

GUÍA DE
BUENAS PRÁCTICAS
para la integración de la acuicultura en
estanques de tierra y bateas de mejillón
en espacios naturales protegidos

Autores

Universidad de Cádiz

José Antonio López López

Carolina Mendiguchía Martínez

Carlos Moreno Aguilar

Juan José Pinto Ganfornina

María Esther Asensio Regidor

Centro Tecnológico de la Acuicultura de Andalucía (CTAQUA)

Julia Vélez Colmenares

María del Mar Agraso Martínez

Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos (ANFACO-CECOPECA)

Mohamed Soula

Martiña Ferreiro Novio

Leticia Regueiro Abelleira

Contacto: joseantonio.lopezlopez@uca.es

Editado por: Vanessa González Ortiz (www.vgonzalezortiz.com)

ÍNDICE

Presentación	1
Estado actual de la acuicultura en estanques de tierra y bateas de mejillón.....	3
Seguimiento ambiental.....	7
Selección de indicadores ambientales.....	15
Medidas de integración ambiental.....	17
Conclusiones.....	19
Bibliografía.....	20



PRESENTACIÓN

La acuicultura es una actividad en pleno desarrollo que en la actualidad suministra más del 50% del pescado consumido a nivel global. Según datos de la Comisión Europea representa ya más del 20% del pescado distribuido en Europa y está llamada a ser la principal fuente de proteínas de alta calidad en los próximos años. En este sentido, la acuicultura se ha destacado como uno de los ejes de la Economía Azul en relación con el desarrollo sostenible, relacionado con el aprovechamiento de los recursos marinos [1].

España se destaca como el principal productor de acuicultura a nivel europeo, siendo el país que más toneladas de pescado vivo procedente de esta actividad suministra al mercado de la Unión Europea, estando situado además entre los que mayor facturación ha conseguido en el periodo 2008-2015.

Existen dos tipos de cultivos característicos de zonas diferenciadas en la geografía nacional como son el cultivo de mejillones en bateas, en Galicia, y el cultivo de peces en esteros en la costa occidental de Andalucía [2,3]. Como otros tipos de acuicultura, presentan una importante relación con el medio natural en el que se desarrollan, siendo en su mayoría espacios protegidos como Parques Naturales, Red Natura 2000 o Parques Nacionales [4]. Esto tiene una doble implicación, por un lado,





son espacios en los que las características del medio los hacen ideales para el desarrollo de la actividad acuícola, mientras que por otro, su integración en el medio debe ser tal que propicie el desarrollo sostenible de la actividad, mediante la protección de un medio que es a la vez recurso y receptor de la acuicultura [5-8].

Teniendo en cuenta las necesidades de desarrollo y potenciación del sector acuícola y en particular de las bateas de mejillón y los cultivos de peces en estero, surge el proyecto Evaluación de las interacciones ambientales relacionadas con la acuicultura en áreas protegidas: minimización y mitigación de efectos asociados como medidas de integración (ACUINTEG), cuyo objetivo es establecer indicadores ambientales del grado de integración de la acuicultura que se desarrolla en entornos protegidos y proponer medidas que garanticen la sostenibilidad de la acuicultura. Para ello se establece un consorcio formado por la Universidad de Cádiz,

El Centro Tecnológico de la Acuicultura de Andalucía (CTAQUA), la Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados y Mariscos (ANFACO-CECOPECA) y la Fundación Cei-Mar. Este proyecto cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica a través del Programa Pleamar, cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca.

El objetivo de la presente guía es el de ofrecer una visión de global del estado de acuicultura desarrollada en esteros y bateas, así como proponer una serie de indicadores ambientales de su grado de integración y definir medidas para la mejora de la sostenibilidad de la actividad en su desarrollo actual y futuro. Esta guía será una referencia para productores, administraciones, investigadores, consumidores y todas las demás partes interesadas en la acuicultura, que pueda ser utilizada como base para un mejor conocimiento del sector.

EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

ESTANQUES DE TIERRA

Caracterización de la producción: Se ha realizado una evaluación inicial, en base al desarrollo de encuestas para obtener información directa de las instalaciones acuícolas en Andalucía y Galicia, mediante la celebración de reuniones con la administración competente en materia de medio ambiente, acuicultura y gestión de entornos naturales, universidades, asociaciones y las propias empresas acuícolas (Figura 1).

Producción acuícola en Espacios Naturales de Andalucía: las provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla, concentran gran parte de la producción acuícola de Andalucía debido a las favorables condiciones del terreno para el desarrollo de la actividad principalmente en esteros y/o salinas transformadas. En la figura 2 se presentan las características productivas acuícolas andaluzas.

BATEAS DE MEJILLÓN

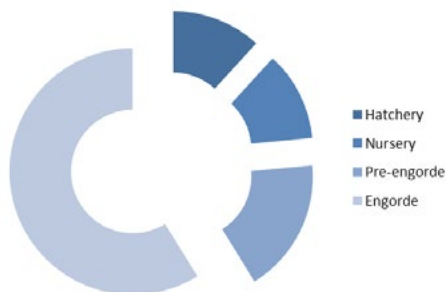
Se ha realizado de una encuesta representativa del 10% de los bateeros de las principales rías gallegas donde se desarrolla el cultivo de mejillón: Arousa, Pontevedra, Vigo y Muros y Noia (Figura 3). La encuesta se ha desarrollado teniendo en cuenta cuatro bloques

fundamentales: descripción del proceso de cultivo, proceso productivo, variables ambientales y principales problemáticas. En cuanto al proceso de cultivo, el 100 % de las bateas muestreadas son de madera de eucaliptus, ocupando una superficie entre 400-500 m² y con unas 500 cuerdas de media.

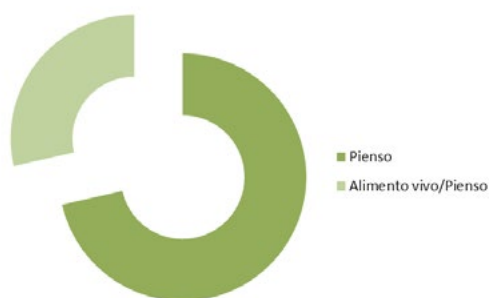


Figura 1. Factores analizados en la caracterización de las producciones acuícolas

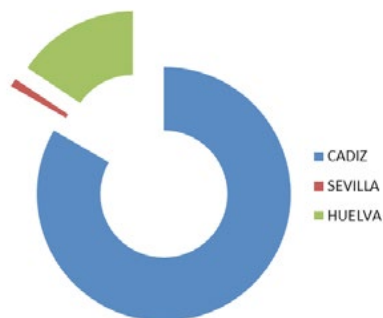
FASES DE CULTIVO



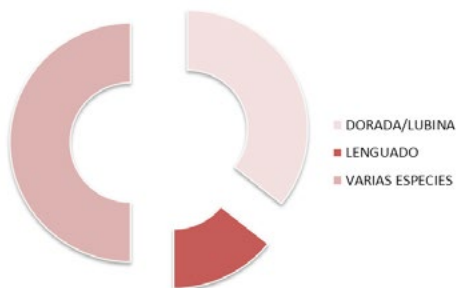
TIPOS DE ALIMENTACIÓN



LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES



ESPECIES CULTIVADAS



TIPO DE CULTIVO

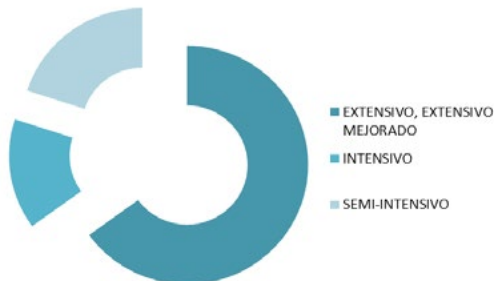


Figura 2. Características de los cultivos en estanques de tierra expresadas en porcentaje respecto al total de los datos productivos recopilados.

El proceso productivo: puede variar de una empresa a otra. Se utilizan cuerdas en un margen de 8 a 12 metros dependiendo de la profundidad de la zona de cultivo. El consumo anual de alquitrán por batea, usado para impermeabilizar la madera, es variable de 75 a 200 l/batea, y es una práctica que está tratando de erradicarse por las posibles contaminaciones (Figura 4).

La siembra: se realiza mayoritariamente en invierno. En la mayor parte de los casos no se clasifica el mejillón por tallas durante el proceso de encordado ni se separan las tallas al desdoblar (Figura 5).

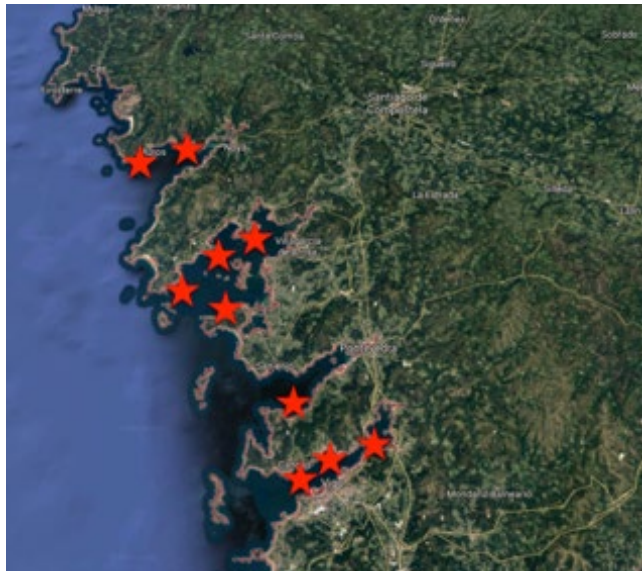


Figura 3. Áreas de localización de las bateas encuestadas

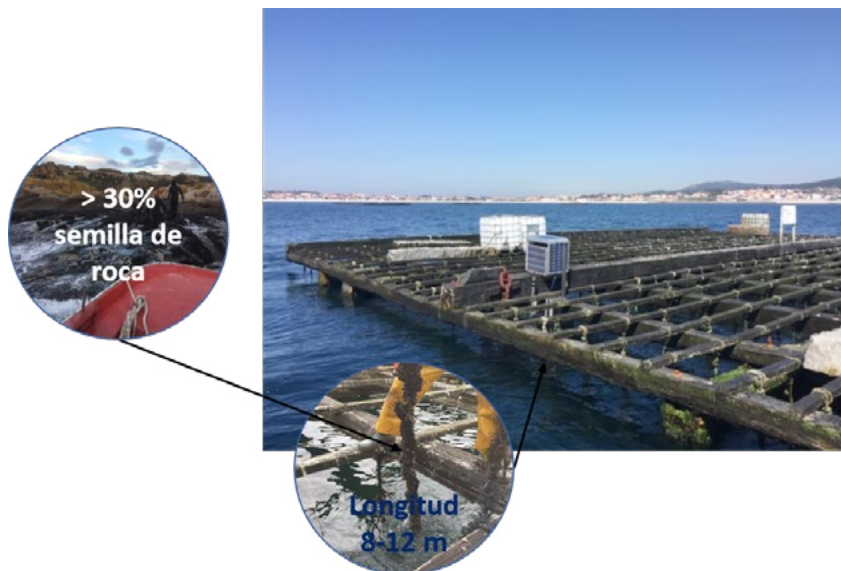


Figura 4. Características de las bateas de mejillón

Principales problemáticas: destaca principalmente la pérdida en cuerdas y en cuanto a las variables que afectan a producción ellos destacan como los más importantes además de la debilidad de las corrientes, la aparición de biotoxinas y los temporales, así como los vertidos procedentes de las ciudades (Figura 6).

Variables ambientales: en la mayoría de los casos se declaran cambios en la temperatura y calidad de las aguas del medio en el que se encuentran las bateas, a pesar de reconocerse que no se realiza un seguimiento de la calidad de las mismas (Figura 7).

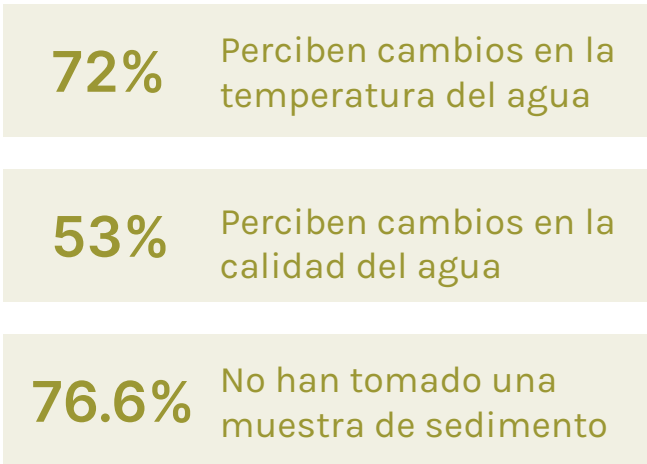


Figura 7. Resultados de las encuestas sobre seguimiento ambiental

SEPARACIÓN DE TALLAS AL DESDOBLAR

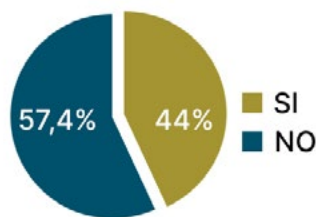
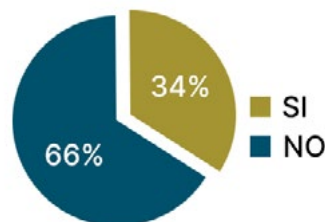
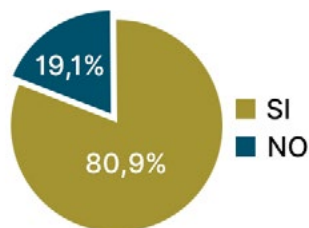


Figura 5. Clasificación del mejillón por tallas

CLASIFICACIÓN POR TALLAS DEL ENCORDADO



PÉRDIDA DE CUERDAS



PROBLEMAS QUE AFECTAN A LA BATEA

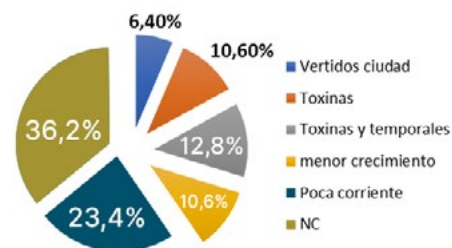


Figura 6. Principales problemáticas detectadas en cultivo de mejillón

SEGUIMIENTO AMBIENTAL

ESTANQUES DE TIERRA

METODOLOGÍA

- Las zonas de estudio seleccionadas en la costa atlántica andaluza son la Bahía de Cádiz y el estuario del Río Guadalquivir (Figura 8).
- La caracterización ambiental tuvo lugar entre los meses de abril y julio de 2018, tomando muestras de agua para análisis de variables físico-químicas, nutrientes y materia orgánica (Figura 9).

RESULTADOS

- No se observan variaciones relacionadas con la acuicultura en cuanto a variables físico- químicas (pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad) (Figura 10)
- Variables como sólidos en suspensión y carbono orgánico disuelto muestran una vinculación clara con la actividad acuícola en las zonas estudiadas (Figura 11).
- En general se observa un importante grado de amortiguación de la concentración de nutrientes en el entorno de las instalaciones evaluadas (Figura 12).

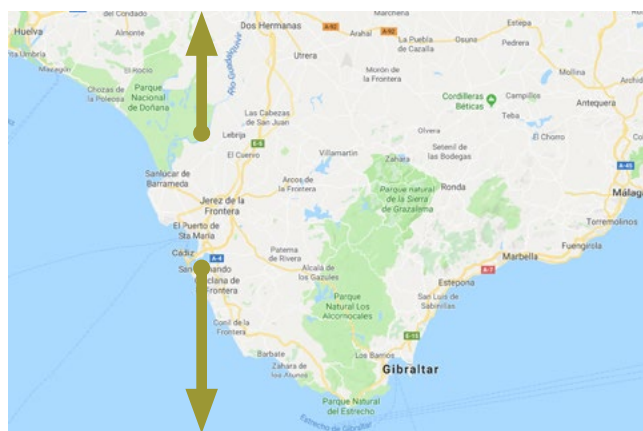


Figura 8. Zonas estudiada en Andalucía



Figura 9. Toma de muestras del medio receptor

ESTUARIO DEL RÍO GUADALQUIVIR

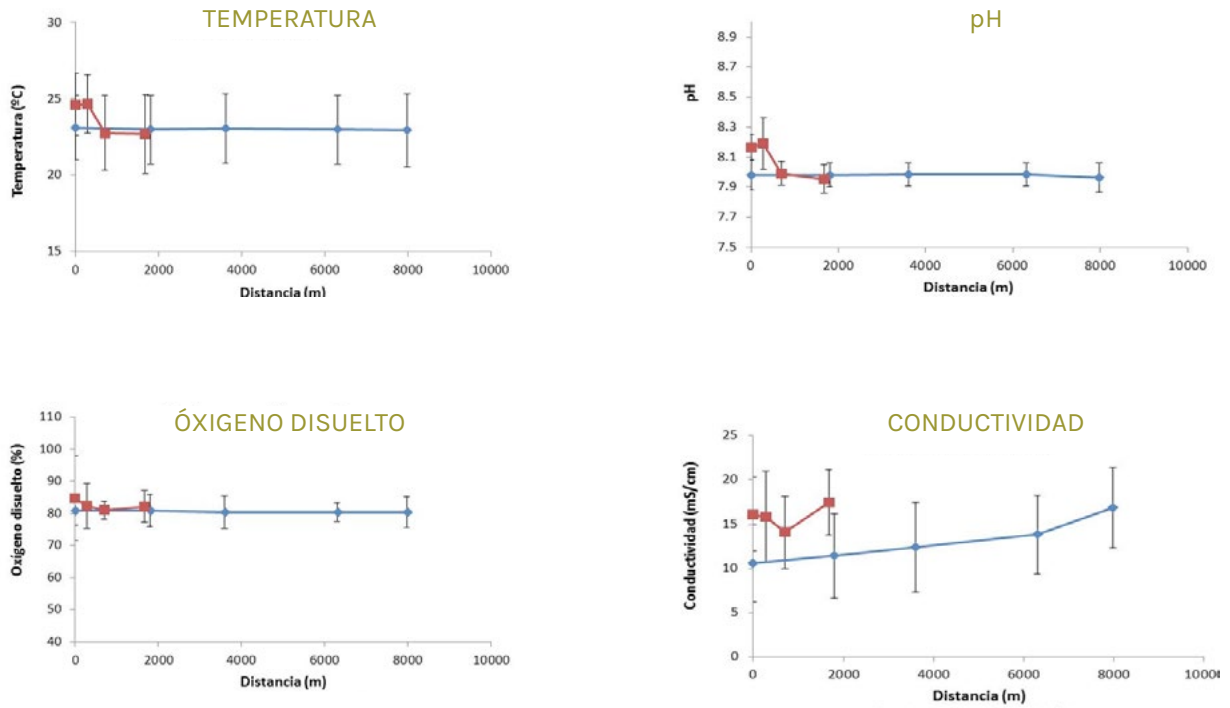


Figura 10. Evolución de variables físico-químicas en el medio receptor en el estuario del Río Guadalquivir

BAHÍA DE CÁDIZ

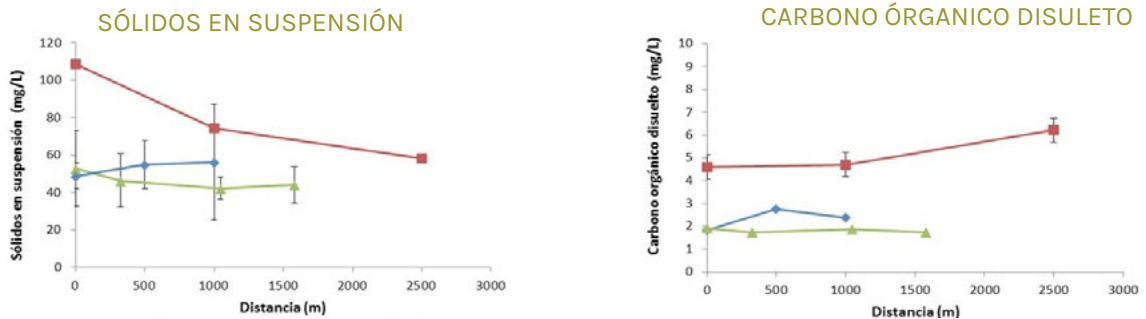


Figura 11. Evolución del perfil de sólidos en suspensión y materia orgánica en el medio receptor en la Bahía de Cádiz

- Existe una fuerte dependencia de la utilidad de los indicadores relacionada con la zona en la que se encuentran las instalaciones (Figura 13).
- En la zona del estuario del río Guadalquivir la información extraída para nutrientes como nitrato y amonio es enmascarada por la propia composición del medio receptor.

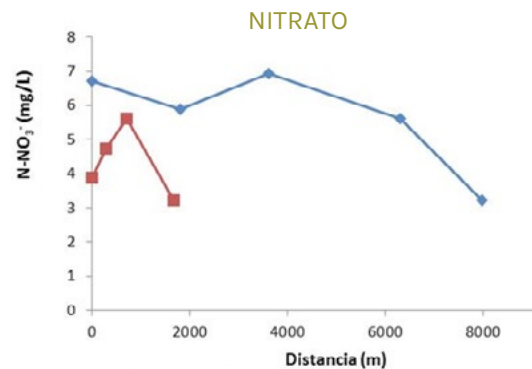
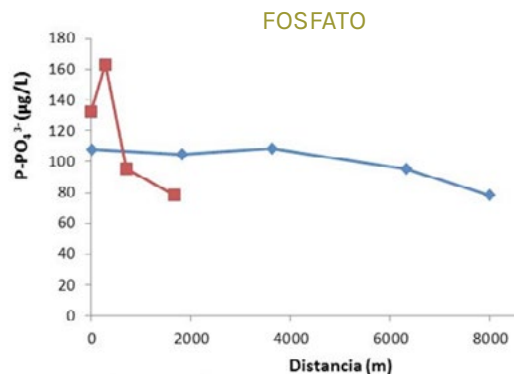
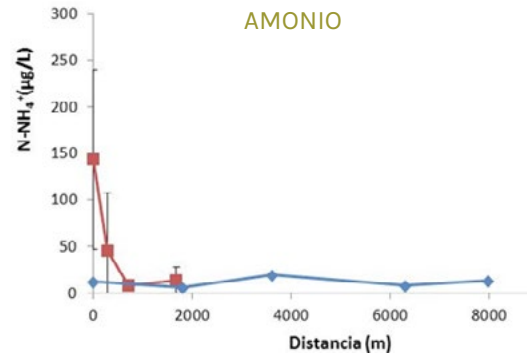
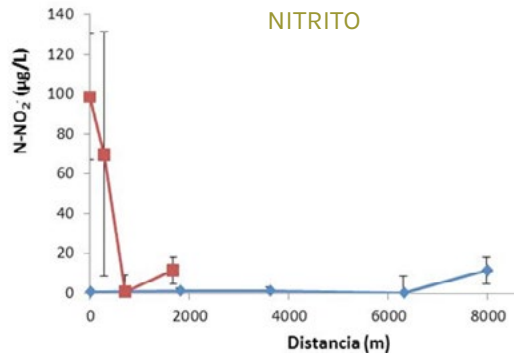


Figura 12. Evolución del perfil de nutrientes en el medio receptor en el estuario del Río Guadalquivir

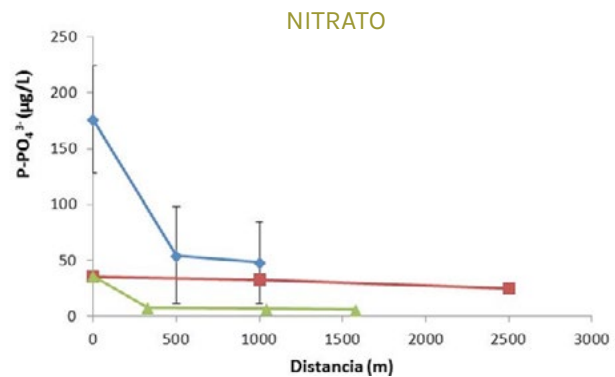
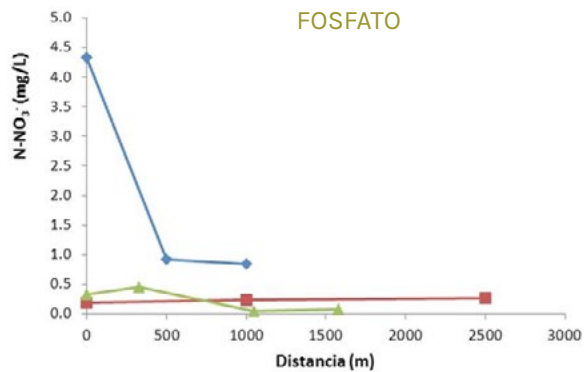
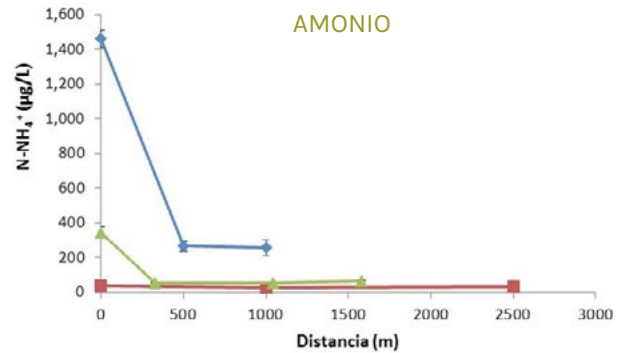
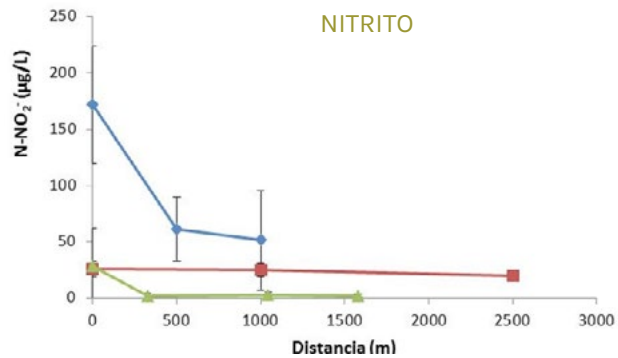
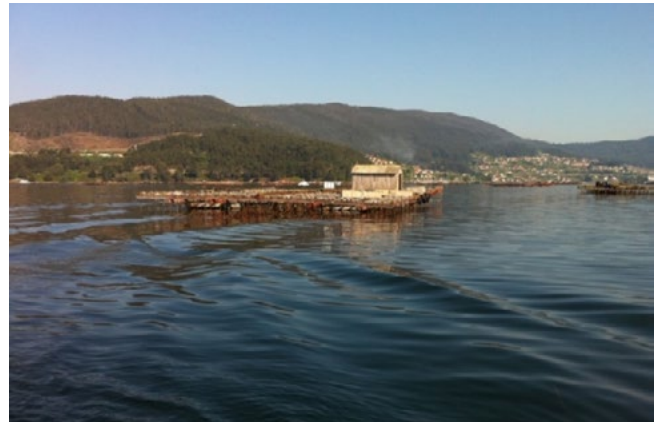


Figura 13. Evolución del perfil de nutrientes en el medio receptor en la Bahía de Cádiz

BATEAS DE MEJILLÓN

METODOLOGÍA

- Para evaluar el grado de integración del cultivo de mejillón en el entorno se han muestreado 6 puntos en tres rías (Figura 14).
- Se tomaron muestras de la columna de agua y sedimentos bajo las bateas



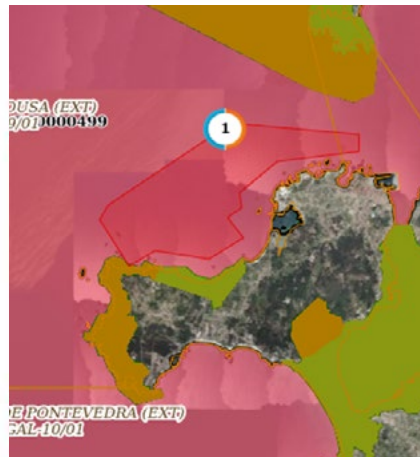
Ria de Arousa: RIBEIRA



Punto 1
Lon: 008 59 25 W
Lat: 42 31 12 N

Punto 2
Lon: 008 59 02 W
Lat: 42 30 56 N

Ria de Arousa: O GROVE



Punto 1
Lon: 008 55 08 W
Lat: 42 30 04 N

Punto 2
Lon: 008 55 25 W
Lat: 42 30 14 N

Ria de Vigo: REDONDELA



Punto 1
Lon: 008 38 34 W
Lat: 42 30 56 N

Punto 2
Lon: 08 39 46 W
Lat: 42 17 22 N

Figura 14. Zonas muestreadas en Galicia

y en un radio de 1 Km, para análisis de variable físico-químicas, nutrientes y materia orgánica (Figura 15).

RESULTADOS

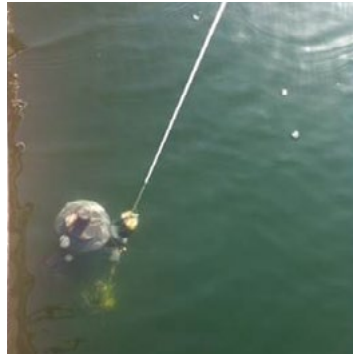
Los resultados obtenidos en las rías gallegas muestran (Figura 16):

- En las cercanías de las bateas se produce una ligera acidificación de las

aguas, así como una disminución de la concentración de oxígeno disuelto.

- Nutrientes como amonio, nitrito y nitrato se encuentran algo más enriquecidos en zonas profundas.
- Bajo las bateas se produce un enriquecimiento en materia orgánica en el sedimento.

MUESTRAS DE AGUA



MUESTRAS DE SEDIMENTO



Figura 15. Toma de muestras de agua y sedimentos en las ría gallegas

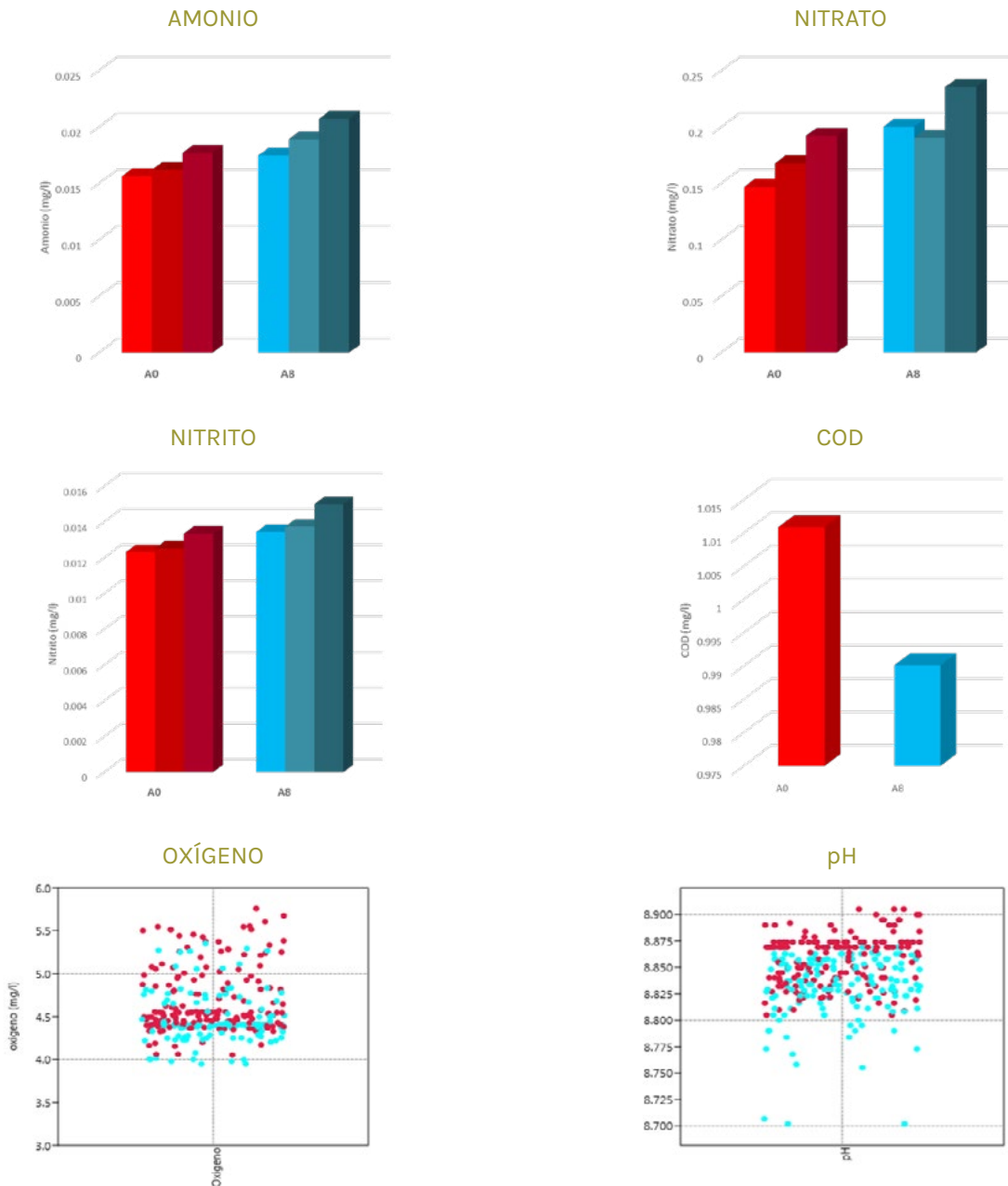


Figura 16. Resultados obtenidos en la Ría de Arousa

INDICADORES

Los indicadores que mejor reflejan la interacción de la actividad acuícola con el medio ambiente son:

Para estanques de tierra

Tabla 1. Indicadores seleccionados como representativos de la interacción de la acuicultura en estanques de tierra con el medio receptor

Indicadores	Metodología
Composición de sedimentos (Amonio, nitrito, fosfato y COT)	Espectrofotometría y análisis elemental
Biocenosis (macroinvertebrados)	Recuento de organismos
Amonio y nitrito (vertido/medio receptor)	Espectrofotometría
Índice de fitoplancton (columna de agua)	Gravimetría
Nitrato, fosfato y carbono orgánico disuelto y particulado (vertido/medio receptor)	Espectrofotometría
Índices de biodiversidad en la instalación	Recuento de organismos



Índice de fitoplancton



Composición de sedimentos

Para bateas de mejillón

Tabla 2. Indicadores seleccionados como representativos de la interacción de la acuicultura en estanques de tierra con el medio receptor

		Redondela 1	Redondela 2	Arousa 1	Arousa 2	Ogrove-1	Ogrove-2
Columna de agua	Nitrito (mg/l)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
	Nitrato mg/l	2	2,2	1,6	1,6	2,2	2,2
	Amonio (mg/l)	0,18 ±0,03	0,15 ±0,03	0,17 ±0,03	0,16 ±0,03	< 0,13	< 0,13
	Carbono orgánico total (COT)	3	4	4	3	4	4
	pH	7,94 ± 0,08	7,91 ± 0,08	8,12 ± 0,08	8,18 ± 0,08	7,89 ± 0,08	7,94 ± 0,08
	Oxígeno disuelto (mg/l)	7,03	6,67	7,17	7,41	5,56	5,7
Sedimento	CT (mg/Kg)	1,06	0,8	0,59	78700	1,08	49400
	CO (mg/Kg)	ND	0,63	0,45	28600	0,79	16700
	% CO/CT	ND	79,38	76,97	36,39	73,91	33,87



Biocenosis (macroinvertebrados)

MEDIDAS DE MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD

Las medidas de propuesta de mejora de la sostenibilidad en entornos naturales son:

Para estanques de tierra

Tabla 3. Medidas para la mejora de la integración de la acuicultura en estanques de tierra en el medio natural

Medida de mitigación/minimización (generales/peces)

Cultivos multitróficos (Optimización de filtradores-detrívoros-algas):
reducción de nutrientes y sólidos en suspensión.

Mejora de la eficiencia de los procesos de alimentación: optimización de factores de conversión y calidad de piensos

Sistemas de alimentación optimizados que maximicen el aprovechamiento de alimento

Estudios de la viabilidad técnica, ambiental, económica y empresarial de la aplicación uso
de energías renovables para incrementar la eficiencia energética.

Uso de energías renovables para incrementar la eficiencia energética.

Zonas de biorregulación para la mejora de la biodiversidad de la zona

Favorecer medidas de valorización de residuos generados en las instalaciones acuícolas.

Fomento de certificaciones ambientales como herramientas que contribuyan a una mejor gestión medioambiental

Implementación de sistemas RAS para cultivos intensivos: reducción del espacio ocupado, y volumen vertido,
optimización del uso del agua, y un control especializado del cultivo.



Cultivos multitróficos



Optimización del proceso de producción





Para bateas de mejillón

Tabla 4. Medidas propuestas para la mejora de la integración bateas de mejillón en el medio natural

Medida de mitigación/minimización (específicas bateas)

Fomentar el uso de pinturas ecológicas

Aprovechamiento de residuos de mejillón: recogida y traslado a tierra de la semilla desechada y los descartes e instalación de sistemas colectores bajo las bateas de cultivo

Redimensionamiento en base a estudios de capacidad de carga

Localización de bateas en zonas de marea o corrientes de importante circulación de agua

Reducción del consumo de diésel en los barcos auxiliares de recogida empleando para ello combustibles de mayor eficiencia energética y organizando mejor las rutas mediante logística apropiada

Optimización de ciclos de cultivo en función de los parámetros climáticos

Empleo de sistema integrado con macroalgas

Planificación de un seguimiento o un plan de control medioambiental del agua y fondos de los polígonos

Uso de redes de protección para minimizar pérdidas



Aprovechamiento de nutrientes



Sistema RAS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- ⇒ Es necesaria la formación específica de los profesionales dedicados a la acuicultura.
- ⇒ Para garantizar la sostenibilidad de los cultivos de bateas de mejillón se recomienda realizar un seguimiento ambiental sistemático.
- ⇒ Las principales problemáticas relacionadas con el cultivo de mejillón están relacionadas la pérdida de cuerdas y la recogida de la semilla desechada y los descartes.
- ⇒ Se recomienda la selección por tallas en el encordado y el desdoble.
- ⇒ Los indicadores ambientales más representativos, del cultivo de mejillón, son nutrientes en la columna de agua y materia orgánica en el sedimento.
- ⇒ Las instalaciones acuícolas en Andalucía están totalmente integradas en los entornos naturales donde se encuentran localizadas.
- ⇒ Se ha observado una importante capacidad de amortiguación del medio receptor de las zonas circundantes de instalaciones acuícolas en Andalucía.
- ⇒ Los indicadores ambientales más representativos y acordes con la actividad acuícola son nutrientes como nitrito y amonio, así como carbono orgánico disuelto.
- ⇒ Se recomienda el estudio de solicitudes de modificación de la frecuencia de seguimiento, si la empresa acuícola demuestra la aplicación de buenas prácticas ambientales y garantiza el cumplimiento de las normativas aplicables en materia de calidad de las aguas y de protección ambiental de entornos naturales.



Zonas de biorregulación



Redes de protección

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] *Directrices estratégicas para el desarrollo sostenible de la acuicultura de la UE*. Comisión Europea, 2013.
- [2] Pérez Camacho A, González R, Fuentes J (1991) *Mussel culture in Galicia (N. W. Spain)*. *Aquaculture*, 94, 263-278
- [3] *Best practice guidelines for aquaculture and sustainable management in a Mediterranean coastal wetland: case study of Doñana marshes (Andalucía, Spain)*. By Medialdea, M. Ed. RAC/SPA, Tunis. 30 pp. UNEP-MAP RAC/SPA, 2012.
- [4] Bosma RH, Verdegem MCJ. (2011) *Sustainable aquaculture in ponds: Principles, practices and limits*. *Livestock Science*, 139, 58–68.
- [5] Valenti WC, Kimpara JM, Preto BL, Moraes-Valenti P (2018) *Indicators of sustainability to assess aquaculture systems*. *Ecological indicators*, 88, 402-413.
- [6] Fernández-Rodríguez MJ, Milstein A, Jiménez-Rodríguez A, Mazuelos N, Medialdea M, Serrano L (2018) *Multivariate factor analysis reveals the key role of management in integrated multitrophic aquaculture of veta la Palma (Spain)*. *Aquaculture*, 495, 484-495.
- [7] Walton MEM, Vilas C, Cañavate JP, González-Ortegón E, Prieto A, Bergejik SA, Green AJ, Librero M, Mazuelos N, Le Vay L (2015) *A model for the future: Ecosystem services provided by the aquaculture activities of Veta la Palma, Southern Spain*. *Aquaculture*, 448, 382-390.
- [8] Tovar A, Moreno C, Manuel-Vez MP, García-Vargas M. (2000) *Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters*. *Water Research*, 34, 334-342.

CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES:

Todas las imágenes son propias del proyecto ACUINTEG, con excepción de: fotografías de las páginas 0, 1 y 15b que poseen una licencia CC0 de dominio público. Pág 2, foto de David Blaikie [CC BY-SA 3.0 <https://flic.kr/p/NCAFA>]. Pág 15a, Foto de fitoplancton via NOAA MESA Project. Pág 16, foto de Nereis via Zeitsprünge [CC BY-SA 3.0 <http://tinyurl.com/y3demlpv>]. Pág 21, Marisma de Cádiz, Jose Vicente Ortiz (<https://flic.kr/p/st1786>).



Participan:

