de la experiencia del grupo de investigación [3,4] y de los resultados obtenidos en este proyecto, se realizará una evaluación de la viabilidad de realizar el proceso a escala semi-industrial. Para ello se realizará un análisis tecno-económico y de ciclo de vida del proceso de producción de bivalvos en general. Esto tendrá en cuenta desde los fertilizantes empleados para la producción de las microalgas, hasta las posibles aplicaciones y nichos de mercado de los bivalvos producidos.

Agradecimientos

Este subproyecto se sustenta gracias a la financiación de CEIMAR, con la colaboración del Proyecto Sabana (Grant Agreement No. 72787)

Referencias

- [1] J. F. Sánchez, J. M. Fernández-Sevilla, F. G. Acién, M. C. Cerón, J. Pérez-Parra, E. Molina-Grima Biomass and lutein productivity of *Scenedesmus almeriensis*: Influence of irradiance, dilution rate and temperature. 2008. Applied Microbiology and Biotechnology 79(5): 719-729.
- [2] A.J. Vizcaino, G. López, M.I. Sáez, J.A. Jiménez, A. Barros, L. Hidalgo, J. Camacho-Rodríguez, T.F. Martínez, M.C. Cerón-García, F.J. Alarcón. Effects of the microalga *Scenedesmus almeriensis* as fishmeal alternative in diets for gilthead sea bream, *Sparus aurata*, juveniles. 2014. Aquaculture 431: 34-43.
- [3] F. G. Acién, J. M. Fernández, J. J. Magán, E. Molina. 2012. Production cost of a real microalgae production plant and strategies to reduce it. 2012. Biotechnology Advances 30 (6): 1344-1353.
- [4] F. Ketzer, J. Skarka, C. Rösch. Critical Review of Microalgae LCA Studies for Bioenergy Production. 2018 Bioenergy Research 11(1): 95-105.

BIOACUMULACIÓN Y TRANSFERENCIA DE METALES EN EL GOLFO DE CÁDIZ

González-Ortegón, Enrique^(1,2); Cañavate, Jose Pedro⁽³⁾; Baldó, Francisco⁽⁴⁾; Vilas, César⁽³⁾; Jiménez Gómez, M^a Paz⁽⁴⁾; Cuesta, Jose A.⁽¹⁾; Tovar-Sánchez, Antonio⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC),
quique.gonzalez@icman.csic.es

⁽²⁾ Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR)

⁽³⁾ IFAPA Centro El Toruño, El Puerto de Santa María, Spain

⁽⁴⁾ Instituto Español de Oceanografía (IEO), Centro Oceanográfico de Cádiz

Palabras Clave: Metales, Zooplancton, Especies pelágicas, Red trófica, Estuarios, Bioacumulación

El desconocimiento generalizado de cómo los contaminantes se transfieren a lo largo de la red trófica marina, dónde se acumulan y pueden llegar a ser tóxicos en humanos es de especial interés en un ecosistema como el Golfo de Cádiz (GoC) ya que se trata de un área directamente influenciada por el área minera más importante del sur de Europa. De ahí, urge la necesidad de conocer las concentraciones que los metales tienen en los distintos niveles de la red alimentaria y las consecuencias en el ecosistema en su conjunto. Los metales traza en el GoC pasan desde los niveles tróficos inferiores (i.e. fitoplancton y zooplancton) a posiciones más altas de la red alimentaria como por ejemplo la sardina (*Sardina pilchardus*) y boquerón (*Engraulis encrasicolus*), alimento de grandes depredadores como el atún rojo (*Thunnus thynnus*) o el dorado (*Coryphaena hippurus*), y finalmente terminarían en los humanos. Del mismo modo, en las migraciones ontogénicas de boquerones y sardinias entre las zonas costeras y mar abierto, exportarían potencialmente metales pesados acumulados hacia los niveles tróficos superiores del GoC, sin que los adultos habiten la zona costera. Esta propuesta trata de conocer la concentración de metales en especies acuáticas claves y su transferencia a lo largo de la red trófica del GoC que pueden determinar el estado de salud de poblaciones importantes de especies por su densidad e interés comercial. De entre las especies claves a tener en cuenta en esta propuesta están el boquerón y la sardina en sus distintas fases del ciclo de vida (larvas, juveniles y adultos), así como sus principales presas (zoo-mezooplancton, como copépodos y misidáceos) que acumularían los metales y pasarían a posiciones altas de la red trófica. En el caso de las especies de niveles tróficos altos se estudiará el grado de acumulación de metales en el atún rojo, el atún listado *Katsuwonus pelamis*, el dorado, y el bonito común *Sarda sarda*. El análisis del contenido de los metales trazas y de los isótopos estables (C, N y S) en estas especies clave del GoC, nos permitirá evaluar la relevancia de las migraciones de las presas potenciales (juveniles de boquerón y sardina) entre los ecosistemas fuentes de metales (hipotéticamente los estuarios) y el GoC donde habitan los grandes depredadores mencionados anteriormente, en la incorporación y amplificación de estos compuestos en la estructura y funcionamiento de la red trófica del GoC.

DINÁMICA DEL CARBONO EN LAS COMUNIDADES VEGETADAS COSTERAS DE LA BAHÍA DE CÁDIZ (CADYCCO)

Jiménez-Ramos, Rocío⁽¹⁾; Egea, Luis G.⁽¹⁾; Brun, Fernando G.⁽¹⁾; Hernández, Ignacio⁽¹⁾;
Pérez-Lloréns, José Lucas⁽¹⁾; Santos, Rui⁽²⁾; de los Santos, Carmen B.⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales,
Universidad de Cádiz,
rocio.jimenez@uca.es, gonzalo.egea@uca.es, fernando.brun@uca.es,
ignacio.hernandez@uca.es, joselucas.perez@uca.es

⁽²⁾ Centro de Ciências do Mar (CCMAR) Universidad del Algarve, Campus de
Gambelas, rosantos@ualg.pt, cbsantos@ualg.pt

Palabras Clave: Carbono azul, servicio ecosistémico, Cymodocea nodosa, Caulerpa prolifera, Spartina marítima, Zostera noltei

Las comunidades costeras con vegetación, tales como las praderas de fanerógamas marinas, los lechos de macroalgas y las marismas, se encuentran entre los ecosistemas más productivos de la Tierra [1]. Al ser altamente productivos, proporcionan una gran cantidad de servicios ecosistémicos y desempeñan un importante, aunque todavía subestimado papel en el ciclo global del carbono [2]. Estos ecosistemas almacenan carbono en la biomasa viva y en el detritus refractario enterrado, formando una reserva de carbono conocida como “carbono azul”. La cantidad de carbono almacenado por estos ecosistemas es actualmente un área activa de investigación, que en última instancia depende de las entradas de carbono (derivadas de la producción neta de la comunidad y del carbono autóctono atrapado por el dosel) y las salidas de carbono (derivadas del carbono exportado en forma de carbono orgánico particulado y disuelto y por la remineralización del carbono). Además, la posible contribución a los gases de efecto invernadero atmosféricos como consecuencia de su pérdida global generalizada es un tema advertido en el momento actual [3]. Así, la comprensión y cuantificación de la dinámica del carbono y del carbono enterrado en los ecosistemas costeros con vegetación es esencial para aplicar estrategias de mitigación para el cambio global [4]. El proyecto CADYCCO tiene como objetivo evaluar la dinámica del carbono en comunidades costeras con vegetación y dilucidar las tasas de secuestro y su contribución al almacén de carbono azul en la bahía de Cádiz (sur de España), un área costera poco profunda cohabitada por diferentes comunidades vegetadas. En particular, este proyecto evaluará la dinámica del carbono en comunidades representativas con vegetación de la bahía de Cádiz, concretamente en: praderas de fanerógamas marinas intermareales (*Zostera noltei*) y submareales (*Cymodocea nodosa*), marisma baja (*Spartina marítima*) y prados de algas submareales (*Caulerpa prolifera*). La primera parte del proyecto cuantificará las reservas de carbono en el sedimento y las tasas de secuestro y remineralización en las comunidades con vegetación de la bahía de Cádiz. Además, la contribución de fuentes autóctonas y autóctonas de materia orgánica al reservorio de carbono en el sedimento en cada tipo de vegetación será investigada por Modelos de Mezcla de Isótopos Estables, basados en firmas isotópicas de ambas fuentes (tejidos de plantas y algas, materia orgánica suspendida en partículas) y mezclas (sedimento). La segunda parte del proyecto integrará estos resultados con los datos disponibles sobre los flujos de carbono en trabajos previos realizados en la zona, para crear un modelo de la dinámica del carbono para las áreas con vegetación marina y de marisma de la Bahía de Cádiz. Posteriormente, se usarán modelos espaciales para predecir el stock total de carbono en la Bahía de Cádiz, y poder así identificar puntos calientes de carbono azul entre las comunidades vegetadas objeto de estudio. Así, la gestión de la conservación y la restauración de las comunidades pueden ser priorizadas para preservar y mejorar estos servicios de almacenamiento y retención de carbono y para evitar la degradación de las comunidades donde se puede liberar más carbono previamente secuestrado. Finalmente, el modelo “InVEST Coastal Blue Carbon” incluirá la valorización de la capacidad de captura de carbono utilizando un precio programado, o suministrando un precio de carbono del año base y una tasa de inflación anual, para incorporar el valor monetario de estos ecosistemas en el servicio de secuestro de carbono en la bahía de Cádiz.

Referencias

- [1] Duarte CM, et al. (2005) Biogeosciences 2:1-8. <https://doi.org/10.5194/bg-2-1-2005>
- [2] Trumper K, et al. (2009) The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation. A UNEP rapid response assessment. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- [3] Duarte CM (2017) Biogeosciences 14: 301-310.
- [4] Fourqurean JW, et al. (2012) Nat Geosci 5:505-509. doi:10.1038/ngeo1477

EFFECTOS DE MICROALGAS ENRIQUECIDAS EN LUTEÍNA EN LA DIETA DE MOLUSCOS BIVALVOS

López Sanmartín, Monserrat; Herrera Rodríguez, Marcelino;
Navas Triano, José Ignacio

IFAPA Agua del Pino

monserratls@yahoo.es, monserrat.lopez.s@juntadeandalucia.es

Palabras Clave: microalgas, cultivo, bivalvos, patología.

Coccomyxa onubensis, microalga acidófila, procedente de la cuenca minera del río Tinto y recientemente caracterizada por investigadores del grupo de Biotecnología de microalgas de la Universidad de Huelva (CIDERTA), reveló un alto contenido en luteína [1]. Por otra parte, grupo de investigación de Biotecnología de Microalgas Marinas de la Universidad de Almería dispone de una amplia experiencia en el manejo de la microalga *Scenedesmus almeriensis* caracterizada también por poseer de forma natural un alto contenido en luteína [2]. La luteína es un pigmento que pertenece al grupo de las xantofilas, presenta una potente actividad antioxidante, está presente en muchos alimentos como frutas y verduras e incluso se ha utilizado como suplemento alimenticio.

Las microalgas constituyen la base de la dieta para el cultivo de moluscos bivalvos, compuestas generalmente por especies como *Tetraselmis* sp. y diatomeas como *Chaetoceros* sp. [3]. No obstante, la aparición de enfermedades en el proceso de producción estable de semilla de moluscos, principalmente en la fase de engorde, son dos de los problemas a los que deben hacer frente los productores. Ejemplos de ello se encuentran en la producción de la ostra plana, *Ostrea edulis*, especie con un alto valor económico y cuya producción ha llegado a valores muy bajos, en los últimos años (MAPAMA, 2018). Otro ejemplo es la semilla de *Crassostrea gigas* con mortalidades de hasta el 100% asociadas a la infección por *Ostreid herpesvirus 1*, concretamente su variante μ var (OsHV-1 μ var) [4]. Estudios previos iniciados en 2011 en el centro IFAPA Agua del Pino, revelaron la presencia del virus en las poblaciones naturales de ostras del litoral sur atlántico andaluz. Sin embargo, no siempre ha sido posible demostrar el efecto negativo del virus sobre ellas [5]. Por ende, este proyecto, dentro de uno de los objetivos marcados, ofrece la oportunidad de testar los beneficios de la dieta frente a uno de los patógenos más temidos en la producción de ostras a nivel mundial.

Este proyecto plantea estudiar alternativas en la dieta de moluscos bivalvos y analizar su efecto sobre el desarrollo y crecimiento, así como determinar el efecto final en la calidad nutricional de los moluscos. Para ello, se compararán tres dietas diferentes (dieta clásica control, clásica con *Coccomyxa onubensis* y clásica con *Scenedesmus almeriensis*). Inicialmente, el proyecto se centrará en dos especies de ostras: *O. edulis*, debido a su elevado valor comercial, y *C. gigas*, por ser una de las especies mayormente cultivadas en la región. El tamaño de los ejemplares será el equivalente a semilla por ser la fase de crecimiento en la que mejor y más rápido se puede observar el efecto de la dieta en el crecimiento de moluscos durante el período estimado de cultivo (1 a 3 meses). En el caso de que no se pudiera disponer de semilla de ostra plana, *O. edulis*, por su escasez, los ensayos se llevarán a cabo con otra especie disponible y de interés comercial. El mismo razonamiento se aplicará para *C. gigas*, e incluso en este caso se podrá recurrir a juveniles procedentes del medio, próximos al centro IFAPA.

En definitiva, se pretende evaluar el efecto de la dieta tanto sobre parámetros zootécnicos básicos, así como en la resistencia a patógenos. Al final del proyecto y recopilando toda la información del resto de socios se llevará a cabo un análisis exhaustivo identificando los cuellos de botella para optimizar la producción de moluscos y microalgas y plantear posibles mejoras.

Agradecimientos

Proyecto financiado por la Fundación Ceimar, Convocatoria “Proyectos Jóvenes Investigadores Ceimar 2018”, referencia CEIJ-C07.3. El contrato de M. López-Sanmartín está cofinanciado por el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica e Innovación 2013-2016, MINECO, ref. PTA2015-11709-I.

Referencias

- [1] Fuentes, J.L., Huss, V.A.R., Montero, Z., Torronteras, R., Cuaresma, M., Garbayo, I., Vílchez, C. (2016). Phylogenetic characterization and morphological and physiological aspects of a novel acidotolerant and halotolerant microalga *Coccomyxa onubensis* sp. nov. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Journal Applied Phycology* 28: 3269-3279.
- [2] Sánchez, J.F., Fernández-Sevilla, J.M., Ación, F.G., Cerón, M.C., Pérez-Parra, M.J., Molina-Grima E. (2008). Biomass and lutein productivity of *Scenedesmus almeriensis*: Influence of irradiance, dilution rate and temperature. *Applied Microbiology and Biotechnology* 79(5): 719-729.
- [3] Cultivo de bivalvos en criadero. FAO 471, 2006
- [4] Segarra A., Pépin J.F., Arzul, I., Morga, B., Faury, N., Renault, T. (2010). Detection and description of a particular Ostreid herpesvirus 1 genotype associated with massive mortality outbreaks of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in France in 2008. *Virus Research* 153(1): 92-99.
- [5] López-Sanmartín M. (2016). Caracterización molecular de las ostras del litoral atlántico andaluz y sus patologías. Tesis doctoral, Universidad de Granada.

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANTIPROLIFERATIVA DE EXTRACTOS FUNCIONALES DE LA MICROALGA *NANNOCHLOROPSIS GADITANA*

Martínez, Rosario ⁽¹⁾; Cabeza, Laura⁽²⁾; Perazzoli, Gloria⁽²⁾; Ortiz, Raúl⁽²⁾; Caba, Octavio⁽²⁾; Prados, José C.⁽²⁾; Melguizo, Consolación⁽²⁾; Galisteo, Milagros⁽³⁾; Aranda, Pilar⁽¹⁾; López-Jurado, María⁽¹⁾; Porres, Jesús. M⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Fisiología, Facultad de Farmacia. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigación Biomédica. Universidad Granada. Rosario Martínez (rosariomz@ugr.es); Pilar Aranda (paranda@ugr.es); María López-Jurado (mlopezj@ugr.es); Jesús M. Porres (jmporres@ugr.es)

⁽²⁾ Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina. Instituto de Biopatología y Medicina Regenerativa, Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Laura Cabeza (lautea@ugr.es); Gloria Perazzoli (gperazzoli@ugr.es); Raúl Ortiz (roquesada@ugr.es); Octavio Caba (ocaba@ugr.es); José C. Prados (jcprados@ugr.es); Consolación Melguizo (melguizo@ugr.es)

⁽³⁾ Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Milagros Galisteo (mgalist@ugr.es)

Palabras Clave: Nannochloropsis gaditana, capacidad funcional, capacidad antioxidante, valoración nutricional, microalga, antiproliferación.

Nannochloropsis gaditana es una especie de alga marina de 3 µm de tamaño, de origen natural, no modificada ni mejorada genéticamente, aislada e identificada en la Bahía de Cádiz [1]. A nivel nutricional presenta una interesante composición en proteína, hidratos de carbono, grasa con alto componente de ácidos grasos insaturados, minerales y vitaminas, además de numerosos compuestos bioactivos con potenciales beneficios para la salud. Por otra parte, existe relativamente poca información sobre la biodisponibilidad real de sus nutrientes, su ausencia de toxicidad, y sobre la preparación de extractos bioactivos que muestren efectos beneficiosos para la salud. Concretamente efectos beneficiosos frente al cáncer ya que éste representa en la actualidad un problema de salud de primer orden, con 14,1 millones de nuevos casos al año y 8,2 millones de muertes al año siendo los más frecuentes el cáncer de pulmón, el de mama y el cáncer colorrectal [2].

Por tanto los objetivos de este proyecto son caracterizar nutricionalmente esta microalga y avanzar en el desarrollo de alimentos funcionales y nutracéuticos que favorezcan la prevención y/o tratamiento de distintos tipos de cáncer. Para ello se prepararán distintos extractos funcionales (por extracción acuosa, extracción etanólica e hidrólisis proteica) y posteriormente se procederá a la caracterización química de los mismos para determinar su composición en compuestos bioactivos. También se llevarán a cabo experimentos para determinar la capacidad antioxidante de los distintos extractos funcionales mediante ensayos *in vitro* utilizando dos líneas celulares: HT-29 (línea celular de colon) y HepG2 (línea celular hepática).

Para la valoración nutricional de la microalga se utilizará un modelo experimental *in vivo* de rata Wistar determinando la biodisponibilidad proteica, lipídica y de minerales de *N. gaditana*.

Por último, se determinará la capacidad antiproliferativa de los distintos extractos funcionales obtenidos a partir de *N. gaditana* en distintas líneas celulares de cáncer de colon, mama y pulmón. Los resultados obtenidos pondrán en valor la potencial importancia de un producto marino como *N. gaditana* para el desarrollo de alimentos funcionales y productos nutracéuticos con alto valor nutritivo y efectos beneficiosos para la salud. Estos resultados podrán ser susceptibles de protección mediante patentes y podrán ser transferidos a

empresas del ámbito de la industria agroalimentaria y biosanitaria para su posterior desarrollo. Su mercado potencial sería muy amplio dado que el cáncer posee una alta incidencia y un mal pronóstico, especialmente en estadios avanzados. Para poder llevar a cabo este proyecto cabe resaltar la colaboración establecida con la empresa ENDESA Generación, S.A que se encargará de proveer la biomasa necesaria de la microalga a los Investigadores expertos tanto en valoraciones nutricionales de distintos alimentos, como en la obtención de extractos funcionales y ensayos e investigación en cáncer que participarán en este proyecto.

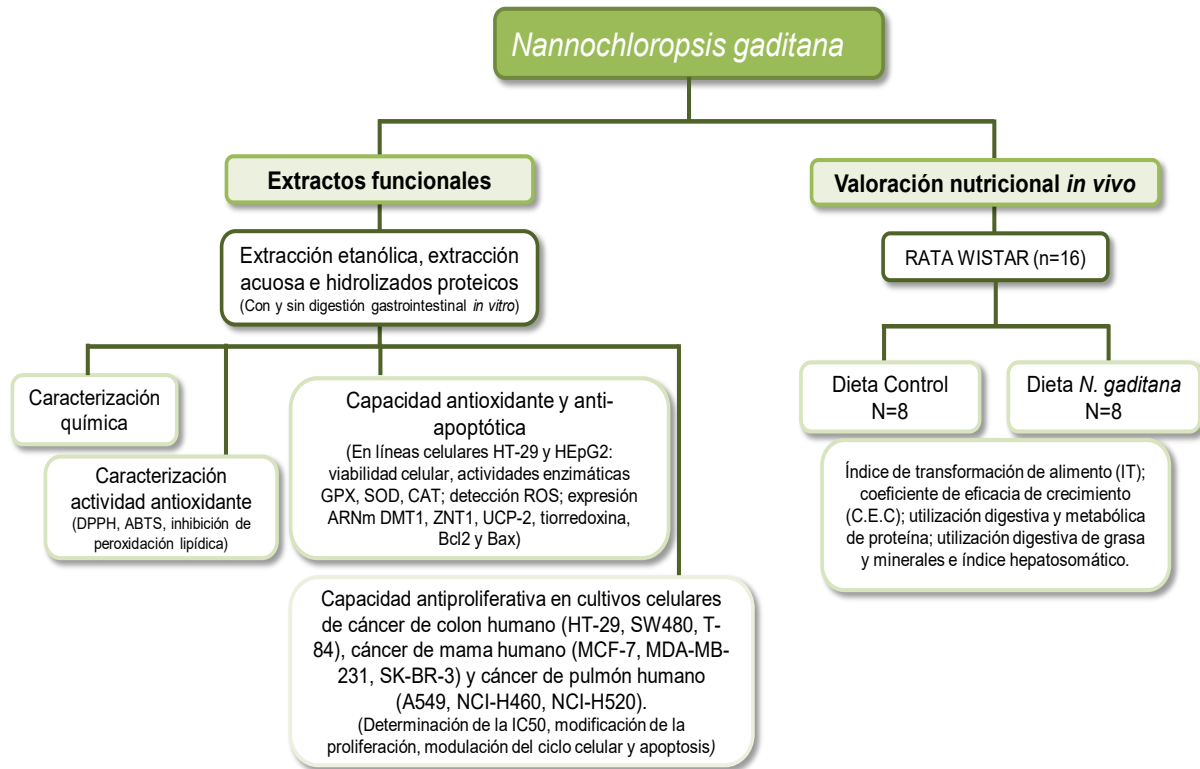


Figura 1. Esquema representativo del flujo de trabajo previsto para llevar a cabo el proyecto.

Agradecimientos

Este estudio está financiado por el Campus de Excelencia Internacional del Mar. Agradecimientos también para los grupos de Investigación AGR-145 (Fisiología digestiva y nutrición), CTS-107 (Nuevas tecnologías aplicadas a la Investigación Biomédica) y CTS-164 (Farmacología de productos naturales). También agradecer a ENDESA Generación S.A. su participación en este proyecto.

Referencias

- [1] LM Lubián, Lazaroa (1982) 287.
- [2] World Health Organization. GLOBOCAN 2012. Estimated cancer incidence, mortality and prevalence Worldwide in 2012. http://globocan.iarc.fr/Pages/fact_sheets_cancer.aspx (accessed 23 Jul2018).

PROYECTO COORDINADO: ¡DUNAS! INTEGRANDO INVESTIGACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA LA CONSERVACIÓN DE SISTEMAS LITORALES

Martínez-Chico, María⁽¹⁾; Romero-López, María del Carmen⁽²⁾; Gisbert Gallego, Juan⁽¹⁾; Jiménez Liso, María Rut⁽¹⁾; López-Gay, Rafael⁽¹⁾; Moya Laraño, Jordi⁽¹⁾; Barón López, Sergio David⁽²⁾; Carrillo Rosúa, Francisco Javier⁽²⁾; González García, Francisco⁽²⁾; Jiménez-Tejada, María Pilar⁽²⁾; Perales Palacios, Francisco Javier⁽²⁾; Rams Sánchez, Susana⁽²⁾; Vílchez González, José Miguel⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad de Almería, mmartinez@ual.es

⁽²⁾ Universidad de Granada, romero@ugr.es

Palabras Clave: Educación Ambiental, Conservación, Sistemas Litorales, Biodiversidad, Participación ciudadana, Indagación.

El póster a presentar trata sobre un Proyecto coordinado concedido por el CEI·MAR en la Convocatoria dirigida a JÓVENES INVESTIGADORES recientemente publicada.

La finalidad del Proyecto es, a través de una estrecha colaboración entre investigadores (de la Universidad de Almería y de Granada) y la propia ciudadanía, dar a conocer y concienciar sobre la importancia de la conservación de los sistemas vivos-dinámicos-complejos que constituyen las dunas costeras del Parque Natural Cabo de Gata, a la par que se contribuye al conocimiento científico sobre el estado de estos sistemas, con la intención de impulsar un modelo de desarrollo adaptativo basado en la sostenibilidad y transferencia de conocimiento científico. Para ello se pretende analizar el estado de la biodiversidad de las dunas con y para la ciudadanía, crear un portal de ciencia ciudadana para implicar a la sociedad en la investigación litoral, y dar a conocer los valores ecosistémicos que ofrecen las dunas a través de una propuesta de actividades a realizar en ruta, que favorezca un turismo y un uso responsable en pro de la conservación de estos sistemas litorales, contribuyendo así a la creación de una “imagen” de Cabo de Gata como destino ideal para el ecoturismo.

Los entornos litorales son ecosistemas dinámicos y complejos, propios de la interfase entre mar y tierra, que incluyen las zonas costeras y cercanas, las dunas, los arenales costeros, los acantilados y las sierras litorales, ambientes vulnerables que están sujetos en muchas ocasiones a una fuerte presión antrópica. Estos sistemas desempeñan una función clave en todo el litoral andaluz, y por tanto en el almeriense, donde se ubica el Parque Natural marítimo-terrestre Cabo de Gata-Níjar, uno de los espacios protegidos con más figuras de protección complementarias de toda España: ZEPA, Reserva de la Biosfera, Zona de Especial Importancia para la Protección del Mediterráneo, Geoparque y Lugar de Importancia Comunitaria de la Red Natura 2000. Las dunas representan un enclave natural dentro de los sistemas dunares mediterráneos, formando una barrera natural paralela a la costa, pues absorben la fuerza del mar, protegiendo las zonas interiores o creando acuíferos subterráneos. En un futuro actuarán como parapeto contra la subida del nivel del mar, y destacan por la peculiaridad de su fauna y flora (adaptadas a unas condiciones edáficas extremas como pueden ser la escasa capacidad para retener agua, la escasez de nutrientes, las elevadas temperaturas en superficie, la movilidad del sustrato y la concentración de sales), así como una particular composición y abundancia, fundamentalmente representada por unas pocas especies de amplia distribución geográfica, eventualmente acompañadas de otras de distribución limitada. Entre la flora autóctona existen especies típicas de matorral y arbustivo mediterráneo, cabe ser destacada la presencia de importantes hábitats naturales en sistemas de dunas costeras, como los catalogados por la Red Natura 2000 (Directiva 92/43/CEE) como hábitats naturales de interés prioritario; que además son el hábitat ideal para diferentes especies de aves. También sirve de hábitat a colonias de pequeños mamíferos, reptiles, insectos y pequeñas aves silvestres. Además, son un ejemplo de ecosistemas de belleza y valor extraordinarios, sumamente atractivos, tanto por sus valores estéticos como por la presencia de endemismos y especies raras, catalogadas como vulnerables o incluso en peligro de extinción. A pesar de su importancia, las costas de Cabo de Gata se están viendo afectadas por las

consecuencias de la gran expansión del sector agrícola (intensivo bajo plástico) y turístico, así como por la introducción de especies invasoras que afectan al crecimiento de las especies autóctonas, provocando entre otros, una reducción de la biodiversidad. Además, los sistemas de dunas costeras, al igual que el resto de hábitats litorales, son extremadamente frágiles, ajustados en su formación, desarrollo y evolución a procesos naturales, y fácilmente vulnerables frente a la acción humana. Desafortunadamente, en las últimas décadas se han multiplicado e intensificado las actividades que conllevan el deterioro, a veces irreversible, de estos ecosistemas, conservándose en estado natural únicamente el 45% a nivel europeo y en la región mediterránea un 25% [1]. La alteración, o en casos extremos, la interrupción de la dinámica sedimentaria costera debido a la construcción, al cultivo y pastoreo desmedidos, o a la presión de miles de personas que ven en las playas un lugar de ocio y esparcimiento, son factores de riesgo que estos ecosistemas han de soportar. Dichas actividades provocan una pérdida directa de la cubierta vegetal que atrapa y mantiene la arena sobre las dunas, promoviendo una mayor susceptibilidad de las dunas frente a la erosión eólica e hídrica que finalmente conduce a la pérdida de los numerosos y valiosos bienes y servicios ecosistémicos que las dunas ofrecen en estado natural. Por todo ello, la mayoría de las dunas costeras presentan actualmente un alto grado de deterioro, y las zonas aún conservadas se enfrentan a un grave riesgo por la disyuntiva entre conservación y desarrollo turístico [2].

Con el Proyecto se pretenden alcanzar 3 grandes objetivos que guardan relación entre sí:

- Analizar el estado actual de las dunas (conservadas y no conservadas) mediante registros de fauna, flora y del propio sustrato (estado de contaminación) que permitan conocer la biodiversidad y la funcionalidad ecológica de los sistemas de dunas costeras (que funcionan como “ecotono”). Comparar ambos tipos de escenarios, para emitir unas conclusiones que también se refieran a las consecuencias de la acción antrópica, y ayuden a definir acciones concretas para favorecer la conservación de los sistemas dunares.
- Promover la participación ciudadana para implicar a la sociedad en la investigación litoral, a través del registro, no sólo de sus observaciones, experiencias, reflexiones... Sino también de su participación directa en “muestreos-jornadas formativas” para identificar la biodiversidad de las zonas dunares y reconocer sus valores, apoyándonos en diseños experimentales científicos reales.
- Fomentar el uso público responsable y el Ecoturismo como herramienta de cambio para la conservación de áreas costeras.

Los esfuerzos se orientarán hacia la concienciación de una ciudadanía mejor informada, que pueda actuar de manera más responsable para frenar el deterioro del sistema litoral. Para conseguir los objetivos generales del proyecto, se plantea el uso de una metodología integradora que responda a los requerimientos de ambos subproyectos. La propuesta metodológica incorpora acciones propias de diferentes áreas: de investigación científica y de la didáctica de las ciencias, en concreto, educación ambiental.

La metodología propuesta para conocer el estado de conservación de las dunas se realizará con la obtención de datos y consulta de bases de datos existentes que permitan plantear una fotografía del estado de la biodiversidad y del suelo. Para ampliar y actualizar completar el conocimiento de las áreas de distribución, biología, ecología y otros aspectos que resultan imprescindibles para una correcta conservación y gestión de las especies y los espacios, se hace necesario un estudio directo en los hábitats donde estas tienen establecidas sus poblaciones. Esto se realizará a través de inventarios de Biodiversidad en las dunas, reconociendo qué elementos son importantes o entidades que la componen, describiendo estructura y funciones, para lo que es preciso, si pretendemos obtener información básica confiable (sustentadas científicamente) para la toma de decisiones, el desarrollo de estrategias multidisciplinares, que permitan obtener información a corto y medio plazo, para conocer la composición y los patrones de la distribución de la biodiversidad [3].

En lo que respecta a la metodología en el área de Didáctica de las Ciencias, el diseño de materiales y propuestas educativas se apoyará en las características del Enfoque de Enseñanza basada en la Indagación [4], eficaz en lograr un aprendizaje significativo como ha sido evidenciado por la Investigación Educativa, a través de prácticas científicas como el planteamiento de preguntas y la construcción de explicaciones basadas en pruebas. Este enfoque actuará como referente y se combinará con principios básicos que permiten una Educación Ambiental más “efectiva”, huyendo de la mera imposición de normas o conductas de manera aislada, y promoviendo la concienciación y sensibilización de la población acerca del problema ambiental en cuestión y de sus consecuencias, para que puedan tomar decisiones y desarrollar acciones de manera fundamentada. Esta visión de la educación huye de la transmisión de conocimientos unidireccional, y trata

de promover la curiosidad, y de involucrar a los participantes, a través de actividades interactivas diseñadas para ser realizadas in situ, de manera que se desarrolle una educación para la sostenibilidad [5] a través de un enfoque basado en la indagación.

Todas las acciones a desarrollar se complementan y llevan incorporado un plan de comunicación y un plan de evaluación continua por parte de una asesoría externa que ejecute las labores de coordinación, asesoramiento, diseño experimental y toma de muestras, sensibilización de destinatarios, creación de material divulgativo y difusión de resultados a la ciudadanía a lo largo de todo el periodo de ejecución del proyecto, además de aportar un feed-back de expertos a la ciudadanía.

Referencias

- [1] Gallego-Fernández, JB, García-Mora, MR, Ley Vega de Seoane C. (2003). Restauración de Ecosistemas Dunares Costeros. En: Ibarra JMN, Benayas JMR, Pinilla TE (Eds.), Restauración de Ecosistemas Mediterráneos. Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá de Henares, Vol. 1. pp. 157-172.
- [2] Rodríguez Gallego, C. M. (2014). Caracteres funcionales de dunas del sur de España. Ed. Universidad de Málaga, Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica. Extraído de <http://hdl.handle.net/10630/7217>
- [3] Haila, Y., & Margules, C. R. (1996). Survey research in conservation biology. *Ecography*, 19(3), 323-331.
- [4] Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... & Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science education*, 88(3), 397-419.
- [5] Vilches, A., & Pérez, D. G. (2012). La educación para la sostenibilidad en la Universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 25-43.

ESTUDIO INTEGRADO DE LA VEGETACIÓN DE ARENALES COSTEROS (AREVEG)

Mendoza-Fernández, Antonio Jesús; Salmerón-Sánchez, Esteban; Pérez-García, Francisco Javier; Martínez-Hernández, Fabián; Teruel Giménez Blas Javier; Merlo Calvente, María Encarnación; Mota Poveda, Juan Francisco

Departamento de Biología y Geología. CEIMAR. CECOUAL. Universidad de Almería, Almería. España

amf788@ual.es, esanchez@ual.es, fp Garcia@ual.es, fmh177@ual.es, bjteruel@gmail.com, emerlo@ual.es, jmota@ual.es

Palabras Clave: Conservación, ecofisiología, ecosistema litoral, flora amenazada, vegetación sabulícola.

Muchas de las dunas originarias del litoral de la provincia de Almería han perdido su morfología natural y buena parte de sus procesos ecológicos ya no son tales. La experiencia llevada a cabo en los arenales costeros españoles se ha centrado fundamentalmente en estudios de tipo florístico [1] y en proyectos de restauración y recuperación del ecosistema de arenal (e.g. Plan de recuperación y conservación de especies de dunas, arenales y acantilados costeros. Junta de Andalucía). Trabajos como los de Mota et al. [2] y Mendoza-Fernández et al. [3] alertan sobre la dramática situación de algunas de las comunidades vegetales de zonas áridas del Sureste Ibérico, y sobre los desequilibrios en materia de conservación que se dan entre los espacios naturales áridos y los de montaña. Tradicionalmente se ha prestado una mayor atención a ecosistemas de alta montaña, frente a aquellos hábitats ligados a condiciones de marcada aridez menospreciados en el pasado. Otros estudios señalan incluso los huecos presentes en las redes de conservación de la naturaleza para la preservación tanto de especies vegetales como de hábitats prioritarios [4]. Además, los ecosistemas litorales resultan ser espacios naturales especialmente afectados por factores de amenaza de origen antrópico [5], sobre todo si tenemos en cuenta que más del 57% de la población censada en Andalucía ocupa núcleos de población situados entre el nivel del mar y los 50 metros de altura (www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia). Los trabajos que combinan modelos de nicho ecológico y estudios diacrónicos basados en la fotointerpretación histórica resultan de gran utilidad para evaluar la situación actual de un hábitat o especie amenazada en concreto, y la pérdida y/o fragmentación que se ha producido en dicho hábitat [6]. Sin embargo, estos modelos pueden resultar tautológicos considerando las especies como entes poco dinámicos. Aquí es determinante el hecho de poder contar con un contingente de información básica detallada que será procesada y centralizada en el Banco de Germoplasma de la Universidad de Almería. Introducir en los modelos de nicho la información actualizada con el máximo nivel de detalle disponible permitiría incrementar la robustez de las respuestas que nos ofrecerá el modelo. Por otro lado, las plantas propias de los arenales marinos están sometidas a tres filtros ecológicos, dos de ellos abióticos a los que se suma un tercero biótico conformando un triángulo en el que todos estos factores se combinan. En el primer caso, el filtro tiene que ver con la textura del suelo, responsable de la xericidad imperante, de manera que las plantas de estos ambientes están sometidas a un importante estrés hídrico responsable de una notable convergencia adaptativa que coincide, en gran medida, con la que se puede reconocer en muchas plantas de alta montaña [7].

El segundo filtro es de tipo nutricional, relacionado tanto con la pobreza en nutrientes esenciales debido a la textura del suelo [8]. Esta circunstancia debe examinarse en las diferentes partes de la planta (raíz, tallo y hojas). Finalmente, un tercer filtro que tiene que ver con las interacciones establecidas por las raíces y el suelo. No solamente establecido entre el propio sustrato y las raíces de cada planta, si no por las funciones de relación planta-planta que se desarrollan en el subsuelo gracias al sistema radical [9]. Como corolario cabría destacar que el hecho de poder integrar los patrones de distribución espacial, datos nutricionales e interacciones entre distintos individuos y recursos disponibles supondría un aspecto novedoso e interesante de este proyecto de investigación.

Agradecimientos

Al proyecto CEIJ-012 de la convocatoria para jóvenes investigadores CEI·MAR 2018. A la Delegación Territorial de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía en Almería por el apoyo recibido. A la empresa Viveros Muzalé S.L. por la colaboración establecida con el grupo de investigación RNM-344 Biología de la Conservación de la Universidad de Almería.

Referencias

- [1] J. García-Albá, M. Morey. La vegetación de las dunas litorales y su relación con la morfología dunar y el gradiente de influencia marina. *Mediterránea, Ser. Biol.* (1981) 5 3-22.
- [2] J.F. Mota, J. Peñas, H. Castro, J. Cabello, et al. Agricultural development vs biodiversity conservation: the Mediterranean semiarid vegetation in El Ejido (Almería, southeastern Spain). *Biodiv. Conserv.* (1996) 5(12) 1597-1617.
- [3] A.J. Mendoza-Fernández, F.J. Pérez-García, J.M. Medina-Cazorla, F. Martínez-Hernández, et al. Gap Analysis and selection of reserves for the threatened flora of eastern Andalusia, a hot spot in the eastern Mediterranean region. *Acta Bot. Gallica* (2010) 157(4) 749-767.
- [4] A.J. Mendoza-Fernández, F.J. Pérez-García, F. Martínez-Hernández, J.A. Garrido-Becerra, et al. Threatened plants of arid ecosystems in the Mediterranean Basin. A study case of the Southeastern Iberian Peninsula. *Oryx* (2014) 8(4) 548-554.
- [5] A.J. Mendoza-Fernández, J.F. Mota. Red Lists versus nature protection Acts: new analytical and numerical method to test threat trends. *Biodiv. & Conserv.* (2016) 25 (2) 239-260.
- [6] A.J. Mendoza-Fernández, J.A. Garrido, F. Martínez-Hernández, F.J. Pérez García, et al. *Maytenus senegalensis* subsp. *europaea* distribution modeling in SE Spain. *Plant Biosys.* (2015) 149(3) 503-511.
- [7] J.F. Mota, J.A. Garrido-Becerra, M.E. Merlo, J.M. Medina-Cazorla, et al. The edaphism: gypsum, dolomite and serpentine flora and vegetation. In: *The Vegetation of the Iberian Peninsula*. Loidi, J. & Werger, M.J.A. (Eds.). Springer. 2017.
- [8] J.A. Carreira, K. Lajtha, F.X. Niell. Phosphorus Transformations along a Soil/Vegetation Series of Fire-Prone, Dolomitic, Semi-Arid Shrublands of Southern Spain. *Biogeochemistry.* (1997) 39 (1) 87-120.
- [9] S. Mancuso, A. Viola. *Sensibilidad e inteligencia en el mundo vegetal*. EBook. 2015.

INCORPORACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN MODELOS MATEMÁTICO-ESTADÍSTICOS DE EVALUACIÓN USADOS PARA LA GESTIÓN PESQUERA: EL CASO DE LA ANCHOA EUROPEA

Rincón Hidalgo, Margarita María^{*(1)}; Ramos Mondrego, Fernando⁽²⁾; Javier Ruiz⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de ecología y gestión costera, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Puerto Real, Cádiz, España.

⁽²⁾ Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Cádiz, Cádiz, España

* margarita.rincon@icman.csic.es

Palabras Clave: Anchoa europea, modelo matemático-estadístico, Gadget, enfoque ecosistémico, gestión pesquera.

Antecedentes

El caso de estudio escogido para llevar a cabo este proyecto es el stock de anchoa europea del Atlántico sur (Subdivisión ICES 9a Sur), *Engraulis encrasicolus*. La anchoa (también conocida como boquerón) se encuentra entre las pesquerías destacadas en España, siendo el quinto pescado más consumido, con una consumición per cápita de 1,12 kg en el 2013 y en particular en el Golfo de Cádiz se han reportado capturas de 6000 toneladas aproximadamente, valoradas por encima de los 13 millones de euros en 2014 [1]. Aparte de su relevancia económica y social, también es muy importante dentro del ecosistema marino porque, junto con los demás pequeños pelágicos, forma parte de un cuello de botella en el flujo de energía en la cadena trófica desde los niveles inferiores hasta los depredadores tope.

Su tamaño pequeño (menor de 20 cm aprox.) y su corto ciclo vital (menos de dos años aprox.) hacen que las fluctuaciones de su población estén gobernadas por elementos con un alto grado de imponderabilidad, ya que el éxito en el reclutamiento depende altamente de las condiciones meteorológicas y oceanográficas durante las primeras etapas de su desarrollo vital.

La evaluación y gestión de esta especie se basa en una asesoría científica desarrollada por el ICES (International Council for the exploration of the sea, Consejo Internacional para la Exploración del Mar) usando las tendencias estimadas por un modelo matemático-estadístico llamado Gadget. Este modelo incluye todos los procesos biológicos relevantes y su interacción con la pesca pero no incluye la influencia del medio ambiente en el ciclo vital de la anchoa. Una influencia determinante, ya que cambios ambientales drásticos que ocurran en pocos días pueden dar al traste con una buena parte de la puesta.

Objetivo general

El proyecto que se desarrollará pretende expandir el modelo usado para la evaluación de la pesquería con una estructura matemática que permita incorporar en su mecánica la influencia de diferentes factores ambientales. Dicho modelo permitiría detectar con 6 meses de anticipación aproximadamente de acuerdo a las condiciones medioambientales, si la población será abundante, o si al contrario, será escasa durante la temporada de pesca. Esto ayudaría a establecer unas restricciones de pesca más acordes con la realidad y sería una gran herramienta de prevención de cara a escenarios de mediano y largo plazo, por un lado un escenario de buen estado del ecosistema en el 2020 como lo pide la actual normativa europea y, a un posible y altamente probable escenario de cambio climático. Esta incorporación además podría proporcionar una metodología común que pudiese ser útil para modelar la dinámica de población en el manejo de las pesquerías de otros pequeños pelágicos cuya dinámica poblacional depende fuertemente de la influencia del ecosistema

Metodología

La metodología se descompone en varias etapas: Primero se requiere la recopilación de series temporales de posibles variables medioambientales que afecten el ciclo vital de la anchoa europea, luego se implementará el modelo usado para la evaluación de la pesquería [2,3]. Los resultados de este modelo se usarán junto con las series temporales recogidas anteriormente para aplicar diferentes test estadísticos de relación y causalidad que permitirán definir una forma funcional del reclutamiento respecto a dichas variables. Finalmente dicha forma funcional se incluirá dentro del modelo para simular la dinámica poblacional bajo diversos escenarios ambientales, incluyendo un posible escenario de cambio climático.

- *Modelo Gadget*

Gadget es un modelo estructurado por tallas y edades que integra diferentes fuentes de información para producir un diagnóstico de la dinámica del stock. Funciona haciendo proyecciones y minimizando una función objetivo (logverosimilitud negativa) que mide la diferencia entre el modelo y los datos. La descripción general del modelo y todas las opciones disponibles se pueden encontrar en el manual de Gadget [4] y algunos ejemplos específicos se pueden encontrar en [5-6]. La implementación del modelo Gadget consiste en tres partes, una simulación de la dinámica biológica de la población (modelo de simulación), una adaptación del modelo a los datos observados utilizando una función logarítmica de verosimilitud ponderada (modelo de observación) y la optimización de los parámetros utilizando diferentes algoritmos iterativos.

- *Implementación*

Se partirá del modelo base evaluado y aprobado en WKPELA 2018 y se actualizará con los datos más recientes de la pesquería. El modelo se correrá en los servidores del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA).

- *Test estadísticos de relación y causalidad*

Se hará un ajuste usando modelos vectoriales autorregresivos (VAR models) para determinar la significancia estadística de las diferentes variables consideradas en la predicción del reclutamiento y se ajustará una forma funcional del reclutamiento respecto a dichas variables.

- *Modelo Gadget + enfoque ecosistémico*

Se desarrollará una estructura matemática dentro del modelo Gadget que permita incorporar la forma funcional que relaciona el reclutamiento y las variables ambientales, planteada en el punto anterior.

- *Simulación de escenarios futuros y estrategias de gestión*

Se proyectará el modelo resultante bajo condiciones adversas, regulares y favorables de las variables ambientales aplicando además diferentes valores de esfuerzo pesquero.

Agradecimientos

Este proyecto será financiado por el CEIMAR, proyecto CEIJ-018 contando con el apoyo del Centro de Supercomputación de Galicia, CESGA.

Referencias

- [1] Ruiz, J., Rincón, M. M., Castilla, D., Ramos, F., & del Hoyo, J. J. G. (2017). Biological and economic vulnerabilities of fixed TACs in small pelagics: An analysis of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Cádiz. *Marine Policy*, 78, 171–180.
- [2] ICES, 2018. Report of the Benchmark Workshop on Pelagic Stocks, WKPELA 2018, 12–16 February 2018, Copenhagen, Denmark.
- [3] Rincón, M. M., Ramos, F., Uriarte, A., Garrido, S., Silva, A., 2018a. Gadget for 9a South (WKPELA 2018). Working Document presented to ICES WKPELA 2018 Benchmark Assessment Workshop. 12-16 February 2018, ICES HQ. Copenhagen. 29 pp.

- [4] Begley, J., 2004. Gadget User Guide. URL: <http://www.hafro.is/gadget/files/userguide.pdf>.
- [5] Taylor, L., Begley, J., Kupca, V., Stefansson, G., 2007. A simple implementation of the statistical modelling framework Gadget for cod in Icelandic waters. *African Journal of Marine Science* 29, 223-245.
- [6] Elvarsson, B., Taylor, L., Trenkel, V., Kupca, V., Stefansson, G., 2014. A bootstrap method for estimating bias and variance in statistical fisheries modelling frameworks using highly disparate datasets. *African Journal of Marine Science* 36, 99-110.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE SEDIMENTOS ESTUARINOS EN EL ENTORNO DEL PUERTO DE HUELVA: PROPUESTAS DE REMEDIACIÓN

Ruiz Cánovas, Carlos ⁽¹⁾; Basallote, María Dolores ⁽¹⁾; Martín Díaz, Laura ⁽²⁾, López González, Nieves ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Huelva, Huelva.
carlos.ruiz@dgeo.uhu; maria.basallote@dct.uhu.es

⁽²⁾ CACYTMAR. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Puerto Real (Cádiz).
laura.martin@uca.es

⁽³⁾ Centro Oceanográfico de Málaga. Instituto Español de Oceanografía, Fuengirola (Málaga). nieves.lopez@ieo.es

Palabras Clave: sedimentos estuarinos, contaminación minera, metales, biodisponibilidad, remediación.

Introducción

La Ría de Huelva ha sufrido el impacto de la minería de forma ininterrumpida a lo largo de la historia. Además, a partir de los años 60 del siglo pasado, la actividad industrial desarrollada en la zona ha provocado la liberación de una gran cantidad de efluentes contaminantes y la generación de una gran cantidad de residuos industriales, que han convertido el estuario de la Ría de Huelva en uno de los sistemas más contaminados del sur de Europa (Borrego et al., 2002). La minería es la principal fuente de contaminación del estuario, transportando una elevada carga de metales como Fe (7900 t/año), Al (5800 t/año), Zn (3500 t/año), Cu (1700 t/año), Mn (1600 t/año) a través de los ríos Tinto y Odiel. Durante los procesos de mezcla en el estuario, la mayor parte de estos metales precipitan debido al aumento de pH y salinidad quedando retenidos en el sedimento. La acumulación de estos sedimentos ricos en metales plantea dificultades en la gestión ambiental del Puerto de Huelva durante las operaciones de dragado necesarias para asegurar las operaciones portuarias. La elevada concentración metálica en estos sedimentos podría exceder los límites legales en la normativa ambiental, lo cual conllevaría a realizar un tratamiento previo a estos sedimentos. Sin embargo, la existencia de altas concentraciones metálicas no implica la biodisponibilidad de los mismos. Un estudio detallado de la movilidad y biodisponibilidad de estos metales en los sedimentos es necesario para gestionar de forma segura estos sedimentos. Además, la movilidad y biodisponibilidad de estos sedimentos parece estar relacionada con el grado de influencia fluvial a la que es sometida el sedimento estuarino (Nieto et al., 2007). Por tanto, es necesario una evaluación espacial de la movilidad y biodisponibilidad de metales en los sedimentos a lo largo del estuario de la Ría de Huelva, así como proponer medidas de actuación en caso que los metales contenidos en los sedimentos presenten un elevado grado de movilidad y biodisponibilidad. Esta información es de gran importancia para la gestión ambiental en el entorno portuario. El actual proyecto, que será financiado mediante las ayudas a proyectos de investigación “Jóvenes Investigadores CEIMAR 2018”, permitirá la obtención de información relevante para la gestión ambiental del mencionado entorno portuario.

Objetivos

El objetivo principal del proyecto es evaluar la movilidad y biodisponibilidad de metales contenidos en los sedimentos a lo largo del estuario de la Ría de Huelva, que debe presentar una gran variabilidad espacial debido a los procesos de mezcla entre aguas fluviales ácidas y marinas, y la afección por actividades industriales a lo largo del estuario.

Metodología

Para cumplir con los objetivos del proyecto se realizará un muestreo detallado a lo largo del estuario considerando los diferentes ambientes sedimentarios que controlan los procesos de sedimentación. Las muestras se recogerán en forma de testigos mediante tomamuestras tipo beeker en diferentes puntos del estuario. Se tomarán réplicas en cada punto de muestreo para su análisis granulométrico, químico y toxicológico. Las muestras serán inmediatamente llevadas a laboratorio, donde en cámara anóxica se procederá a su corte en segmentos de diferente profundidad. Una de las réplicas será posteriormente congelada y liofilizadas para el estudio de movilidad, mientras que la otra réplica irá destinada al estudio de toxicidad y granulométrico.

Se realizará un análisis granulométrico a las muestras para conocer el tamaño de grano en cada sección. La composición mineralógica del sedimento se determinará mediante difracción de rayos X en los Servicios Centrales de Investigación de la Universidad de Huelva. La composición total de las muestras será determinada mediante digestión ácida (4 ácidos) y posterior análisis de la solución mediante ICP-AES e ICP-MS en los Servicios Centrales de Investigación de la Universidad de Huelva. La movilidad de los metales contenidos en los sedimentos se realizará mediante la aplicación de un procedimiento de extracción secuencial donde se determinará la fracción soluble/fácilmente intercambiable, la fracción reducible, la fracción oxidable y la fracción residual. Los extractos obtenidos en cada fase de la extracción secuencial serán analizados mediante ICP-AES e ICP-MS. Los resultados obtenidos se compararán con el contenido total para cuantificar la movilidad de los metales bajo las diferentes condiciones ambientales (soluble, reducible y oxidable).

La biodisponibilidad de los metales contenidos en los sedimentos estuarinos se estudiará mediante el contacto del sedimento con dispositivos DGT (diffusive gradients in thin films). Estos dispositivos están constituidos por una capa de hidrogel y una membrana que al contacto con el sedimento es capaz de absorber los metales biodisponibles. Estos dispositivos se usan para predecir de forma eficaz la respuesta de algunos organismos bénticos a la toxicidad de un sedimento. Una vez transcurrido el tiempo de contacto entre el sedimento y el DGT (entre 24 y 48h), el DGT es digerido en ácido nítrico para solubilizar los metales y este extracto será analizado mediante ICP-AES e ICP-MS en los Servicios Centrales de Investigación de la Universidad de Huelva.

Resultados esperados

Este proyecto se enmarca dentro de la línea I+D+I CEIMAR “Gestión Portuaria, Transporte Marítimo, Logística de Transporte e industria Naval y Offshore”, en concreto en los apartados “2.1.1.8 Impacto ambiental en el entorno portuario” y “2.1.2.5 Dragados en áreas portuarias y señalización”. El objetivo de este proyecto es determinar la movilidad y biodisponibilidad de metales en sedimentos del estuario de la Ría de Huelva, que presenta contenidos metálicos elevados en comparación con otros estuarios a nivel mundial, debido a la intensa minería desarrollada desde tiempos antiguos en la región. Estas elevadas concentraciones en metales suponen un grave problema en la gestión de los materiales dragados del Puerto, cuyos elevados niveles (superando las guías de calidad del estado en algunos casos) dificultan la adecuada gestión de los mismos. Los resultados de este proyecto aportarían información actualizada que permitiría establecer una delimitación adecuada de zonas sensibles en el estuario asociadas a su contaminación, contribuyendo así a una gestión más eficiente y sostenible del material de dragado.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Convocatoria de ayudas a proyectos de investigación “Jóvenes Investigadores CEIMAR 2018”.

Referencias

- [1] J. Borrego, J.A. Morales M.L. de la Torre, J.A. Grande, Environ Geol. 41 (2001) 785.
- [2] J.M Nieto, A.M Sarmiento, M. Olías, C.R Cánovas, I. Riba, J. Kalman, T.A Delvalls. Environ Int 33 (2007). 445.

INCLUSIÓN DE HIDROLIZADOS ENZIMÁTICOS DE *NANNOCHLOROPSIS GADITANA* EN LA DIETA DE JUVENILES DE DORADA: EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO ENERGÉTICO Y POSIBLE MEJORA DEL BIENESTAR ANIMAL

Ruiz-Jarabo, Ignacio; Jerez-Cepa, Ismael; Barragán-Méndez, Cristina;
Fernández, Miria; Mancera, Juan Miguel

Departamento Biología, Facultad Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de
Cádiz (UCA), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR)

ignacio.ruizjarabo@uca.es

Palabras Clave: Acuicultura, Aditivos en piensos, Dorada, Microalgas, *Nannochloropsis gaditana*.

El presente proyecto aborda el estudio *in vivo* de los posibles efectos de la utilización de la microalga *Nannochloropsis gaditana* en la alimentación de juveniles de dorada (*Sparus aurata*). Sin embargo, la presencia de una pared celular rica en celulosa, puede reducir la biodisponibilidad *in vivo* de los nutrientes y de otros compuestos intracelulares presentes en esta microalga, de modo que no se acabe de reflejar en los peces todo el potencial efecto beneficioso que cabría esperar por su inclusión en el pienso.

La hipótesis de partida del proyecto es que la biodisponibilidad de los componentes intracelulares de *N. gaditana* puede aumentarse, respecto de la biomasa de microalga cruda, con un tratamiento enzimático previo, y que dicho aumento se verá reflejado en una mejora del estado de condición general de los peces, así como de su bienestar.

El objetivo general de esta propuesta consiste en evaluar qué efecto ejerce la inclusión de la biomasa de *N. gaditana*, incorporada en el pienso tras un proceso previo de hidrólisis enzimática, sobre el crecimiento y estado de condición general de juveniles de dorada alimentados con piensos que incluyen dicha biomasa. Para ello se evaluará el metabolismo energético intermediario de los juveniles de dorada. Se estudiarán las principales rutas metabólicas en los tejidos más relevantes para el crecimiento en peces (hígado y músculo), así como en el plasma sanguíneo. Los resultados obtenidos esperan arrojar algo de luz a las posibles vías de uso energético de la inclusión de la microalga.

Como objetivo secundario se pretende evaluar el efecto de la microalga sobre el bienestar de la dorada analizando marcadores de estrés. Para ello se estudiarán los marcadores primarios y secundarios del eje de estrés en la sangre. Se espera que la administración de microalga mejore la calidad de vida de los peces, fortaleciendo su sistema de respuesta frente a situaciones adversas, logrando así un mejor crecimiento de los animales.

Este proyecto se engloba dentro de un consorcio formado por la Universidad de Almería (UAL), la Universidad de Málaga (UMA) y la Universidad de Cádiz (UCA). Además, el presente proyecto cuenta con el apoyo e interés de LifeBioencapsulation S.L.-UAL, una empresa de base tecnológica, interesada en el desarrollo de nuevos productos basados en microalgas para su aplicación en acuicultura. El estudio combinado por parte de las tres instituciones permitirá abordar desde una perspectiva integrada y holística los efectos de la inclusión de la microalga sobre la dorada.

Agradecimientos

Este Proyecto ha sido financiado por el Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR) en el marco de los Proyectos Jóvenes Investigadores CEI-MAR 2018 (referencia CEIJ-C05.2), y cuenta con la colaboración con la empresa LifeBioencapsulation S.L.

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE HIDROLIZADOS ENZIMÁTICOS DE *NANNOCHLOROPSIS GADITANA* EN PIENSOS SOBRE EL CRECIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MÚSCULO, FUNCIONALIDAD DIGESTIVA Y ESTADO OXIDATIVO EN DORADA

Sáez, M.I. ⁽¹⁾; Vizcaíno, A.J.; Galafat, A.; Alarcón, F.J.; Martínez, T.F

Departamento de Biología y Geología. Escuela Superior de Ingeniería,
Universidad de Almería, Almería (España);

⁽¹⁾ msc880@ual.es

Palabras Clave: funcionalidad digestiva, *Nannochloropsis gaditana*, oxidación lipídica, *Sparus aurata*.

El presente proyecto forma parte de un Proyecto Coordinado de la Universidad de Almería (UAL), la Universidad de Málaga (UMA) y la Universidad de Cádiz (UCA) titulado: “Evaluación de hidrolizados enzimáticos de *Nannochloropsis gaditana* para su uso en la alimentación de dorada (*Sparus aurata* L.)”, donde se aborda el estudio *in vivo* de los posibles efectos fisiológicos de la inclusión de la microalga *Nannochloropsis gaditana* (*N. gaditana*) sometida a un proceso de hidrólisis enzimática en piensos para juveniles de dorada.

La presencia de una pared celular muy resistente en *Nannochloropsis*, rica en celulosa, puede dificultar el aprovechamiento *in vivo* de sus componentes intracelulares, de modo que no se acabe de reflejar en los animales el potencial que cabría esperar (en términos tanto de crecimiento, como de condición fisiológica) a la vista de su composición química.

Para solventar estas limitaciones, se han propuesto algunas estrategias de rotura a modo de pre-tratamiento antes de la incorporación de las microalgas a los piensos, pero suelen ser complejas, y costosas, de modo que no pasan de la escala de laboratorio porque incrementan el de por si elevado precio de la biomasa algal. Por esta razón, se evaluará un protocolo de rotura de las paredes celulares de la microalga *N. gaditana* sencillo, económico y, por tanto, de fácil escalado industrial, basado en el uso de enzimas con actividad celulasa sobre la biomasa previamente a su incorporación a los piensos. Las celulasas tienen multitud de aplicaciones industriales, de modo que están disponibles a un precio muy económico, y cualquier bioproceso que las incluya es escalable industrialmente.

Con estos antecedentes en mente, la hipótesis de partida consiste en que la biodisponibilidad de los componentes de la microalga *N. gaditana* puede aumentarse con el pre-tratamiento enzimático propuesto, respecto de la microalga nativa, y que dicho aumento se verá reflejado en los parámetros de funcionalidad digestiva, de composición química, del estado oxidativo del músculo, así de la pigmentación de los juveniles de dorada.

El objetivo general de este subproyecto no se centra tanto la evaluación de los parámetros metabólicos o inmunológicos de los peces, que son objeto del resto de subproyectos, sino de valorar el posible incremento de biodisponibilidad de la proteína, así como el posible efecto sobre los peces de otros compuestos con interés por sus posibles efectos funcionales sobre los peces.

Para la consecución del mismo, se partirá de la biomasa algal en dos formatos, pasta fresca (aprox. 20% MS), y polvo liofilizado. Ambos formatos serán utilizados tal cual, y también después de ser sometidos a una hidrólisis enzimática con enzimas celulasas comerciales. Se estandarizarán las condiciones del tratamiento con enzimas celulasas para que el hidrolizado resultante pueda ser utilizado en la formulación de piensos para peces. De este modo, se dispondrá de cuatro formatos de biomasa para los posteriores ensayos: i) biomasa

fresca cruda, no tratada (B-FC): se utilizará tal cual sin procesado alguno; ii) biomasa fresca hidrolizada (B-FH): se aplicará sobre la misma una solución de enzimas con actividad celulasa, se mezclará homogéneamente y se dejará interaccionar con las microalgas; iii) biomasa cruda liofilizada en polvo sin tratar (B-LC); y iv) biomasa liofilizada y hidrolizada (B-LH): se aplicará sobre el polvo liofilizado el mismo tratamiento con celulasas mencionado anteriormente.

Se llevará a cabo un ensayo de hidrólisis enzimática *in vitro* de la biomasa de *N. gaditana* de acuerdo con la metodología descrita por Sáenz de Rodríguez [1]. Para cada ensayo, se suspenderá una cantidad conocida de biomasa algal en un tampón pH alcalino y se iniciará la hidrólisis adicionando enzimas comerciales con actividad celulasa (Vizcozyme®) durante 6 horas a 40°C con distintas relaciones enzima:sustrato (2, 4, 6, 8 g enzima/100 g biomasa). Se tomarán muestras de la mezcla de reacción a diferentes tiempos y se conservarán a -20 °C hasta su posterior análisis. Se evaluará el curso de la hidrólisis mediante la determinación de los azúcares reductores producidos en el proceso utilizando el método DNS. Adicionalmente se cuantificará los aminoácidos totales liberados a partir tras la hidrólisis enzimática [2].

Las dietas experimentales que incluyan los distintos tipos de biomasa de *N. gaditana* serán elaboradas en el Servicio de Piensos Experimentales de la Universidad de Almería. Se fabricarán 4 piensos experimentales: i) Pienso con biomasa fresca cruda (P-FC): incluirá un 5 % (en base a materia seca) de la biomasa de alga fresca sin tratar, sustituyendo a parte de la harina de pescado, para conseguir un pienso isoproteico e isoenergético; ii) Pienso con biomasa fresca hidrolizada (P-FH): igual que el anterior, pero utilizando la biomasa algal fresca pretratada con celulasas; iii) Pienso con biomasa liofilizada (P-LC): se incluirá un 5% de la materia seca en forma de biomasa algal cruda liofilizada sin pretratamiento enzimático; iv) Pienso con biomasa hidrolizada y liofilizada (P-LH): igual que el pienso iii), pero utilizando biomasa tratada enzimáticamente y posteriormente liofilizada. Además se realizará un pienso control, con una mezcla de ingredientes estándar que no incluya microalgas.

Se realizará un ensayo de crecimiento en las instalaciones del Servicio Central de Cultivos Marinos de la Universidad de Cádiz, donde se usarán ejemplares juveniles de dorada (10-12 g) que serán alimentados con piensos anteriormente citados. Los ensayos de crecimiento se prolongarán hasta que los peces, al menos, tripliquen su peso inicial. Se estudiará el crecimiento y las tasas de utilización del alimento a partir de diferentes parámetros zootécnicos y morfométricos. Además, se analizará la composición proximal de las muestras de músculo de acuerdo con métodos estandarizados y se evaluará el perfil de ácidos grasos [3].

Para el estudio de la funcionalidad digestiva de los peces se medirán las diferentes actividades enzimáticas digestivas en los extractos acuosos de intestino de los peces y se completará con un estudio morfo-histológico de las vellosidades intestinales por microscopía óptica, y también ultraestructural de la mucosa intestinal por microscopía electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (TEM) [4].

La pigmentación de los peces se realizará mediante la utilización de un espectrofotómetro portátil, determinando los parámetros L*, a* y b*, a partir de los cuales se calcularán los atributos de color Hue y Chroma, tanto en el músculo como en la piel de los peces alimentados con las distintas dietas. Además, se valorará el grado de peroxidación lipídica del músculo por el método de Buege y Aust [5] basado en la capacidad de los peróxidos para reaccionar con el ácido tiobarbitúrico (TBA), denominada por las siglas TBARS (tiobarbituric-reactive substances), generando como producto malonil-dialdehído (MDA).

Agradecimientos

Este Proyecto ha sido en la Convocatoria de Ayudas a Proyectos de Investigación “Jóvenes Investigadores CEI·MAR” 2018.

Referencias

- [1] M.A Sáenz de Rodrigáñez, E. Medina, F.J. Moyano, F.J. Alarcón. *Aquaculture Res.* 42 (2011), 1639–1652.
- [2] F.C. Church, H.E. Swaisgood, D.H. Porter, G. Catignani. *J Dairy Sci.* 66 (1983), 1219-1227.
- [3] J Rodríguez-Ruiz, E.H. Belarbi, J.L. García, D. López. *Biotechnol Tech.* 12 (1998), 689-691.
- [4] A.J. Vizcaíno, G. López, M.I. Sáez, J.A. Jiménez, A. Barros, L. Hidalgo, J. Camacho, T.F. Martínez, M.C. Cerón, F.J. Alarcón. *Aquaculture* 431 (2014), 34-43.
- [5] J.A. Buege, S.D. Aust. *Methods Enzymol.* 52 (1978), 302-310.

BEHAVIOUR, BIOAVAILABILITY AND TOXICITY OF PS NANOPLASTIC IN IMMUNE SYSTEM OF MARINE BIVALVE; *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (B3NANOPLASTIC)

Sendra, Marta ⁽¹⁾; Yeste, Pilar ⁽²⁾; Vila, Marta ⁽³⁾; Gatica, José Manuel ⁽²⁾; León, Rosa ⁽³⁾
and Blasco, Julián ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Department of Ecology and Coastal Management, Institute of Marine Sciences of Andalusia (CSIC), Campus Río S. Pedro, 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain

⁽²⁾ Department of Material Science, Metallurgical Engineering and Inorganic Chemistry, Faculty of Sciences, University of Cadiz, E-11510 Puerto Real, Cádiz, Spain

⁽³⁾ Laboratory of Biochemistry. Department of Chemistry. Faculty of Experimental Sciences. Marine International Campus of Excellence (CEIMAR). University of Huelva, Huelva, Spain

Keywords: Mytilus galloprovincialis, polystyrene, nanoplastics, immune system, toxicity.

The project funded by CEI·MAR institution called “B3nanoPlastic” will carry out by Cádiz University (Work package 1; WP1), ICMAN-CSIC (Work package 2; WP2), and Huelva University (Work package 3; WP3). B3 appertains to *behaviour, bioavailability and bivalve*. The *behaviour* and *bioavailability* will be studied for polystyrene nanoplastics (PS NPs) and *bivalve* will be the target organism to study the effects provoked by PS NPs.

Nowadays, the occurrence of a large volume of plastic litters in ocean and coastal zones due to human activity has increased the concern about the effects of these synthetic polymers in marine organisms. The degradation of plastics polymers leads the appearance of plastics at micro/nano scale levels [<5 mm (MPs) and <1 μ m (NPs) respectively]. MPs and NPs are able to establish interaction with the surrounding environment; biological fluids and biological systems through colloidal forces.

The mussels have been widely used as sentinel organisms in studies of environmental pollution, for its wide distribution, as filtering organisms, sessile status and its ability to accumulate pollutants from the marine environment. The immune system of bivalves is particularly appropriate to study the toxicity of new materials, since hemocytes (cells of the hemolymph) are the main internal defence system of the bivalves, and immune cells are involved in processes such as digestion, shell repairs, respiration, osmoregulation, transport and excretion; vital for the organism.

From the hypothesis that MPs and NPs can establish interface with biological fluids and cells, such as hemolymph and immune cells respectively. We hypothesized that these interactions could provoke negative effects in mussel immune system.

- Primary and secondary goals of the present integrated project.

The proposed main goal of this project is: To assess the effects of PS NPs in the immune system of the mussel; *Mytilus galloprovincialis* through *in vitro* assays.

This main aim is divided in different secondary objectives. These secondary objectives will be developed by each one corresponding group. The secondary objectives are:

- 1) Primary and secondary characterization of tested PS NPs. The behaviour and bioavailability of 0.05, 0.1 and 1 μ M PS NPs will be studied in different media: natural environment such as marine water and biological fluids such as mussel hemolymph. (Objective developed by WP1).

- 2) To study the immunocytotoxicity of PS NPs with different sizes in immune cells of *M. galloprovincialis*. (Objective developed by WP2).
- 3) To know the bioaccumulation of PS NPs in *M. galloprovincialis* hemocytes. (Objective developed by WP1 y WP2).
- 4) To study the gene expression related with immune responses when hemocytes of *M. galloprovincialis* were exposed to Ps NPs. (Objective developed by WP3).

Materials and methods used in this integrated project

- 1) Primary characteristics of Ps NPs such as size and material corroboration will be studied through transmission electronic microscopy (TEM), scanning electronic microscopy (SEM) and fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR).
- 2) Secondary characteristics such as zeta potential and agglomeration stage of particles will be studied in ultrapure water, artificial marine water and hemolymph over time through dynamic light scattering (DLS) and Static light scattering (SLS).
- 3) *In vitro* assays of mussel hemocytes will be performed with different size of PS NPs at different concentrations (1 and 10 mg·L⁻¹) over time (3 and 24 h).
Immunocytotoxicity will be analysed by flow cytometry techniques, and the toxicological responses evaluated will be: percentage of the different hemocytes cell population, phagocytic ability, reactive oxygen species (ROS), intracellular nitric oxide synthase (NOS), apoptotic cells population through caspases, phosphatidyl serine on cytoplasmic cell membrane and depolarization of mitochondrial membrane and lysosomal membrane stability.
- 4) Bioaccumulation analysis will be evaluated with fluorescent marked PS NPs through optic and confocal microscopy.
- 5) The study about cellular gene expression will be developed using p38Mak, IL-17, p53, mTOR and Lyso gene.

The goals propose in this project will elucidate the effects provoked by PS NPs as emergent pollutant at cellular level in *M. galloprovincialis* as target organisms and its immune system as target to assess the toxicity of nanomaterials.

Acknowledgements

Marta Sendra, Pilar Yeste and Marta Vila are grateful to CEI·MAR for the support of the CEIJ-C06.1 project. This economical support gives the opportunity to young researches to develop new ideas and studies integrating different areas of knowledges.

ESTUDIO DE LA MICROBIOTA Y EXPRESIÓN GÉNICA A NIVEL INTESTINAL EN EJEMPLARES DE *SPARUS AURATA* ALIMENTADOS CON UNA DIETA SUPLEMENTADA CON *NANNOCHLOROPSIS GADITANA*

Tapia-Paniagua, Silvana Teresa⁽¹⁾; Sáez-Casado, María Isabel⁽²⁾; Ruiz-Járabo, Ignacio⁽³⁾; Moriño, Miguel Ángel⁽⁴⁾; Balebona, María del Carmen⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, stapia@uma.es

⁽²⁾ Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería, msc880@ual.es

⁽³⁾ Facultad de Biología y Ciencias del Mar, ignacio.ruizjarabo@uca.e

⁽⁴⁾ Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, morinigo@uma.es

⁽⁵⁾ Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, balebona@uma.es

Palabras Clave: *Sparus aurata*, *Nannochloropsis gaditana*, microbiota intestinal, expresión génica, barrera intestinal.

Resumen

Hoy en día se buscan alternativas a la utilización de harinas de pescado en la alimentación de los organismos acuícolas sustituyéndose por otras vegetales pero que aporten todos los requerimientos nutricionales básicos necesarios. La utilización de la microalga *Nannochloropsis gaditana* sometida a procesos de hidrólisis enzimática puede aumentar la biodisponibilidad de los componentes presentes en la misma constituyendo una alternativa en la alimentación de juveniles de dorada. Sin embargo, otro aspecto deseable es que dichas alternativas favorezcan la resistencia de los ejemplares, dificultando la traslocación bacteriana. Para que esto suceda, la microbiota intestinal debe presentar especies beneficiosas así, como expresar genes relacionados con el establecimiento de esa barrera.

La hipótesis de partida del proyecto es que la incorporación de la microalga *N. gaditana* a la alimentación de los juveniles de dorada, produce mejoras en la salud intestinal de los ejemplares juveniles de dorada.

Objetivos

Este proyecto conforma un subproyecto incluido dentro del proyecto titulado “Evaluación de hidrolizados enzimáticos de *Nannochloropsis gaditana* para su uso en la alimentación de dorada (*Sparus aurata* L.)”. Los objetivos que se plantean como parte de este subproyecto son:

i) Analizar el efecto del uso de la microalga *N. gaditana* cruda e hidrolizada sobre la microbiota intestinal de los juveniles de doradas cultivadas mediante dos aproximaciones moleculares, que nos ayuden a evaluar cuál es el efecto sobre las poblaciones microbianas presentes en el tracto digestivo de las doradas.

ii) Estudiar los cambios en la expresión de genes relacionados con la permeabilidad, estructura y uniones celulares así como con la inflamación y sistema inmune del intestino.

Metodología

La biomasa de *N. gaditana* será producida en fotobiorreactores tubulares cerrados en las instalaciones de la Estación Experimental de las Palmerillas de la Fundación Cajamar, como parte del subproyecto 1: Estudio de los efectos de la inclusión de hidrolizados enzimáticos de *N. gaditana* en piensos sobre el crecimiento, composición química del músculo, funcionalidad digestiva y estado oxidativo en juveniles de *S. aurata*.

El ensayo de alimentación se realizará en las instalaciones del Servicio Central de Investigación en Cultivos Marino (CSICM) de la UCA (código REGA ES11028000312) como parte del subproyecto 2: Inclusión de hidrolizados enzimáticos de *Nannochloropsis gaditana* en la dieta de juveniles de dorada: efectos sobre el metabolismo energético y posible mejora del bienestar animal.

Cada pienso experimental se ensayará por triplicado. Durante el transcurso del experimento y cada tres semanas los peces, previamente ayunados por 12 h, serán anestesiados, pesados y medidos individualmente. El ensayo se finalizará cuando en todos los tanques el peso medio de los peces triplique, al menos, su valor inicial (aprox. 90 días). Además, se determinará la tasa de crecimiento, índice de conversión del alimento y otros parámetros relacionados con procesos de crecimiento. Al final del experimento (día 90) se tomará muestras del intestino completo de 6 individuos por tratamiento para el estudio de la microbiota y de la expresión génica a tiempo final. Las muestras de intestino se dividirán en dos secciones: anterior y posterior, y las secciones serán conservadas en Trisure hasta su análisis. El análisis de la barrera intestinal se llevará a cabo mediante dos aproximaciones:

- 1) Análisis de la microbiota mediante DGGE. El ADN se extraerá de cada muestra y sección intestinal. Se llevará a cabo una PCR para detectar y amplificar secuencias del ARNr16. Los productos de PCR serán separados mediante DGGE y posterior análisis de los patrones de bandas obtenidos, con el objetivo de seleccionar los tratamientos con diferencias significativas para los análisis posteriores. En segundo lugar, las muestras seleccionadas con mayores diferencias en cuanto a composición microbiana, serán secuenciadas mediante tecnología de secuenciación masiva de nueva generación (NGS) MiSeq de Illumina. Los resultados obtenidos se analizarán para proceder al análisis de la composición taxonómica así como el cálculo de alfa y beta diversidad para los análisis de ecología microbiana.
- 2) Estudio a nivel transcriptómico de genes implicados en la barrera intestinal. En las muestras seleccionadas en la fase anterior se estudiarán los niveles relativos de expresión génica mediante qPCR de genes relacionados con: i) Permeabilidad intestinal (aquaporina-1a y aquaporina 1b), ii) Síntesis de mucinas (mucinas 2 y mucina 13), iii) Estructurales o relacionadas con el citoesqueleto (tubulina, vimentina y desmoplaquina), iv) Uniones celulares (zona-occludens 1, Ocludina, Tight junction proteína ZO-1), v) Inflamación: IL1, IL6, IL8 y caspasa 1, y vi) Sistema inmune: IgM, TNFalfa.

Agradecimientos

El presente proyecto cuenta con el apoyo e interés de LifeBioencapsulation S.L.

Este subproyecto como parte de otro coordinado titulado “Evaluación de hidrolizados enzimáticos de *Nannochloropsis gaditana* para su uso en la alimentación de dorada (*Sparus aurata* L.)”.

Ha sido seleccionado en la convocatoria de ayudas a proyectos de investigación “Jóvenes investigadores CEIMAR 2018”

ESTUDIO DEL EFECTO TERAPÉUTICO DE LIMONIASTRUM MONOPETALUM PARA EL TRATAMIENTO DE LA ESCLEROSIS MÚLTIPLE

Torres-Sanchez, Sonia ⁽¹⁾; Garcia-Partida, Jose Antonio ⁽²⁾; Fernandez-Ponce, Maria Teresa ⁽³⁾; Casas, Lourdes ⁽³⁾; Berrocoso, Esther ⁽⁴⁾; Bravo, Lidia ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Grupo de Investigación en Neuropsicofarmacología y Psicobiología, Universidad de Cádiz, Centro de Investigación Biomédica en Red en Salud Mental (CIBERSAM), Instituto de Investigación e Innovación en Ciencias Biomédicas de la provincia de Cadiz (INiBICA), sonia.torres@uca.es

⁽²⁾ Grupo de Investigación en Neuropsicofarmacología y Psicobiología, Dpto. Neurociencias, Universidad de Cádiz, Centro de Investigación Biomédica en Red en Salud Mental (CIBERSAM), Instituto de Investigación e Innovación en Ciencias Biomédicas de la provincia de Cadiz (INiBICA), joseantonio.partida@uca.es

⁽³⁾ Dpto. Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Universidad de Cádiz, Instituto Universitario de Investigación Vitivinícola y Agroalimentario (IVAGRO), teresafernandez.ponce@uca.es, lourdes.casas@uca.es

⁽⁴⁾ Grupo de Investigación en Neuropsicofarmacología y Psicobiología, Dpto. Neurociencias, Universidad de Cádiz, Instituto de Investigación e Innovación en Ciencias Biomédicas de la provincia de Cadiz (INiBICA), esther.berrocoso@uca.es

⁽⁵⁾ Grupo de Investigación en Neuropsicofarmacología y Psicobiología, Dpto. Neurociencias, Universidad de Cádiz, Centro de Investigación Biomédica en Red en Salud Mental (CIBERSAM), Instituto de Investigación e Innovación en Ciencias Biomédicas de la provincia de Cadiz (INiBICA), lidia.bravo@uca.es

Palabras Clave: esclerosis múltiple, limoniastrum monopetalum, polifenoles, catequinas, antiinflamatorio, neuroprotección.

La esclerosis múltiple (EM) es una patología crónica inflamatoria que afecta al sistema nervioso central (SNC) conduciendo a una progresiva e irreversible desmielinización con graves consecuencias inmunológicas, inflamatorias y neurodegenerativas [1]. La prevalencia de EM en Europa es de 108 casos por cada 100.000 habitantes siendo 2-3 veces mayor en mujeres que en hombres y encontrándose entre las causas más comunes de discapacidad neurológica en adultos jóvenes.

Los pacientes que sufren esta enfermedad presentan placas de desmielinización en la sustancia blanca cerebral (uno de los principales criterios diagnósticos de la EM) acompañado de una tasa mayor (3-5 veces más rápida) de pérdida de volumen cerebral, la cual ha sido asociada con la disfunción física y cognitiva [1]. La atrofia cerebral observada en pacientes con EM parece ser el resultado de la combinación de procesos de desmielinización del SNC, por procesos inflamatorios, gliogénesis, pérdida dendrítica y axonal y una reducción del número de sinapsis, los cuales ocasionan un daño neurológico irreversible en estos pacientes [1, 2]. Entre las áreas cerebrales afectadas por la EM, se han descrito infiltrados de células inflamatorias y cambios estructurales neuronales en los núcleos del estriado y en el locus coeruleus [3, 4].

A pesar de estas evidencias, la causa de la EM todavía no se conoce con exactitud, aunque se ha sugerido que el estrés oxidativo podría tener un papel fundamental en su desarrollo debido a la eficacia observada en el tratamiento con varios compuestos antioxidantes. Así, compuestos polifenólicos como las catequinas, procedentes de extractos de diferentes especies vegetales han demostrado que reducen la severidad de los síntomas, la reacción inflamatoria en el SNC y el daño neuronal inducido por modelos animales de patologías

autoinmunes e inflamatorias como la EM [5]. *Limoniastrum monopetalum* es una especie halófila, ampliamente distribuida en la Bahía de Cádiz, cuyo extracto aéreo contiene grandes cantidades de compuestos polifenólicos, incluidas catequinas. En este sentido, y en base al interés que suscitan los compuestos bioactivos con actividad antioxidante por su papel prometedor en la prevención y tratamiento de este tipo de patologías crónicas el objetivo general del presente proyecto es estudiar el efecto antiinflamatorio y neuroprotector del extracto de *Limoniastrum monopetalum*, obtenido de muestras de esta especie de la Bahía de Cádiz, en un modelo murino de esclerosis múltiple.

Para ello, se utilizará como modelo murino de esclerosis múltiple, la encefalomiелitis autoinmune experimental (EAE) inducida por el péptido de la glucoproteína oligodendrocítica de la mielina (*myelin oligodendrocyte glycoprotein*, MOG₃₅₋₅₅). Una vez constatado el establecimiento de la enfermedad mediante el desarrollo de los primeros signos clínicos (evaluación mediante peso y escala) se iniciará el tratamiento crónico con el extracto de *Limoniastrum monopetalum* que se prolongará hasta un máximo de 30 días. Durante este período, se evaluará el efecto del extracto sobre los signos clínicos establecidos por el modelo de EAE. Además, mediante ensayos de inmunodetección se evaluará el efecto del extracto de *Limoniastrum monopetalum* sobre los procesos de gliogénesis y sinaptogénesis en los núcleos del estriado y en el locus coeruleus, núcleos cerebrales afectados por esta patología.

Por tanto, hallazgos que indiquen propiedades antiinflamatorias y neuroprotectoras de *Limoniastrum monopetalum* en el modelo murino de esclerosis múltiple suscitarían su potencial como nueva aproximación terapéutica para el tratamiento de la EM.

Agradecimientos

Campus de Excelencia Internacional del Mar, Universidad de Cádiz (CEIJ-013).

Referencias

- [1] A. Compston, A. Coles, Lancet 372 (2008) p. 1502.
- [2] G. Mandolesi et al., Nature reviews. Neurology 11 (2015), p. 711.
- [3] M. Cavallari et al., PloS one 9 (2014), p. e101199.
- [4] P. E. Polak et al., Brain : a journal of neurology 134 (2011), p. 665.
- [5] D. Wu et al., Molecular aspects of medicine 33 (2012), p. 107.

BIOLOGÍA TRÓFICA DE 4 ESPECIES SIMPÁTRICAS EN EL GOLFO DE CÁDIZ

Varela, José Luis; Santos-Rosendo, Celeste; Al-Omari, Numan Arturo;
Medina, Antonio

Departamento de Biología, Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia
Internacional del Mar (CEI·MAR), Puerto Real, Cádiz, Spain
email: jose.luis.varela@.es

Palabras Clave: Biología trófica, Peces pelágicos, Estómagos, Isótopos estables

El conocimiento de los hábitos alimenticios de los organismos permite evaluar su papel en la comunidad, posibles relaciones con otras especies o grupos, y proporcionar una idea de su entorno y, por tanto, el efecto que puede producirse en cualquier tipo de uso del mismo. En el caso de los peces, los estudios de alimentación son necesarios para sentar las bases de la gestión de los recursos pesqueros y la conservación de los ecosistemas marinos. El objetivo central del proyecto que proponemos es el estudio de la biología trófica de 4 especies de peces simpátricas (*Thunnus thynnus*, *Coryphaena hippurus*, *Sarda sarda* y *Katsuwonus pelamis*) que habitan en el Golfo de Cádiz. La forma más directa para determinar la composición de la dieta es el análisis de los contenidos estomacales, pero este método proporciona datos puntuales en el tiempo, ofreciendo tan sólo una instantánea de un momento determinado. Por ello, el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno en distintos órganos corporales, como el músculo o el hígado, se convierte en una técnica muy útil en las investigaciones sobre de la ecología trófica, ya que puede proporcionar información de su alimentación hasta 3-4 meses antes de ser capturado. Por consiguiente, la combinación de análisis de los contenidos estomacales y de isótopos estables nos aportará información de la dieta tanto a corto como a largo plazo. Además, al realizar análisis isotópicos en tejidos con tasas de renovación dispares (músculo e hígado), abarcaremos dos escalas temporales distintas.

ANÁLISIS DE LOS ISÓTOPOS ESTABLES DE OXÍGENO EN CONCHAS Y DE OXÍGENO Y CARBONO EN ESMALTE DENTAL EN EL POBLADO NEOLÍTICO INSULAR DE CAMPO DE HOCKEY (SAN FERNANDO, CÁDIZ)

Vijande, Eduardo ⁽¹⁾; García, Asier ⁽²⁾; Díaz-Zorita Bonilla, Marta ⁽³⁾; Gutiérrez, Ígor ⁽²⁾;
Cantillo, Juan Jesús ⁽¹⁾; Ramos, José; Cuenca, David ⁽²⁾; Escudero, Javier ⁽³⁾;
Soriguer, Milagrosa ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Cádiz, eduardo.vijande@uca.es, jesus.cantillo@uca.es,
jose.ramos@uca.es, mila.soriguer@uca.es

⁽²⁾ Universidad de Cantabria, a.garcia.escarzaga@gmail.com,
fernandoigor.gutierrez@unican.es, david.cuencasolana@gmail.com

⁽³⁾ Universidad de Tübingen, marta.diaz-zorita-bonilla@uni-tuebingen.de,
javier.escudero-carrillo@uni-tuebingen.de

Palabras Clave: Neolítico, necrópolis, isótopos estables, dieta, movilidad, estacionalidad, insularidad.

Resumen

Objetivos

A través de este proyecto nos planteamos dos objetivos principales:

- a) El primero de ellos es reconstruir las condiciones climáticas durante el Holoceno medio y determinar la estación (o estaciones) de captura de los recursos malacológicos por parte de los grupos humanos en la Bahía de Cádiz mediante el análisis de isótopos estables de oxígeno en conchas de la especie *Phorcus lineatus* (da Costa, 1778). Nos mostramos especialmente interesados en el análisis de las *Phorcus lineatus* de la tumba principal del yacimiento (E11 C14) [1]. En esta tumba se documentaron dos individuos adultos masculinos que presentan en sus cráneos evidencias de muerte violenta. En el interior de la misma se localizaron numerosos ejemplares de *Phorcus lineatus* con el ápice truncado (probablemente para facilitar su extracción y consumo). El análisis de los isótopos de oxígeno de estas conchas nos permitirá conocer la estacionalidad (momento del año en que fueron recolectadas) observar si los análisis isotópicos pueden ser utilizados como un indicador para determinar el momento en el que tuvo lugar el doble homicidio.
- b) El segundo consiste en determinar el grado de explotación de los recursos marinos en época Neolítica. Si bien en el yacimiento de Campo de Hockey hemos documentado una gran diversidad de taxones de especies malacológicas e ictiológicas solamente es posible determinar la importancia que el consumo de recursos marinos tuvo en la dieta de estos pobladores mediante el análisis de los isótopos de oxígeno y carbono contenido en los huesos humanos. Igualmente, interesante es el estudio de los isótopos de estroncio de estos enterramientos para conocer la movilidad de esta población.

Metodología

El taxón malacológico seleccionado para el desarrollo de los análisis de isótopos estables de oxígeno en conchas es la especie *Phorcus lineatus*. Este gasterópodo espirado es una de las especies con mayor presencia en la necrópolis de Campo de Hockey. *Phorcus lineatus* está compuesto por cuatro capas diferentes (Fig. 1a),

tomándose las muestras de carbonato cálcico en la capa de aragonito, aquella situada en contacto directo con las partes blandas del molusco. La metodología implementada en esta investigación para la toma de muestras de carbonato es similar a la propuesta previamente por otros autores para esta misma especie [2,3] (Gutiérrez-Zugasti et al., 2015; Mannino et al., 2003), con el objetivo de poder comparar los resultados obtenidos. Las muestras de carbonato serán extraídas de manera manual, con un microtaladro de dentista acoplado a una lupa binocular y una broca con cabeza de diamante de 0,5 mm de diámetro. Las dos capas externas del gasterópodo (periostracum y calcita) serán eliminadas previamente con un microtaladro Dremmel y una broca con cabeza de diamante de 2 mm. De manera previa a la retirada de las capas externas y para evitar perder el labio de la concha si este se fragmentaba durante el proceso de extracción de las capas citadas, se procedió a la toma de una muestra de carbonato en la parte interna del borde (Fig. 1b), que se corresponde con el último momento de crecimiento de la concha. De manera posterior a la eliminación de las capas externas, se tomaron las muestras de carbonato secuencialmente desde el borde (Fig. 1c), distando entre sí 0,5 mm (1 mm entre los puntos centrales de cada muestra). El número de muestras tomadas serán diferentes en función de los objetivos que se pretendan cumplir (40/45 para paleoclima y 10 para estacionalidad).

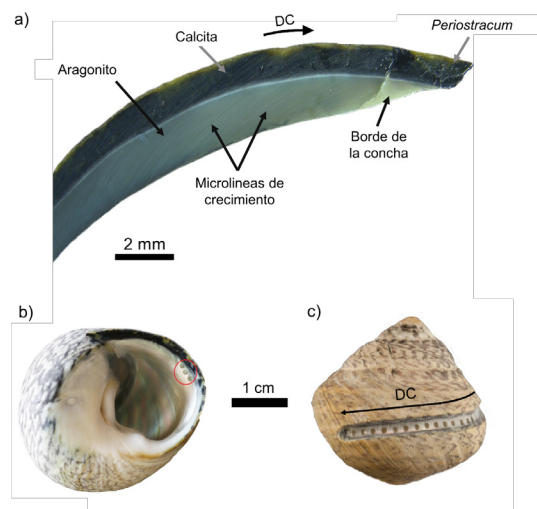


Figura 1. a) Sección de *Phorcus lineatus* donde se observa el *periostracum* y las capas de calcita y aragonito. Metodología de muestreo utilizada para extraer muestras de carbonato cálcico b) en la parte interna de la abertura de la concha, y c) a lo largo de la espiral. Las flechas indican la dirección de crecimiento (DC) de la concha.

La aplicación de los análisis de isótopos estables de estroncio son de reciente aplicación sobre material arqueológico ofreciendo resultados muy interesantes en diferentes áreas del mundo como por ejemplo en América Central, América del Sur, Europa y América del Norte. Una de sus aplicaciones recientes es su uso para investigar las pautas de movilidad en poblaciones humanas y ha sido realizada con éxito en sitios como Teotihuacán, Tiwanaku pero también aplicado a grupos de animales para estudiar por ejemplo la estacionalidad.

Para el caso de la prehistoria europea se han publicado diversos estudios desde el Neolítico hasta la Edad del Bronce fundamentalmente en el suroeste de Alemania, se ha analizado el fenómeno campaniforme en el sur de Alemania, en Europa Central y la Edad del Bronce en el sur de Inglaterra. Con respecto a la península Ibérica tan sólo se han realizado algunos estudios puntuales con esta metodología [4,5].

- $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

Este tipo de análisis requiere aproximadamente 8 mg de polvo de esmalte dental. Para la preparación de las muestras para análisis de estroncio, se realizará siguiendo metodologías estándares usando el sistema de filtración por medio de columnas y utilizando la resina EiChrom SrSpec para separar el estroncio de la muestra matriz. Las muestras serán preparadas y analizadas en el Departamento de Geología de la Universidad de Tübingen y serán medidas utilizando el espectrómetro de masas TIMS - Finnigan MAT 262. Los resultados serán calibrados con el estándar NBS 987.

- $\delta^{18}\text{O}$

Para este análisis se necesitará aproximadamente 5 mg de polvo de esmalte dental. Las muestras serán tratadas previamente para eliminar elementos orgánicos y posible diagénesis. Los análisis serán medidos utilizando el cromatógrafo de gases conectado al espectrómetro de masas Finnigan MAT 262. Éstas serán calibradas utilizando los estándares NBS-18 y NBS-19 y la medida de referencia estándar que utilizaremos es el Agua Media Oceánica (V-SMOW).

Referencias

- [1] Vijande, E., Domínguez-Bella, S., Cantillo, J.J., Martín, J. y Barrena, A. *Comptes Rendus Palevol*, 14 (2015) 147-161.
- [2] Gutiérrez-Zugasti, I., García-Escárzaga, A., Martín-Chivelet, J. y González-Morales, M. R., *The Holocene*, 25 (6) (2015) 1002-1014.
- [3] Mannino, M. A., Spiro, B. F. y Thomas, K. D., *Journal of Archaeological Science*, 30 (6) 667-679.
- [4] Díaz-Zorita Bonilla, M., Waterman, A. y Knudson, K.J. *Actas del IX Congreso Nacional de Paleopatología, Spain, 2009*, p. 669-674.
- [5] Díaz Zorita Bonilla, M., Prevedorou, E., Buikstra, J.E., Knudson, K.J., Gordon, G. y Anbar, A., *La tutela del patrimonio prehistórico. Memoria Luis Siret. I Congreso de Prehistoria de Andalucía, Sevilla, Spain, 2012*, pp. 601-604.

Mujeres en la ciencia

MUJERES EN LA CIENCIA

Diversos informes publicados por el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), así como otros pertenecientes a distintos organismos europeos, y artículos científicos en revistas recogidas en el Journal Citation Report (JCR) abogan por la necesidad de corregir los desequilibrios de género existentes en el Espacio Europeo de Investigación, al que pertenecemos. En España, el CSIC fue pionero en el estudio de la situación de las mujeres científicas (desde 2001 hasta la actualidad). Cabe destacar que además de diversos programas específicos de actuación para el fomento de la actividad investigadora de las mujeres, éste cuenta desde 2002 con la Comisión de Mujeres y Ciencia (CMYC), que ha llevado a cabo y publicado diversos informes desde 2014, en los que se analiza de forma rigurosa (a través de estadísticas del personal investigador desagregadas por sexo), el estado actual de las mujeres en el campo científico, siempre en el ámbito del CSIC. Estos informes constituyen un primer retrato de la situación actual de las mujeres investigadoras en España. En su último informe, correspondiente al año 2018, se pone de manifiesto que *“a pesar de que el 50% de las tesis presentadas por el CSIC son realizadas por mujeres, su presencia disminuye en la etapa postdoctoral y esta tendencia se mantiene en todas las categorías de la carrera profesional”* (Comisión Asesora de Presidencia Mujeres y Ciencia, 2018). Otros organismos públicos de investigación como el Instituto Español de Oceanografía (IEO) cuenta desde 2014 con una “Comisión de Igualdad”, actualmente “Grupo Técnico de Igualdad”. Esta tendencia también se refleja en otros estudios internacionales (Japelli et al., 2017). En la presente Mesa Redonda, además de analizar el estado de diversos indicadores relacionados con *“Mujeres en la Ciencia”* en una escala nacional e internacional, aprovecharemos para compartir las experiencias de diversas investigadoras a lo largo de su carrera profesional, a fin de que sirvan de ejemplo enriquecedor a todos aquellos jóvenes *investigadores e investigadoras* apasionados por la ciencia.

Participantes:

Dra. Laura Martín (Profesora Universidad de Cádiz).

Dra. Lola Basallote (Postdoctoral Juan de la Cierva Universidad de Huelva).

Dra. Miriam Hampel (Investigadora Ramón y Cajal Universidad de Cádiz).

Dra. María Ángeles Torres (Investigadora Instituto Español de Oceanografía).

Dra. Ana Payo-Payo (Postdoctoral Universidad de Aberdeen, Reino Unido).

Mesa transversal de investigación
y transferencia empresarial

MESA TRANSVERSAL DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA EMPRESARIAL

Viernes 5 de octubre, de 16:00 a 17:15 - Sesión patrocinada por CTAQUA

Participantes de la Mesa:

CTAQUA: Dña. Maria del Mar Agraso Martínez – Directora Técnica

En el Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía, CTAQUA, trabajamos para dar respuesta a las necesidades de los sectores de la acuicultura y alimentos del mar, desarrollando soluciones a medida para sus distintos procesos técnicos y productivos. Creemos firmemente en la innovación como motor de competitividad y crecimiento económico de las empresas, por ello trabajamos a partir de una investigación orientada a los resultados.

En la intervención prevista por su Directora Técnica, Maria del Mar Agraso, se prevé transmitir la necesidad de Innovación y Desarrollo Tecnológico en sectores productivos y sus posibilidades de materialización a través del desarrollo de Proyectos de I+D+i; describir las oportunidades de financiación a nivel autonómico, nacional e internacional y conocer los principios necesarios para el desarrollo de una investigación aplicada y actualizada sobre las necesidades reales productivas.

LifeBioencapsulation S.L.: Dr. Antonio Jesús Vizcaíno Torres

LifeBioencapsulation S.L. es una empresa dedicada a la encapsulación de moléculas funcionales y microorganismos, así como al desarrollo de nuevos productos y procesos para favorecer su utilización en la industria agroalimentaria. Su campo de innovación principal es el desarrollo de estrategias de administración oral de moléculas bioactivas y microorganismos de interés en nutrición y sanidad animal, basados en compuestos de microalgas entre otros.

LifeBioencapsulation S.L. nace como una spin-off de la Universidad de Almería. Nuestro objetivo es la aplicación de técnicas de macro, micro y nanoencapsulación para posibilitar la administración oral de fármacos, químicos, moléculas bioactivas y células, y así incrementar la eficacia de estos productos. Estas cápsulas pueden introducirse en los piensos de acuicultura, facilitando su dispensación y evitando alterar la vida normal de los peces, que ya de por sí, por sus condiciones de hacinamiento están sometidos a bastante estrés. Alternativamente, también pueden suministrarse las propias cápsulas aisladamente, en caso de que se necesite un tratamiento puntual, o que las particularidades de la materia encapsulada desaconsejen su inclusión en el pienso. A esta alta versatilidad hay que unir la posibilidad de fabricar pequeñas cantidades de pienso a escala experimental. De esta manera, es posible elaborar cantidades limitadas de múltiples piensos experimentales que incluyan varios factores en distintas concentraciones para su estudio a pequeña escala. Una vez seleccionadas las fórmulas más adecuadas, éstas pueden más tarde pasar a la producción a media o gran escala.

Naturix Iniciativas S.L.: Dr. Luis Lagos

Naturix Iniciativas S.L. es la empresa pionera en acuicultura ecológica en España, orientada a una producción basada en la economía circular y la disminución de la huella ecológica, en base a utilización de insumos y medios de proximidad a las instalaciones. Tiene en su visión y misión el impulso a la recuperación de espacios rurales y el acercamiento de la actividad primaria de acuicultura a un circuito de ocio, educación y capacitación tanto del público en general como de sus trabajadores, enriqueciendo así tanto a los usuarios como a la propia empresa. De esta forma, Naturix ha emprendido diversas actividades de formación, como el proyecto FOCAM - FSE, destinado a la formación en acuicultura ecológica, e incorpora en su quehacer a practicantes de diversos niveles educativos, desde ciclos de formación superior a doctorados. Dada esta relación, Naturix tiene una clara visión de cómo puede encajar la formación e investigación a nivel del sistema educativo - universitario en la actividad productiva bajo los estándares ecológicos.

1d3milhistorias: Dr. Santiago Moreno

Presentaremos nuestra empresa a través del cual se muestra al potencial turístico que nos visita, así como, al resto de la sociedad en general -incluyendo la comunidad educativa en sus últimos años de Secundaria a la par que la rama universitaria-, si bien no tal o cual edificio o equipamiento histórico, sí las múltiples y poliédricas historias que posee Cádiz y su provincia. A través de numerosos planteamientos -paseos- emanados de nuestras investigaciones y estudios en el seno de la Universidad de Cádiz, daremos a conocer episodios desconocidos de nuestra Historia. El principal motivo hacer nacer en 2015 a 1d3milhistorias proviene de la necesidad de dar utilidad social y económica a las distintas investigaciones y aportaciones que desde las ramas humanísticas están generando los grupos de investigación de la Universidad de Cádiz. Tradicionalmente la producción investigadora quedaba dentro del círculo académico: lecturas en congresos, publicaciones especializadas, tesis doctorales, etc. Sin embargo, lo que pretendemos es descubrir para la sociedad aquella sapiencia que solo en determinados momentos brota del aula o el laboratorio. Potenciaremos, pues, puentes entre la Academia y la ciudadanía.

Cátedra Verinsur-UCA de Investigación y Tecnología Ambiental: D. Manuel Brey
Cabello

Manuel Brey Cabello ⁽¹⁾ y José L. García-Morales ⁽²⁾

⁽¹⁾ Empresa Verinsur Gestión Integral de Residuos S.A., Complejo Medioambiental Bolaños. Ctra. CA 3113, km 13. 14408 Jerez de la Frontera (Cádiz). Coordinador por parte de la Empresa

⁽²⁾ Dpto. de Tecnologías del Medio Ambiente. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. CASEM. Universidad de Cádiz. 11510 Puerto Real (Cádiz). Director de la Cátedra-Externa

catedra.verinsur@uca.es <http://catedraverinsur.uca.es>

La Cátedra Verinsur-UCA de Investigación y Tecnología Ambiental es una cátedra externa de empresa de la Universidad de Cádiz promovida por la empresa VERINSUR, S.A. La Cátedra comenzó su andadura en abril de 2015, previo establecimiento de un Convenio Marco de Colaboración entre ambas instituciones. La Cátedra Verinsur-UCA ha sido la primera cátedra externa vinculada a la Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales de nuestra Universidad. La sede de la misma se encuentra en el Centro Superior de Estudios Marinos de Andalucía (CASEM). La Cátedra surge de la larga relación de cooperación existente entre la empresa VERINSUR, S.A. y distintos investigadores, muchos de ellos en el actual Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente de nuestra Universidad y de la apuesta decidida de parte de la empresa por la UCA. La temática de las actuaciones de la Cátedra se centra en el ámbito general de la Investigación y las Tecnologías Ambientales con un especial énfasis en su aplicación a la Gestión de los residuos y otros procesos estratégicos desarrollados por la empresa. Desde su creación hasta la actualidad ha centrado sus actividades en la promoción de la Investigación, la Formación, la Divulgación y la Transferencia del Conocimiento, en el ámbito de la Ingeniería Ambiental.

Dentro de las actividades de Formación colabora con distintas asignaturas y cursos especializados de la Universidad a través de seminarios y visitas guiadas a sus instalaciones, así como, con la recepción de alumnos en prácticas y el desarrollo de distintas modalidades de Trabajos de Fin de Título en diferentes titulaciones.

En relación con posibles actividades de Difusión y Divulgación, la Cátedra participa desde su creación en actividades como La Noche de los Investigadores, patrocinio de cursos de verano, patrocinio de la presentación de libros, jornadas y seminarios, campañas de recogidas de juguetes (“Dale una segunda vida a tus juguetes”), etc.

Y, finalmente, a nivel de actividades de Investigación y Transferencia tiene instaurado un Premio anual de Investigación, del que ya van 3 ediciones, y dotado con 5.000 €. La temática del mismo se centra en la propuesta de alternativas innovadoras sobre valorización de residuos y premia a la mejor propuesta en la temática de cada edición. En este ámbito, en la actualidad, cuenta con la posibilidad de financiar proyectos de investigación propios en temáticas de interés para la empresa.

Para el desarrollo de todas estas actividades la empresa cuenta con un Director y Subdirector, por parte de la Universidad, y con un Coordinador de actividades, por parte de la Empresa.

Esta participación en el Congreso de Jóvenes investigadores del Mar con su patrocinio y colaboración en esta Mesa Transversal de Investigación y Transferencia Empresarial se encuadra en la vocación de la Cátedra de impulsar distintos aspectos relacionados con la Investigación y la Transferencia en la Universidad de Cádiz en general y dentro del ámbito marino en el que se centra el presente.

El tiempo es del mar...
Pero el futuro es nuestro,
¡ahora JIs del Mar!

IN·MAR
Instituto universitario de investigación marina

cei·mar 
campus de excelencia internacional del mar

 **UCA** | Universidad
de Cádiz

