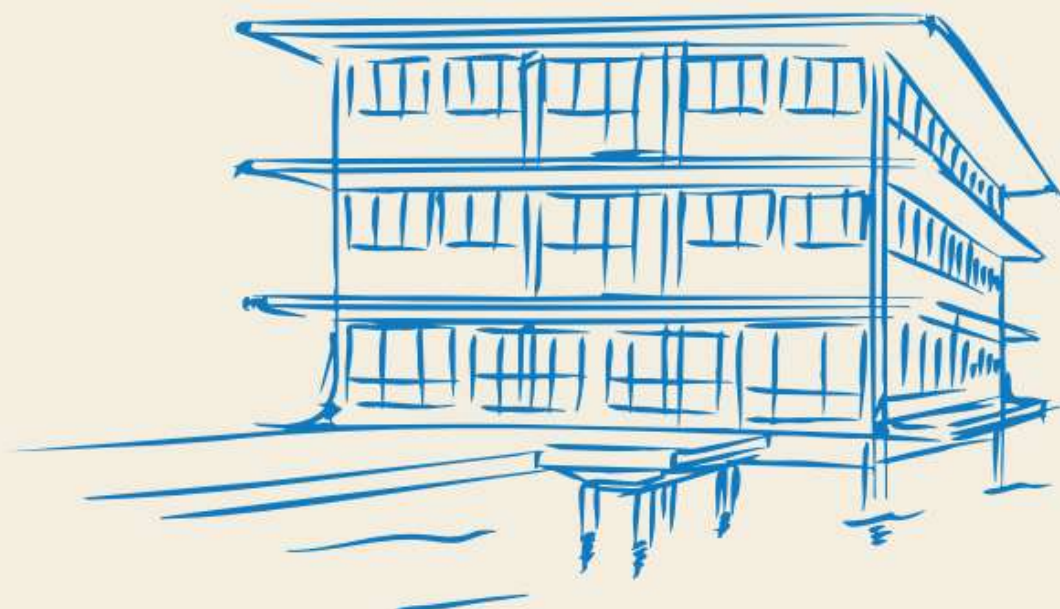


Centro de Investigacións Mariñas de Galicia



Desde 1975

VOLUME II - 2025



Autoría: Fernández, B.; Brianes, M.J.; Costa, M.L.; Vázquez-Ruiz de Ocenda, M.; Caamaño, R.; Cabaleiro, S.; Gabín-Sánchez, C.

Título: Avances in the cultivation of striped red mullet *Mullus surmuletus*: Color change induction

Evento: Aquaculture Europe 2025 (AE25VAL)

Lugar: Valencia (España)

Ano: 2025

ADVANCES IN THE CULTIVATION OF STRIPED RED MULLET *Mullus surmuletus*: COLOR CHANGE INDUCTION



B. Fernández¹, M.J. Brianes¹, M.L. Costa¹, M. Vázquez-Ruiz de Ocenda², R. Caamaño², S. Cabaleiro² and C. Gabín-Sánchez¹.

¹ Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA). Pedras de Corón, s/n. 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra). SPAIN. E-mail: bernardo.fernandez.souto@xunta.gal

² Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura (CETGA). Punta Couso, s/n. 15965 Ribeira (A Coruña). SPAIN.

Introduction

The main objective of the SALROC research project is to contribute to the diversification of marine fish farming in Europe by optimizing farming techniques for the striped red mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758). The project acronym (SALROC) refers to the names for striped red mullet in Spanish ("SALmonete de ROCa") and Galician language ("SALmonete de ROCha").

This project, funded by the Xunta de Galicia, has been running since 2024 at CIMA (Centro de Investigacións Mariñas de Galicia) and CETGA (Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura), both research centers located in Galicia (NW Spain).

During the initial investigations of the SALROC project, it was found that striped red mullets housed in CETGA adopted different colorations depending on the color tank (black or green) where they were housed. In CIMA tanks, with white interior walls, the specimens progressively lost their pinkish-reddish coloration, taking on whitish tones. To study the effects of tank color on the body color of the striped red mullet, raffia of different colors was placed on the bottom of the CIMA tanks.

Material and methods

This experiment was carried out in three cylindrical tanks, each 1.10 m in diameter, with a surface area of 1 m² and a volume of 0.5 m³, located at the CIMA. The water circulation is open. The tanks were originally designed for mollusc culture but were adapted to accommodate flatfish and benthic fish (Fernández & Brianes, 2025). Bottom refuges made from oyster baskets were installed at the bottom of the tank as Environmental Enrichment (EE) elements (Fernández et al., 2025). Twelve individuals, captured by local fishermen in the Ria de Arousa (NW Spain), were housed in each tank.

The interior walls and bottom of the CIMA tanks are white, which allowed for various color change tests. In February and March 2025, to study the effects of tank color on the body color of striped red mullets, to verify the intensity and speed at which these color changes occurred, and to determine their possible reversibility, plastic raffia nets of different colors (green, brown and black) were temporarily placed on the white bottom of the tanks at CIMA (Fig. 1 and Fig. 2).



Figure 1 and Figure 2: Images with QR codes to access underwater videos showing the different colorations of striped red mullets depending on the color of the tank bottom. Above (Figure 1) shows specimens on a white bottom and below (Figure 2) shows specimens on a black bottom.

Results and discussion

Following the placement of raffia at the bottom of the CIMA tanks, a rapid and significant alteration in the fish's pigmentation was observed. The intensity of the coloration increased proportionally with the darkness of the raffia substrate, with individuals exhibiting vivid reddish hues when black raffia was utilized, and comparatively less intense reddish tones when green or brown raffia was employed (Fig. 3). Additionally, the sclera of the striped red mullet's eyes exhibited a reddish coloration (Fig. 4). These chromatic changes occurred swiftly, within less than five minutes, and were reversible; upon removal of the coloured raffia, the specimens reverted to a pale body pigmentation and the sclera returned to its white appearance within minutes, showing the striped red mullets an amazing camouflage power ("the chameleon of the sea").

Being able to easily induce the camouflage ability of striped red mullets with their surroundings so that they quickly adopt a more "natural" color is of great importance for their potential cultivation, since an appropriate color of the fish (close to that typical of wild specimens) is one of the characteristics that could facilitate the future commercialization of this species.



Figure 3 (a/d): Striped red mullets on white (3a), green (3b), brown (3c) and black (3d) bottoms.

Figure 4 (a,b): Detail of the change in color of the sclera of the eye of the striped red mullets in a tank with a white bottom (Fig. 4a) and after placing a black raffia on the bottom of the culture tank (Fig. 4b).

Conclusions

The integumentary coloration of fish (and other animals) is primarily driven by the presence of various types of chromatophores, which in some cases allow them to adapt chromatically to environmental tones and patterns through mimicry or camouflage (Fujii, 2000). Studies on changes in fish color patterns are relatively abundant, especially in flatfish, but not in the case of the striped red mullet (Tokac et al., 2013).

This study demonstrates for the first time a phenomenon of pigmentation change in striped red mullet housed in culture tanks, opening up the possibility of applying camouflage-inducing techniques by changing the color of the bottom and/or internal walls of the culture tank, either temporarily (by placing raffia on the bottom) or permanently (by painting the interior of the tank). Color changes toward more consumer-friendly hues could be induced by using dark tanks throughout the entire culture cycle of the species or by temporarily housing them (a few days before marketing) in dark-colored tanks. This experience also opens the door to future research that could determine the optimal color for culture tanks for this species from an animal welfare perspective.

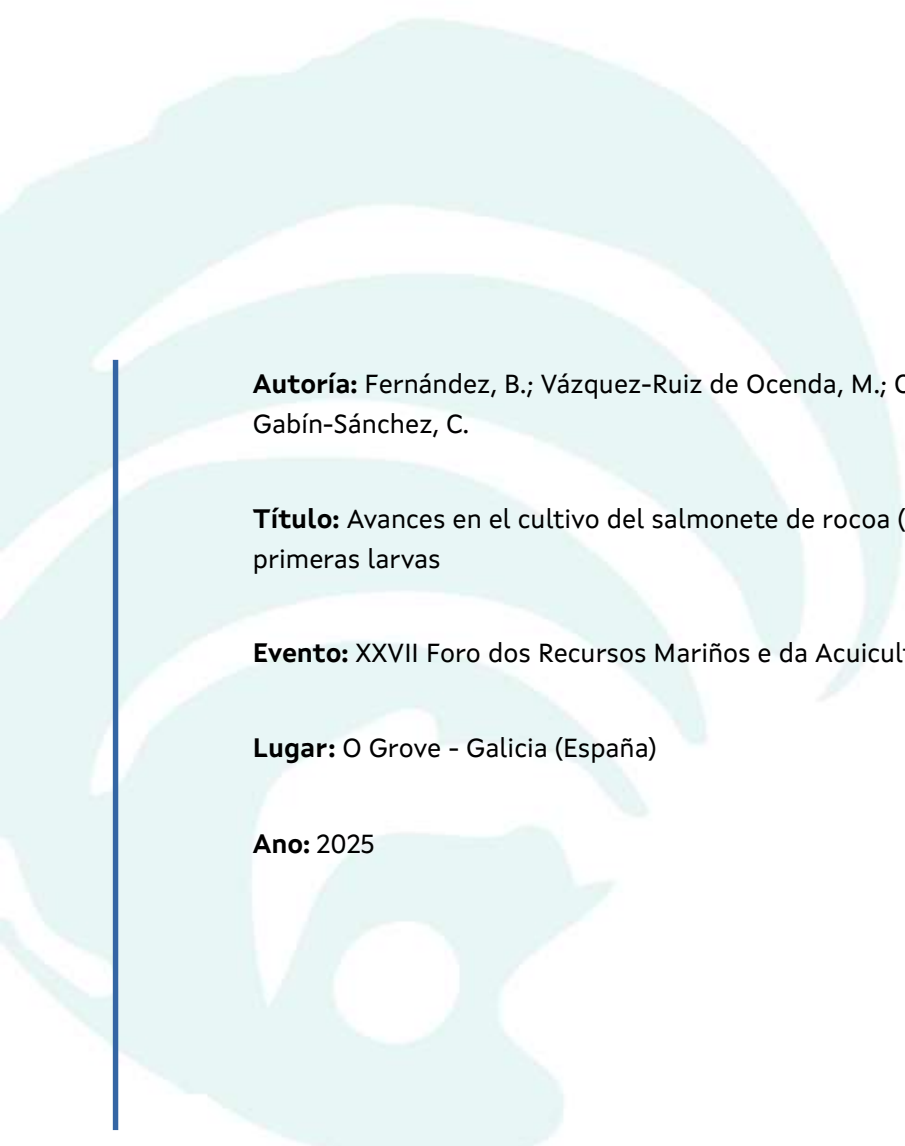
Acknowledgments

- This work was funded by the Consellería do Mar (Xunta de Galicia), through the research project "Diversificación de especies na piscicultura mariña galega: cultivo do salmonete de roca (*Mullus surmuletus*)", CIMA 24/01 (SALROC).
- Thanks to Rafael Sabugueiro for making the underwater videos.



References

- Fernández, B. & Brianes, M.J. 2025. Cultivo de peixes planos en tanques de moluscos aplicando técnicas de enriquecimiento ambiental. In: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Lastres Couto M.A., González-Henríquez N., Padín X.A. (Eds.). *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 26: 241-251.
- Fernández, B., Brianes, M.J., Vázquez, M., Caamaño, R., Cabaleiro, S. & Gabín-Sánchez, C. 2025. Experiencia de adaptación a la cautividad del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) aplicando técnicas de enriquecimiento ambiental. In: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Lastres Couto M.A., González-Henríquez N., Padín X.A. (Eds.). *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 26: 253-262.
- Fujii R. 2000. The regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Res.* 13:300-19. DOI: 10.1034/j.1600-0749.2000.130502.x
- Tokaç, A., Akyol, O., Aydin, C. & Ulas, A. 2013. First report of abnormal pigmentation in a surmullet, *Mullus surmuletus* L. (Osteichthyes: Mullidae). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*: Vol. 37: No. 6, Article 24. DOI:10.3906/vet-1211-2



Autoría: Fernández, B.; Vázquez-Ruiz de Ocenda, M.; Caamaño, R.; Brianes, M.J.; Costa, M.L.; Cabaleiro, S.; Gabín-Sánchez, C.

Título: Avances en el cultivo del salmonete de rocoa (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758): Obtención de las primeras larvas

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

AVANCES EN EL CULTIVO DEL SALMONETE DE ROCA (MULLUS SURMULETUS LINNAEUS, 1758): OBTENCIÓN DE LAS PRIMERAS LARVAS

B. Fernández¹, M. Vázquez-Ruiz de Ocenda², R. Caamaño², M.J. Brianses¹, M.L. Costa¹, S. Cabaleiro² y C. Gabín-Sánchez¹.

¹ Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA). Pedras de Corón, s/n. 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra), SPAIN. E-mail: bernardo.fernandez.souto@xunta.gal

² Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura (CETGA). Punta Couso, s/n. 15965 Ribeira (A Coruña), SPAIN.



Introducción

El objetivo principal del proyecto de investigación SALROC es contribuir a la diversificación de la piscicultura marina mediante la optimización de las técnicas de cultivo del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758). Este proyecto, financiado por la Xunta de Galicia, se realiza desde mediados de 2024 conjuntamente en el CIMA (Centro de Investigaciones Mariñas de Galicia) y en el CETGA (Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura). Entre julio y noviembre de 2024 se capturaron en la ría de Arousa más de un centenar de ejemplares salvajes de salmonetes de roca y se introdujeron en tanques de cultivo del CIMA y del CETGA. Tras un proceso de adaptación a la cautividad, se estableció en el CETGA un tanque de reproductores con 52 ejemplares sometidos a fotoperíodo natural. A finales de marzo de 2025, tras un período de domesticación inferior a 8 meses, se obtuvieron las primeras puestas de huevos lo que permitió realizar este estudio preliminar sobre incubación y cultivo larvario del salmonete de roca. Se tomaron muestras de larvas con diferentes edades que permitieron realizar comparaciones morfológicas con estudios previos y que suministraron información para el diseño de futuras dietas de alimentación larvaria de esta especie.

Material y métodos

Los salmonetes de roca utilizados en esta experiencia fueron capturados en la Ría de Arousa por pescadores locales entre los meses de julio y noviembre de 2024. Los peces fueron transportados a las instalaciones del CIMA y del CETGA y se depositaron inicialmente en tanques de 1 m² y 0,5 m², con circuito abierto de agua, en donde se inició su proceso de domesticación (Fernández et al., 2025). En febrero de 2025, 52 ejemplares del CETGA se establecieron en un tanque cuadrado de 3 m de lado y 0,5 m de altura de agua (volumen 4,5 m³) con la idea de establecer un tanque de futuros reproductores, sometidos a fotoperíodo natural. El 26 de marzo se colocó en el tanque de reproductores un sistema colector de huevos, recogiendo la primera puesta del proyecto SALROC ya al día siguiente. El diámetro de los huevos fue medido a diferentes DPF (Days Post-Fertilization, Días Post-Fecundación) con un microscopio invertido OPTIKA IM-3, con objetivos de 4x a 40x. Dicho microscopio y sistema de medición fue utilizado posteriormente para realizar también la medición de las larvas a diferentes DPH (Days Post-Hatching, Días Post-Eclósión). Los huevos se incubaron en tanques de 100 litros durante unos 4 días a 15°C de temperatura media. Tras la eclósión, las larvas se trasladaron a tanques de cultivo larvario de 0,4 m³. La temperatura del cultivo larvario fue 19,5 ± 0,5 °C, la concentración de oxígeno 6,9 ± 0,6 ppm y la iluminación 600 lux. La alimentación larvaria consistió, entre 3 y 20 DPH, en *Brachionus rotundiformis* y *Brachionus plicatilis* enriquecidos con un enriquecedor comercial y, a partir de 18 DPH, se complementó con nauplii de *Artemia*. En este estudio preliminar sobre el cultivo larvario de salmonete de roca se recogió un total de 23 puestas de huevos, se obtuvieron 40.300 larvas y el cultivo larvario de mayor duración se mantuvo durante tres semanas, 21 DPH.

Resultados y Discusión

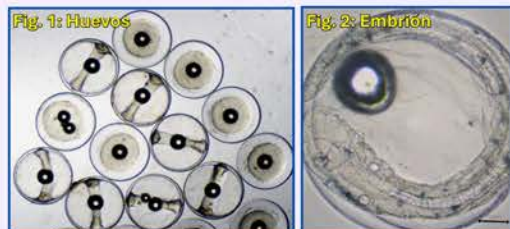


Figura 1: Primeros huevos de salmonete de roca del proyecto SALROC, obtenidos a finales de marzo de 2025. Presentan generalmente una única gota de grasa y su diámetro medio, con 3 DPF, fue de 873 µm y diámetro máximo de 898 µm.

DPF	(µm)	Desviación estándar (µm)	(µm)	(µm)
-1 DPF	855,1	±20,8	815,2	890,9
-2 DPF	858,1	±14,5	829,1	874,0
-3 DPF	873,3	±20,5	835,2	898,0

Tabla 1: Evolución del diámetro de los huevos de salmonete de roca durante los tres primeros días post-fertilización (DPF). Temperatura media de incubación 15°C.

El jueves 27 de marzo de 2025 (al día siguiente de colocar el colector de huevos en el tanque de reproductores del CETGA) ya se observaron los primeros huevos de salmonete de roca, que se recogieron y trasladaron a los tanques de incubación. Los huevos presentaban una única gota de grasa (Fig. 1) y su diámetro medio, con 3 DPF, fue de 873,3 µm (Tabla 1). En días sucesivos se empezaron a observar embriones desarrollándose en el interior de algunos huevos (Fig. 2). Debajo de la Fig. 2 se incluye un código QR para acceder a un video donde se puede apreciar el latido del corazón de un embrión. El ritmo cardíaco de los embriones osciló entre 153 y 172 latidos/minuto (2,55-2,86 latidos/s).

Tras unos 4 días de incubación a 15°C de temperatura media eclosionaron las primeras larvas. En 2025 se recogieron en total 23 puestas de huevos, a partir de las cuales se obtuvieron 40.300 larvas. Las larvas recién eclosionadas (0 DPH) medían 3,0 mm y presentaban una gota de grasa en posición apical, en la parte anterior del vitelo (Fig. 3a). Se comparó la morfología de estas larvas recién eclosionadas con fotografías y dibujos de trabajos anteriores en los que se realizaron cultivos larvarios de salmonete de roca (Menu, 1977; Menu y Girin, 1978-1979 y Suquet y Person-le-Ruyet, 2001) y se comprobó que tanto la longitud como la morfología de las larvas de este trabajo coincidían con las descripciones anteriores (Figs. 3b, 3c, 4 y 5), lo que nos sugiere que las larvas obtenidas en esta experiencia no presentan malformaciones evidentes.

En larvas de 6 DPH se comprueba que las larvas ya consumieron el vitelo, permaneciendo la gota de grasa. En larvas de 21 DPH, de 5,27 mm de longitud, se mide una ABV (Apertura Bucal Vertical), de 334 µm (Fig. 5a). Partiendo del criterio propuesto por Shiota (1970), las larvas de peces pueden ingerir presas cuya anchura esté comprendida entre el 50% y el 75% de su ABV. Una larva con 334 µm de ABV podría alimentarse con presas cuya anchura no superase los 250 µm (75% ABV) o, siendo más conservador, no superase las 167 µm de anchura (50% ABV). La longitud de los nauplii de *Artemia* varía, dependiendo del origen de la cepa, entre 399 µm y 529 µm de longitud (Van Stappen et al., 2024) pero su anchura suele oscilar entre 140 y 160 µm. Por lo tanto, las larvas de salmonete de roca de 21 DPH, con ABV de 334 µm, pueden ingerir nauplii de *Artemia* u otras presas (copépodos, misidáceos, etc) que no superen las 167 µm de anchura. Sin embargo, los metanauplii de *Artemia* de 48 horas tienen medir, dependiendo de las condiciones de cultivo, 180-200 µm de anchura por lo que superarían el tamaño "conservador" de captura establecido en el 50% de la ABV, 167 µm. Según estos datos, el inicio de la alimentación larvaria del salmonete de roca con metanauplii de *Artemia*, debería ser en días posteriores a los 21 DPH. Los datos de ABV nos indican también cuál es el diámetro adecuado de los pienso de co-alimentación y/o destete. Adicionalmente se midió el Ángulo de Apertura Bucal (AAB) de las larvas de 21 DPH de esta experiencia y fue de 110° (Fig. 6). El AAB de la larva mostrada en la fotografía el trabajo de Menu era algo mayor (130°) lo que nos sugiere que la ABV de las larvas de salmonete de roca podría ser algo mayor que la ABV medida en este trabajo, lo que implicaría la posibilidad de atrapar presas con un tamaño ligeramente superior al calculado anteriormente.

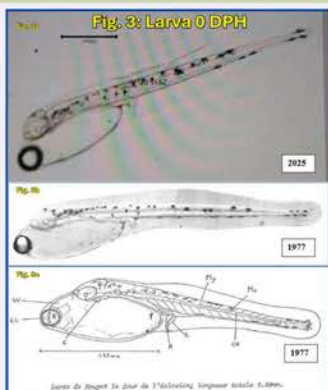


Figura 3 (a,b,c): Comparación entre la morfología de una larva recién eclosionada (0 DPH) obtenida en esta experiencia (Fig. 3a, arriba) y una imagen (Fig. 3b, centro) y un dibujo (Fig. 3c, abajo) de una larva recién eclosionada descrita en 1977 (Menu, 1977). A: ano. C: corazón. CH: notocorda. GL: glóbulo lipídico (gota de grasa). Me: melanóforo. My: miotomio muscular. R: recto. SV: saco vitelino.



Figura 4: Detalle de la parte anterior de una larva recién eclosionada de salmonete de roca (*Mullus surmuletus*). Se aprecia parte del vitelo (V) y de la gota de grasa (G). O: ojo. Ot: otocorazón bicameral (C). Los melanóforos (M) y el otocorazón (Ot) con otolitos en su interior.



Figura 5 (a, b): Comparación entre la morfología de una larva obtenida en esta experiencia y el dibujo de una larva ilustrada por Bruno Menu en 1977. En ambos trabajos la temperatura durante el cultivo larvario fue de 19°C. **Figura 5a (arriba):** Larva de salmonete de roca de 21 DPH con ABV (Apertura Bucal Vertical) de 334 µm obtenida en esta experiencia (2025). **Figura 5b (abajo):** Dibujo de una larva de 20 DPH descrita en 1977 (Menu, 1977). BB: branquias. EBC: elemento basal de la aleta caudal. FO: foseta olfativa. RP: radios primarios. RS: radios secundarios.

Conclusiones

- Si bien la cantidad de huevos y larvas obtenidas de estas primeras puestas de salmonete de roca del proyecto SALROC se puede considerar baja, la obtención de puestas tras un período tan corto de domesticación es un hecho destacable. Los primeros salmonetes salvajes que se trasladaron al CETGA se capturaron en agosto de 2024 y los últimos en noviembre de 2024 por lo que, al producirse las primeras puestas a finales de marzo de 2025, las puestas de huevos y esperma las han realizado individuos que llevaban establecidos en el CETGA entre 5 meses (si la realizaron individuos capturados en noviembre de 2024) y 8 meses (si la realizaron individuos capturados en agosto de 2024).
- En la literatura científica se indica que el período de puestas del salmonete de roca en Galicia abarca los meses de abril a julio (Viloch et al., 2005; Caamaño et al., 2007) pero el hecho de encontrar ya algunos huevos justo después de colocar el colector (finales de marzo) nos induce a pensar que quizás las primeras puestas pudieran tener lugar algunos días antes. Como conclusión práctica, la colocación de los colectores se realizará el año que viene en fechas algo más tempranas (a finales de febrero o principios de marzo) para intentar determinar el momento más exacto posible en el que se inician las puestas.
- La morfología de los huevos y de las larvas de salmonete de roca obtenidas en este trabajo coincide con lo descrito en estudios previos lo que sugiere la ausencia de malformaciones, al menos aparentes.
- La medición de la ABV y del AAB de las larvas nos permiten extraer datos que nos podrán ayudar en el diseño y establecimiento de una secuencia de alimentación larvaria óptima para esta especie.

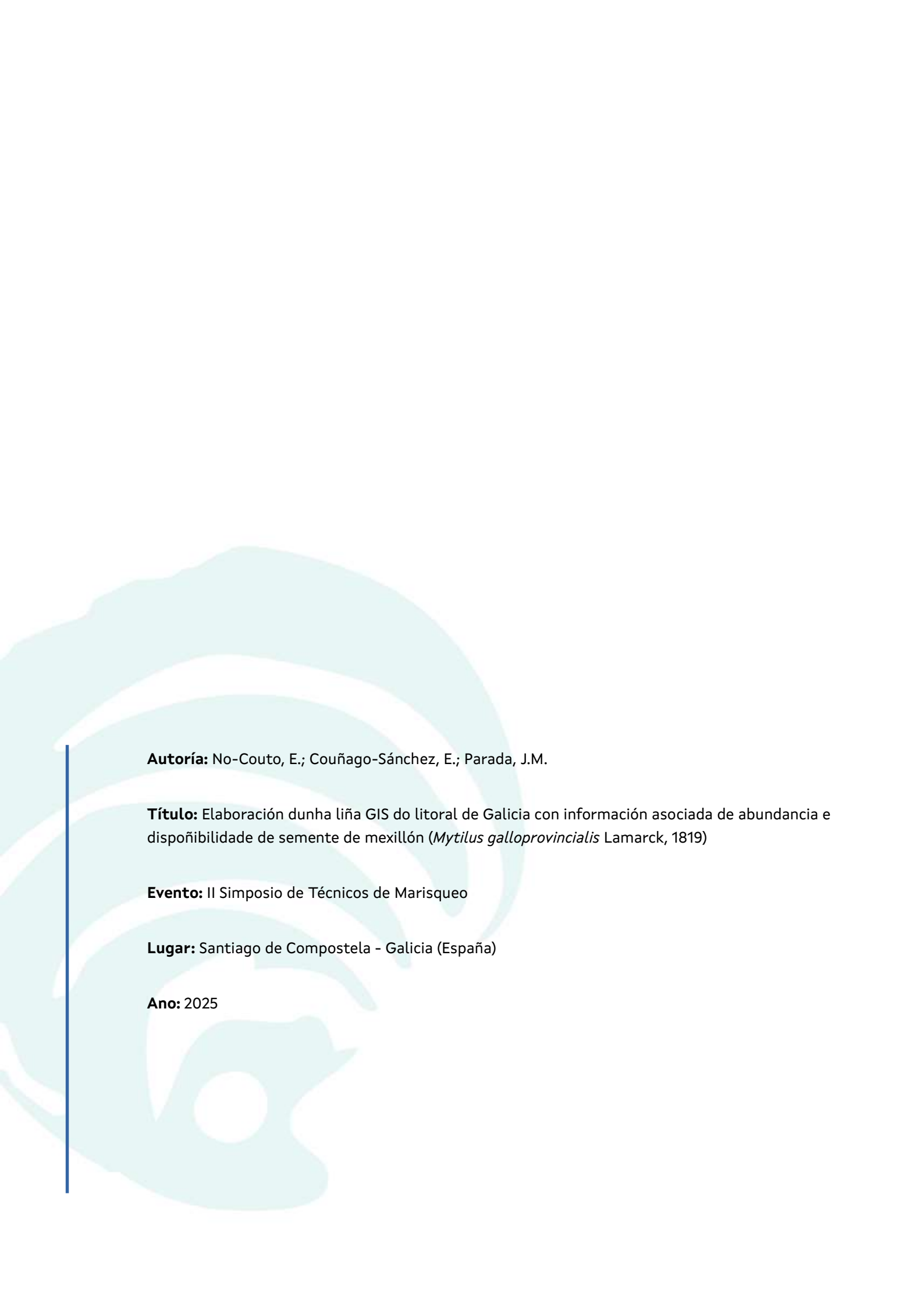
Agradecimientos

Este trabajo está financiado por la Consellería do Mar (Xunta de Galicia), a través de la acción de investigación "Diversificación de especies en la piscicultura marina gallega: cultivo del salmonete de roca (*Mullus surmuletus*)", CIMA 24/01 (SALROC).



Bibliografía

- Caamaño, R., Viloch, F., Barreiro, L., Ruiz de Ocenda, M.V., Ojea, A., Teijido, A., Sando, E., Fandiño, B., Asenjo, C., Riera-Fernández, P. y Cabaleiro, S. 2007. "Obtención de puestas trasadas de salmonete de roca (*Mullus surmuletus* L.) por modificación del fotoperíodo". Libro de actas del IX Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas (2006). *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 9: 291-292.
- Fernández, B., Brianses, M. J., Vázquez, M., Caamaño, R., Cabaleiro, S. y Gabín-Sánchez, C. 2025. "Experiencia de adaptación a la cautividad del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) aplicando técnicas de enriquecimiento ambiental". En: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Lestres Couto M.A., González-Henriquez N., Padín X.A. (Eds.). *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 26: 253-262.
- Menu, B. 1977. "Approche expérimentale de la croissance et de l'embryogénèse de la larve de rouget *Mullus surmuletus*". DEA, Université Paris VI, 61 p.
- Menu, B. y Girin, M. 1978-1979. "Ponte, incubation et développement larvaire du rougette roche (*Mullus surmuletus*) en laboratoire". *Vie Milieu*, 28-29, 517-530.
- Shiota, A., 1970. Studies on the mouth size of fish larvae. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 36: 353-368.
- Suquet, M. y Person-le-Ruyet, J. 2001. "Les Rougettes Barbettes (*Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*). Biologie, pêche, marché et potential aquacole". Editions Quae, IFREMER, Plouzané (France) 2001, 47 p.
- Van Stappen, G., Sorgeloos, P. & Rombaut, G., eds. 2024. *Manual on Artemia production and use*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Papers, n° 702. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0313en>
- Viloch, F., Barreiro, L., Caamaño, R., Cabaleiro, S. y Arán, J. 2005. "Obtención de puestas de salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) en cautividad y su proceso de incubación". Libro de actas del X Congreso Nacional de Acuicultura (Gandia-Valencia).



Autoría: No-Couto, E.; Couñago-Sánchez, E.; Parada, J.M.

Título: Elaboración dunha liña GIS do litoral de Galicia con información asociada de abundancia e dispoñibilidade de semente de mexillón (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819)

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Elaboración dunha liña GIS do litoral de Galicia con información asociada de abundancia e dispoñibilidade de semente de mexillón (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819)

No-Couto, E.¹
Couñago Sánchez E.²
Parada, J. M.¹

¹ CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia

² CETMAR

edgar.no.couto@xunta.gal

Exponse a elaboración dunha capa GIS (*Geographic Information System*) representativa da distribución da abundancia de semente de mexillón no intermareal rochoso de Galicia en 2023. A capa esta dividida en segmentos de 100 m, cada un dos cales leva asociado un valor de abundancia (cobertura) asignado por mostraxe xeoestatística dunha superficie xerada por interpolación de datos reais de mostraxe. A cada segmento atribuíuselle tamén a dispoñibilidade ou proporción desa abundancia respecto dun plan de percebe, dunha confraría ou de toda Galicia. Esta ferramenta facilitou a avaliación da observación do principio de proporcionalidade nos aproveitamentos de percebe e mexilla nos plans de xestión de percebe para 2025-2027. Esta capa é un dos resultados da campaña de mostraxe para a avaliación de abundancia de cría de mexillón máis intensiva realizada en Galicia.

Introdución

Unha campaña de mostraxe intensiva para determinar a cobertura de mexilla recrutada en 2023 permitiu que os resultados foran utilizados para mellorar e actualizar a capa lineal de distribución de abundancia e dispoñibilidade de mexilla en Galicia.

Metodoloxía

O proceso para obtención da liña consistiu en:

- i) Mellora da liña de costa viable para a presenza de mexilla dividida en segmentos de 100 m e clasificada por ámbitos territoriais utilizada en 2021 (Parada et al, 2021), mediante a incorporación e corrección de segmentos.
- ii) Interpolación espacial de datos de cobertura de mexilla, obtidos fundamentalmente entre xuño e decembro de 2023, en 981 puntos. Utilizouse un protocolo específico de mostraxe (Figura 1) (No-Couto et al, 2023), e a aplicación de toma de datos *Observación Apronex*, desenvolvidos polo CIMA e o CETMAR, respectivamente
- iii) Mostraxe xeoestatística para asignar aos segmentos o valor de cobertura -abundancia de mexilla correspondente de acordo coa súa posición.

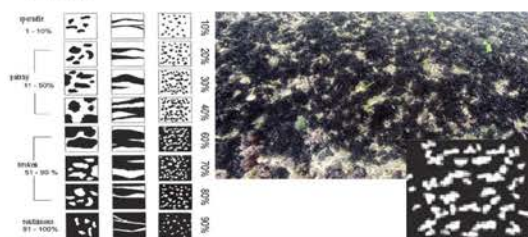


Figura 1. Base metodolóxica da determinación de abundancia (No-Couto et al, 2023) por comparación da franxa inferior da cintura litoral de mexilla con imaxes patrón representativas de coberturas. Inclúese un primeiro plano dunha franxa de avaliación á que lle foi asignada unha cobertura media do 60% pola semellanza coa imaxe representativa dese valor de cobertura (columna C do patrón de cobertura de Owens et al. (2000).

Resultados e discusión

Elaborouse unha capa GIS lineal da costa habilitada para a extracción de mexilla, composta por segmentos de 100m de lonxitude, con información asociada de cobertura-abundancia (Figura 2) e dispoñibilidade do recurso, entendida como a proporción de abundancia en relación á total existente no plan de percebe ao que pertence. Esta proporción estimouse tamén respecto do ámbito da confraría e para toda Galicia. Elaborouse un protocolo de cálculo para que, mediante a selección nun GIS do conxunto de segmentos que conforman un tramo previsto para un aproveitamento, se poda obter a dispoñibilidade de mexilla e a proporción de lonxitude que supón ese tramo respecto de cada ámbito, e a cobertura media nel.

Malia as diferenzas na metodoloxía de determinación de abundancia e no procesado de datos entre a liña de 2021 e a actual, os valores globais de distribución da dispoñibilidade, atendendo as zonificacións aprobadas para os plans de xestión de percebe 2022-2024, son similares (Figura 3).

Considérase que este estudo ofrece a mellor representación da distribución potencial da abundancia de mexilla en Galicia ata o momento, polas seguintes razóns: i) a elevada abundancia e distribución do recurso na costa durante a prospección; ii) a alta intensidade e extensión espacial da mostraxe; iii) o relativamente curto período de tempo de toma de datos, representativo dun período de recrutamento.



Figura 2. Distribución de abundancia de semente de mexillón en Galicia en 2023 trasladada á liña GIS desenvolvida en 2024.



Figura 3. Dispoñibilidade de semente de mexillón en zonas ZEM (zonas de reserva de extracción de mexilla) e ZEP (zonas de extracción exclusiva de percebe) no conxunto de Galicia, coa zonificación establecida para os plans de percebe do trienio 2022-2024, segundo a liña de costa creada en 2021 e a creada en 2024.

Referencias bibliográficas

- No-Couto, E.; et al. (2023). Guía para a estimación rápida de abundancia de cría de mexillón no intermareal rochoso. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Protocolo de traballo: PRO_CIMA_2023_01.
- Owens, E. H., et al. (2000). <http://www.shorelinescat.com/Documents/Manuals/Environment%20Canada%202000%20SCAT%20Manual%202nd%20Edition/SCAT%20Manual%20Complete.pdf>
- Parada, J.M et al. (2021). Información técnica de apoio para avaliar o criterio de proporcionalidade nas propostas de zonas de reserva para a extracción de mexilla en plans de xestión de percebe. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2 2021/02.

Agradecementos

Este estudo desenvólvese ao abeiro do proxecto APROMEX, promovido pola Dirección Xeral de Pesca, Acuicultura e Innovación Tecnolóxica da Consellería do Mar e cofinanciado pola Unión Europea a través dos Fondos FEMP.

Expresamos o noso agradecemento a todo o persoal da Consellería do Mar, CIMA, CETMAR e Hydrosphere implicado no proxecto APROMEX, que permitiu levar a cabo este traballo.





Autoría: Febrero-Mayor, F.; Rodríguez-González, L.M.; Pazo-Llorente, A.; Iglesias, D.

Título: Estimación dunha ecuación de crecemento de ameixa rubia (*Polititapes rhomboides*) no banco de Cabo de Mar (Ría de Vigo)

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Estimación dunha ecuación de crecemento de ameixa rubia (*Politapes rhomboides*) no banco de Cabo de Mar (Ría de Vigo)

Febrero Mayor, F. M.^{1,2}
Rodríguez González, L. M.¹
Pazo Llorente, A.¹
Iglesias, D.²

¹ Departamento Territorial de Vigo, Consellería do Mar
² CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia
david.iglesias.estepa@xunta.gal

Preséntase unha ecuación de crecemento de von Bertalanffy para a ameixa rubia *Politapes rhomboides* da Ría de Vigo, con valores de $k=0,60 \text{ ano}^{-1}$, $t_0=-0,11 \text{ anos}$ e $L_\infty=54 \text{ mm}$. Segundo este modelo a ameixa rubia acadaría o tamaño mínimo legal (40 mm) en 2,14 anos dende a fixación dos xuvenís.

Introdución

A ameixa rubia é, sen dúbida, a especie típica e emblemática do marisqueo a flote. Localízase en bancos marisqueiros submareais situados preferentemente nas zonas externas das rías en fondos de area e grava, de cascallo e de maerl, onde se recolle mediante raños manexados por medio de longas varas. Así e todo, cabe destacar que o grao de coñecemento científico desta especie non está ao nivel da súa importancia como recurso explotable, non existindo apenas estudos sobre a súa bioloxía e dinámica poboacional. No presente traballo estímase o crecemento para a ameixa rubia na Ría de Vigo, entendendo que pode resultar útil para a xestión deste recurso.

Metodoloxía

Entre 2013 e 2021 monitorizouse regularmente a estrutura de tamaños da poboación de ameixa rubia presente no banco marisqueiro de Cabo de Mar (42,23° N, 8,78° O), situado na Ría de Vigo. As mostras recolléronse dende unha embarcación, fondeada en diferentes puntos escollidos ao azar dentro dos límites do banco marisqueiro, empregando un raño regulamentario recuberto cunha rede plástica de 6 mm de luz de malla. A partir de da matriz de frecuencias de tamaños das ameixas presentes nas mostras, identificáronse as cohortes presentes no banco en cada data de mostraxe e realizáronse análises de progresión modal co fin de estimar diferentes parámetros da ecuación de crecemento de von Bertalanffy para esta especie: $L_t = L_\infty (1 - \exp[-K(t-t_0)])$

Para asignar idades teóricas ás diferentes cohortes identificadas asumíuse que os individuos fixébanse no banco como xuvenís no mes de xuño (Villalba *et al.*, 1993; da Costa *et al.*, 2020).

Resultados e discusión

A **figura 1** mostra a progresión modal das cohortes de ameixa rubia identificadas en diferentes datas de mostraxe (liñas azuis descontinuas). A partir de súa análise inferíuse a ecuación de crecemento, segundo o modelo de von Bertalanffy, con valores de $k=0,60 \text{ ano}^{-1}$, $t_0=-0,11 \text{ anos}$ e $L_\infty=54 \text{ mm}$ (**Figura 2**). Da mesma dedúcese que, en Cabo de Mar, a ameixa rubia acadaría o tamaño mínimo legal (40 mm) en 2,14 anos dende a fixación dos xuvenís.

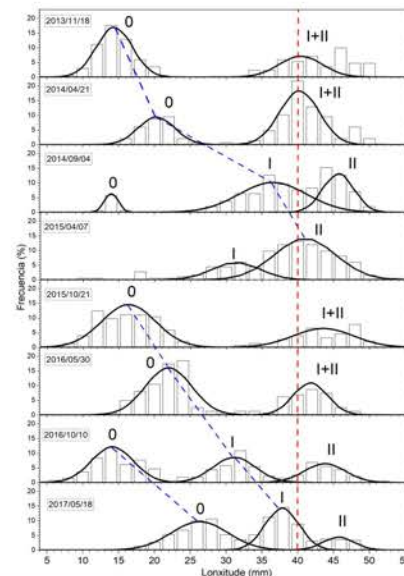


Figura 1. Análise de progresión modal das cohortes de ameixa rubia (*P. rhomboides*) existentes en Cabo de Mar (Ría de Vigo) no período 2013-2017. Indícanse as clases de idade detectadas e a súa evolución nas diferentes datas de mostraxe (liña azul descontinua). A liña vermella descontinua mostra o tamaño mínimo legal establecido para esta especie.

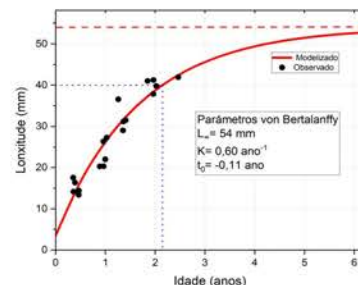


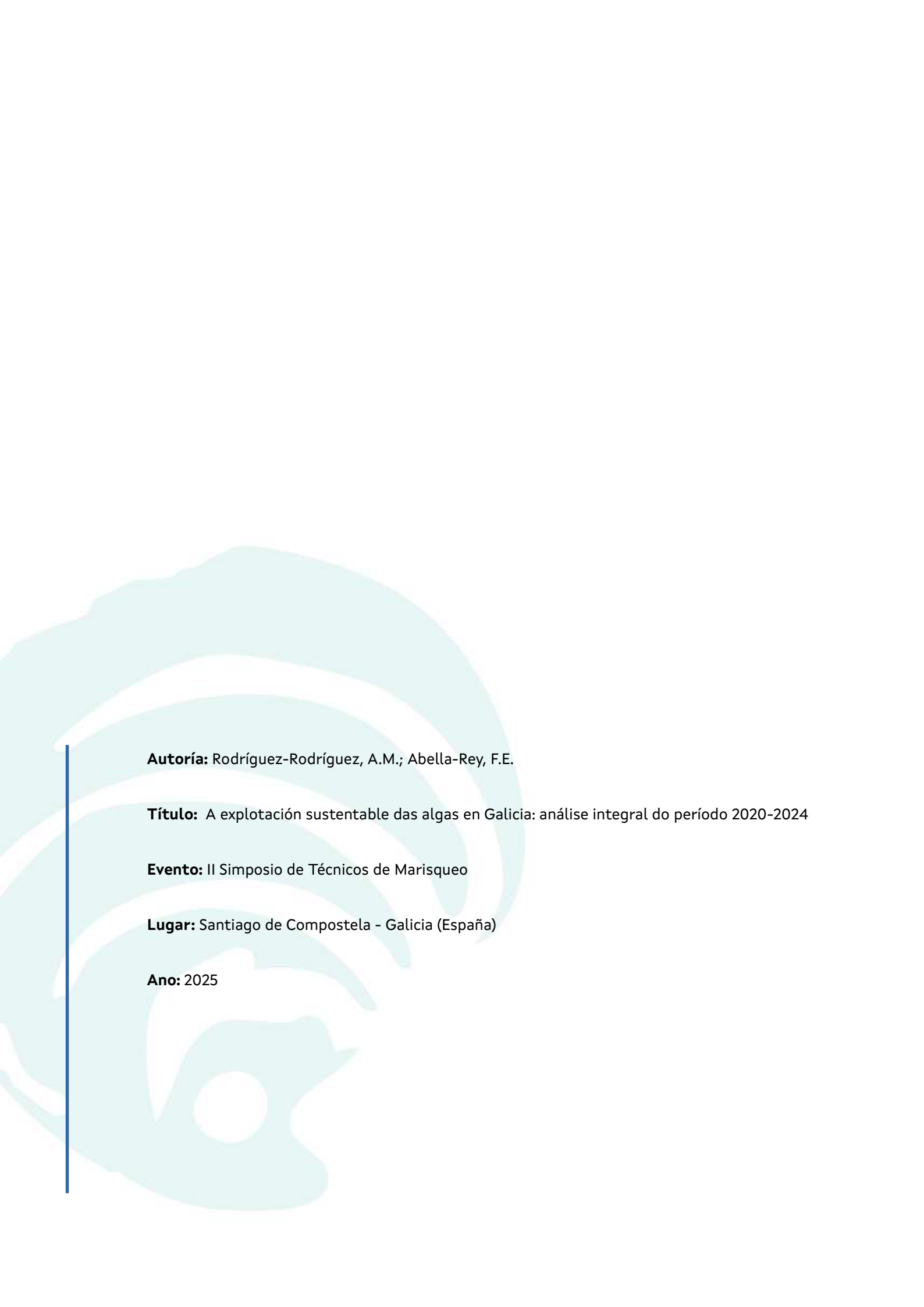
Figura 2. Curva e parámetros de crecemento de von Bertalanffy para ameixa rubia en Cabo de Mar (Ría de Vigo). A liña vermella descontinua mostra o valor asíntotico de crecemento L_∞ , mentres que as liñas azuis descontinuas fan referencia á idade á que se acadou o tamaño mínimo legal.

Referencias bibliográficas

Da Costa, F. *et al.* 2020. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00552-x>
Villalba, A. *et al.* 1993. Actas IV Congreso Nacional de Acuicultura, 341-346.

Agradecementos

Aos marisqueiros Jaime Alonso da Roza e José Luís Rodríguez Paz e ao servizo de Gardacostas de Galicia. Os traballos expostos foron financiados pola Consellería do Mar a través de diferentes accións de investigación: PGIDIT-CIMA 12/01, PGIDIT-CIMA 13/04 e CIMA 19/04.



Autoría: Rodríguez-Rodríguez, A.M.; Abella-Rey, F.E.

Título: A explotación sustentable das algas en Galicia: análise integral do período 2020-2024

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

A explotación sustentable das algas en Galicia: análise integral do período 2020-2024



Rodríguez Rodríguez, A. M.
Abella Rey, F. E.
CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia
angel.manuel.rodriguez.rodriguez@xunta.gal

Analízase a recolección, primeira venda e adquisición de algas en Galicia (2020-2024) usando datos fornecidos polas asistencias técnicas (AT2) e fontes externas, para comprender dinámicas, retos e oportunidades do sector. Abranguéronse as dimensións produtiva, económica, social e ecolóxica.

Introdución

O litoral galego sustenta unha economía baseada nos recursos mariños, incluíndo as algas. Usadas historicamente como fertilizante («argazo»), hoxe son un recurso estratéxico da Economía Azul con múltiples aplicacións industriais (ficoloides, alimentación, nutracéutica, cosmética, agricultura). A explotación en Galicia é dual: extracción por confrarías e empresas e transformación por empresas.

Metodoloxía

Analizáronse datos de confrarías e empresas entre 2020 e 2024. Utilizáronse métodos estatísticos para estudar tendencias produtivas e impactos económicos. Comparáronse os datos con outras rexións para obter unha perspectiva máis ampla.

Como fontes de datos primarias utilizáronse ficheiros con formato AT2 e, para o cálculo da produtividade *Undaria pinnatifida*, datos GIS do proxecto HISARUM (REDEMAR). Como fontes de datos secundarias consultáronse as páxinas web de Pesca de Galicia, MAPA, FAO, EUMOFA e literatura científica.

A análise consistiu no procesamento e limpeza de datos das táboas. Estatística descritiva (totais, medias, %), análise de tendencias, cálculo de prezos medios (€/kg), produtividade (kg/m²), ratios (%). Proxección lineal simple (volume). Análise económica relativa (% valor algas/valor total lonxa). Comparación xeográfica (volumes/valores).

Resultados e Discusión

O período estudado (2020-24) revela volumes de vendas en lonxa (confrarías) entre 392 t (2023) e 683 t (2022), acumulando >2.600 t e >3,1 M€. O prezo medio na mostra aumentou de 0,84 €/kg (2020) a 1,93 €/kg (2023), cunha media de 1,19 €/kg. a extracción total galega (confrarías e empresas) rolda as 700 t/ano. (Figura 1)

→ **Especies:** undaria e ulva dominan en volume nas algas recollidas polas confrarías namentres que nas empresas a máis recollida é chondrus (Figura 2). Laminaria e saccharina mostran gran variabilidade. Codium, himanthalia e fucus mostran tendencia crecente en volume. En valor, undaria lidera (>940k€ acumulados), seguida por ulva (>426k€). Os prezos varían: >1,5 €/kg para porphyra, mastocarpus, chondrus, gracilaria, codium; 0,8-0,9 €/kg para undaria, ulva; <0,6 €/kg para pardas como himanthalia, laminaria, ascophyllum, fucus (Figura 3).

→ **Confrarías:** A Illa domina a mostra en volume, seguida por Cambados, O Grove, Cangas.

→ **Produtividade undaria (Figura 4):** Moi superior na Illa fronte a Cangas en 2021 e 2023; similar en 2022. Suxire diferenzas ambientais ou de xestión/extracción.

→ **Impacto Socioeconómico:** Actividade complementaria para aproximadamente 300 profesionais/ano. Ingresos diarios moi variables segundo especie/prezo. A pesar do seu valor para a diversificación, as algas representan <1% do valor total da maioría das lonxas galegas.

→ **Contexto Externo:** Galicia lidera en España (>90%). Relevante en Europa (diversidade), pero con volumes de extracción menores que Noruega/Francia. Mínima a nivel global (<1%), onde domina a acuicultura asiática (>97%).

A explotación de algas en Galicia é unha actividade dinámica e dual, vital para a diversificación costeira aínda que economicamente minoritaria no conxunto das lonxas. A xestión sustentable, a innovación para valorización, a adaptación ao cambio climático e a mellora na xestión de datos son claves para consolidar o seu potencial futuro na economía galega.

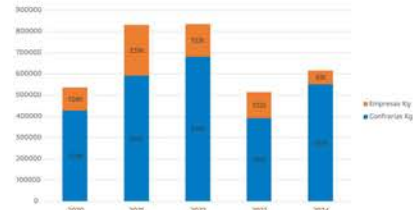


Figura 1. Cantidades totais de algas recollidas (empresas + confrarías) durante o período 2020-2024.

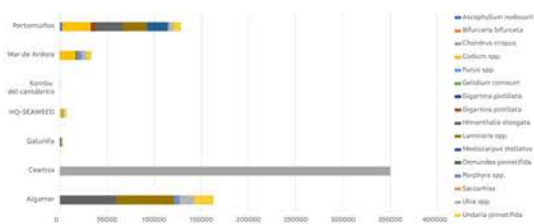


Figura 2. Comparativa das porcentaxes de cada especie de alga recollida polas empresas e polas confrarías durante o período de estudo (2020-2024).

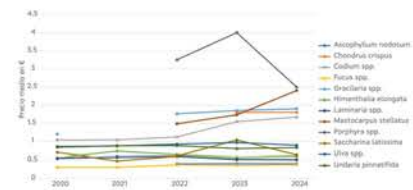


Figura 3. Evolución do prezo medio (€/kg) das especies representativas nas vendas de confrarías (2020-2024).

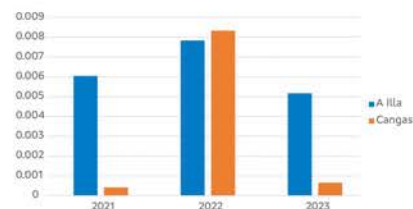


Figura 4. Produtividade (kg/m²) de *Undaria pinnatifida* en Cangas e A Illa (2021-2023).

Referencias Bibliográficas

Consellería do Mar, Xunta de Galicia. (2020-2023). "Resolucións anuais polas que se aproban os plans de xestión de recursos específicos en Galicia". "Diario Oficial de Galicia".

EUMOFA. <https://doi.org/10.2771/418078>

FAO. https://www.fao.org/fishery/statistics-query/es/global_production/global_production_quantity

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

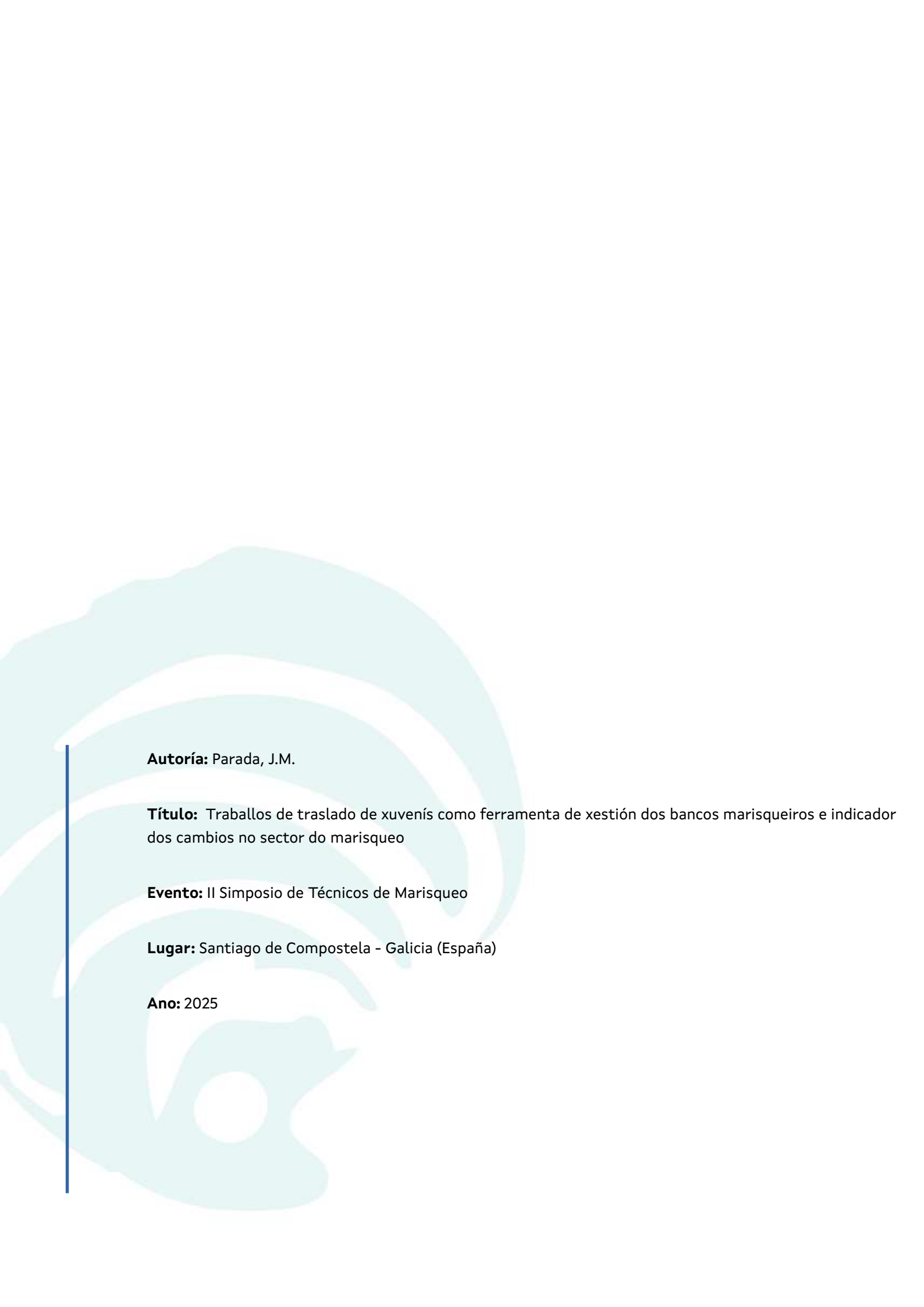
<https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/produccion-de-acuicultura/produccion-nacional/>

Pesca de Galicia. <https://www.pescadegalicia.gal>

Agradecementos

Agradécese ás asistencias técnicas das confrarías polos datos dos modelos AT2, a Beatriz Gómez Asorei pola recompilación de datos empresariais, e a dispoñibilidade pública de datos da Consellería do Mar (Pesca de Galicia), MAPA, FAOSTAT e EUMOFA.





Autoría: Parada, J.M.

Título: Traballos de traslado de xuvenís como ferramenta de xestión dos bancos marisqueiros e indicador dos cambios no sector do marisqueo

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Traballos de traslado de xuvenís como ferramenta de xestión de bancos marisqueiros e indicador de cambios no sector do marisqueo

Parada, J. M.
CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia
jose.manuel.parada.encia@xunta.gal

Analízase a utilidade das tarefas de traslados de xuvenís como ferramenta de incremento da produción de bancos marisqueiros con pouco recrutamento e a súa evolución nos últimos 17 anos. A súa eficacia é recoñecida polas mariscadoras pero se observou un descenso do número de xornadas anuais dedicadas a esta tarefa. Expóñense posibles causas deste paradoxo.

Introdución

A profesionalización foi unha constante nas políticas do marisqueo. Os traballos non extractivos foron chave para incrementar a produción, e como ferramentas de cohesión e profesionalización. O sector percibe estas técnicas como medidas de incremento da produción. Porén, nos últimos anos percíbese unha diminución da frecuencia con que se realizan. O traballo persegue:

→ Estudiar a frecuencia destas tarefas nos últimos 17 anos.

→ Cuantificar a relevancia dos traslados na produción de bancos marisqueiros.

Metodoloxía.

Calculouse o número de exemplares de berberecho, ameixa fina e xaponesa trasladados en 1999 na Confraría de Cabo de Cruz. As estruturas de tamaño dunha mostra transformáronse en número exemplares totais aplicando regresións tamaño - peso (Figura 1).

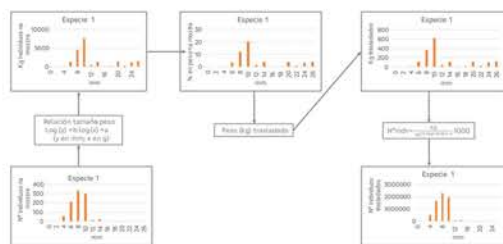


Figura 1. Procedemento de cálculo de número de individuos trasladados a partir da estrutura de tamaños dunha mostra do conxunto trasladado de cada especie.

Revisouse o número de días anuais solicitados para traslados de bivalvos infaunais, na provincia de A Coruña. Tras comprobar a distribución normal dos datos, comparouse, cunha proba t, o número medio de días solicitados en anos consecutivos por enriba da media co dos anos por debaixo dela. Para comprobar a existencia de tendencias empregouse o test de Mann-Kendall.

Resultados e discusión.

Durante tres xornadas de traslados extraéronse 3025 kg de berberecho, 437 kg de ameixa fina e 183 kg de ameixa xaponesa, o que supuxo 6.920.382; 73.600 e 27.044 unidades das respectivas especies. Este número é superior aos 2,4 millóns producidos nun minicriadeiro en dous anos (Lastres *et al.*, 2021). O aumento da densidade no banco de destino supuxo un incremento dun 30% das xornadas extractivas.

A media anual de días de traslados solicitados (Táboa 2) entre 2012 e 2024 (182,46) foi inferior á dos solicitados entre 2008 e 2011 (274,25) ($t = 2,977$; $p = 0,009$) (Figura 2). Ademais, amosou unha tendencia descendente significativa cando non se tiveron en conta os anos 2023 e 2024 ($Z = -2,375$; $p = 0,018$) (Figura 3), que poderían estar marcando un cambio de tendencia.

Táboa 2. Número días (N días) solicitados cada ano para realizar traballos de traslados nas confrarías de pescadores da provincia de A Coruña. Z, valor estandarizado.

ano	N días	Z	ano	N días	Z
2008	206	0,03	2016	252	0,73
2009	293	1,35	2017	147	-0,87
2010	253	0,74	2018	191	-0,2
2011	345	2,14	2019	248	0,67
2012	185	-0,29	2020	159	-0,68
2013	178	-0,4	2021	132	-1,09
2014	112	-1,4	2022	100	-1,58
2015	199	-0,08	2023	267	0,96
			2024	202	-0,03

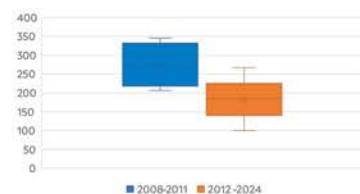


Figura 2. Media, cuartís e valores extremos do número de días solicitados polas confrarías de pescadores da provincia de A Coruña para realizar traballos de traslados nos períodos 2008 - 2011 e 2012 - 2024.

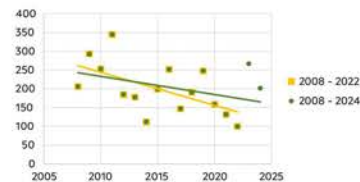


Figura 3. Tendencia do número de días anuais solicitados polas confrarías de pescadores da provincia de A Coruña para realizar traballos de traslados entre 2008 e 2022 e entre 2008 e 2024.

Demostrouse a efectividade dos traballos non extractivos pero un descenso destas actividades. As posibles causas deste paradoxo poden estar relacionadas con:

- Non recoñecemento destas técnicas como necesarias por parte do sector.
- Relevo xeracional. As políticas de profesionalización conseguiron que o sector recoñecera o valor destas técnicas e as aplicara (López Veiga *et al.*, 1992; Mahou, 2008). Pero a maioría das mariscadoras de 1990 e de 2000 foron substituídas por persoas que non recibiron a mesma formación.
- Cambio do perfil sociolóxico. A probable perda do carácter agricultor das mariscadoras actuais pode levar parella a perda do recoñecemento dos ciclos biolóxicos e do sentido do coidado do medio (Sequeiros, 1995).
- Estes traballos non son remunerados directamente senón *a posteriori*, cun maior rendemento dos bancos marisqueiros.

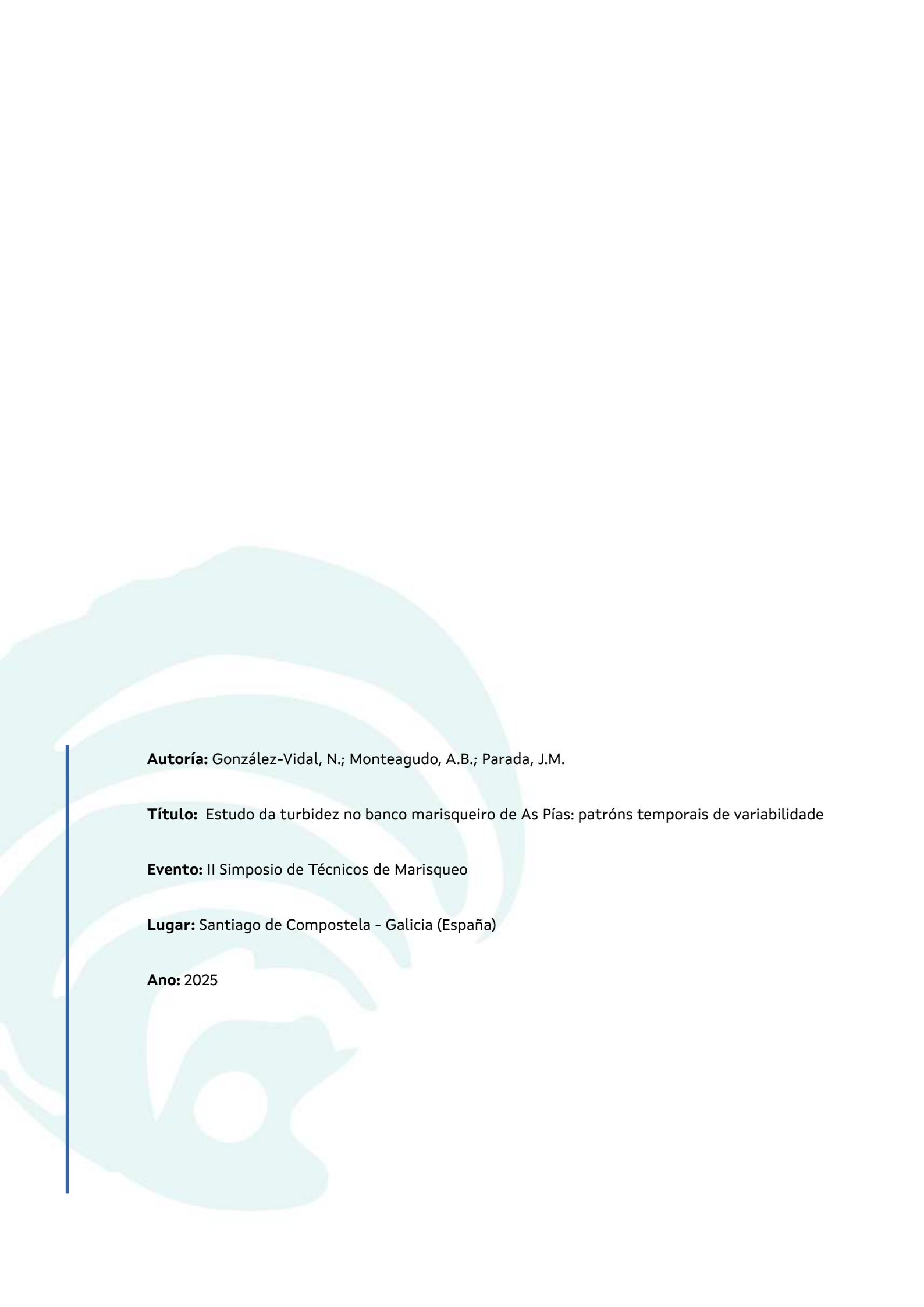
Cómpre estudar o novo perfil sociolóxico do sector, readaptar a formación, e reforzar os esforzos na súa profesionalización.

Referencias bibliográficas

- Lastres, M. *et al.* (6 - 8 de outubro de 2021). XXIII ForoAcuí.
López Veiga, E. C. *et al.* (1992). Plan de ordenación dos recursos pesqueiros e marisqueiros de Galicia.
Mahou Lago, J. M. (2008). Implementación y gobernanza: La política de marisqueo en Galicia.
Sequeiros, J. L. (1995). A despensa da area.

Agradecementos

Proxecto ECOSISTEMICA 24 (REDEMAR). Actuación cofinanciada polo FEM-PA nun 70%. P.O. español 2021ES14MFPR001 [Prioridade 1 - OE1.6] - T.A. 1.6.3]. OIX: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro.



Autoría: González-Vidal, N.; Monteagudo, A.B.; Parada, J.M.

Título: Estudo da turbidez no banco marisqueiro de As Pías: patróns temporais de variabilidade

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Estudo da turbidez no banco marisqueiro de As Pías: patróns temporais e variabilidade

González-Vidal, N.¹
Monteagudo, A. B.²
Parada, J. M.¹

¹ CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia

² Servizo Agrario Galego (SEAGA)

nuria.gonzalezv.cima@gmail.com

Analizouse a turbidez no interior da ría de Ferrol, unha ría con intercambio reducido co océano, para detectar tendencias e patróns de estacionalidade desta variable no banco marisqueiro de As Pías. A turbidez resultou alta nos meses de verán (cunha variabilidade baixa), e baixa nos meses de outono-inverno (con maior variabilidade). O traballo contribúe a coñecer o funcionamento da ría e a súa vulnerabilidade ante o cambio climático e cambios na xestión territorial.

Introdución

A turbidez é un parámetro clave na determinación da saúde dun estuario. Valores demasiado altos impiden a penetración da luz o que diminúe a produción primaria (Wang *et al.*, 2019). Tamén afecta a bivalvos filtradores: valores baixos relaciónanse coa escaseza de alimento e valores altos poderían causar danos nas branquias (Navarro *et al.*, 1992; Sobral *et al.*, 2000).

Esta variable relaciónase co vento, polo seu efecto na resuspensión de sedimentos (Varela *et al.*, 2003), e co afloramento. Así como coa precipitación, que provoca a achega fluvial de sedimentos (Kitheka *et al.*, 2014), e coa marea (Uncles *et al.*, 2002). Todas estas variables poden modificarse pola actividade antropoxénica.

Historicamente a ría de Ferrol estivo sometida a cambios como o incremento demográfico e o desenvolvemento industrial, ou a construción dun porto exterior que reduciu a anchura da boca da ría (Figura 1). A alta carga bacteriana proveniente de augas residuais levou á prohibición da explotación de bivalvos no banco marisqueiro (zona C, Regulation 854/2004 EC). Tempo despois, mellorouse o saneamento, e permitiuse a comercialización de moluscos con depuración previa (zona B, Regulation 853/2004 EC). Neste estudo analízanse os valores resultantes do seguimento da turbidez no banco de As Pías e a súa variabilidade temporal. O obxectivo é detectar tendencias e patróns de estacionalidade.

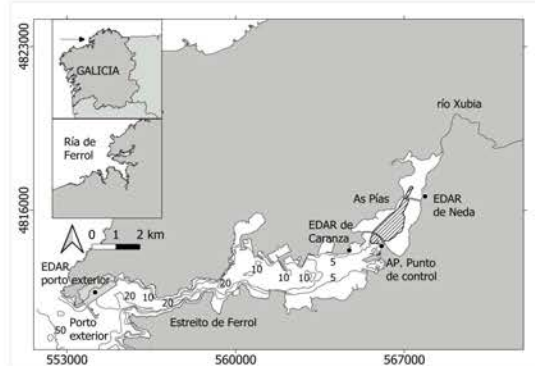


Figura 1. Área de estudo.

Metodoloxía.

A turbidez rexistrouse entre xaneiro de 2021 e febreiro de 2024 na estación AP (Figura 1). As mostras de auga recolléronse cunha botella Niskin e medíronse cun turbidímetro. Representouse a serie temporal e analizáronse autocorrelacións. Aplicouse suavizado LOESS ($\alpha = 0.148$) aos datos. A tendencia analizouse co test de Mann-Kendall, mentres que o coeficiente de estacionalidade (SC) examinou variacións mensuais e estacionais. Comparáronse medianas co test de Mann-Whitney. Calculouse o coeficiente de variación (CV) para cada mes e cada estación e comparáronse mediante bootstrap con 1000 repeticións.

Resultados e discusión.

Durante o estudo analizáronse 609 medicións de turbidez (media = 2,94 NTU, $\sigma = 2,32$). A serie temporal amosou unha autocorrelación significativa cunha dependencia dos datos, polo que a turbidez nun día pode estar influenciada pola de días previos. O test de Mann-Kendall indicou unha tendencia crecente significativa.

Observouse unha estacionalidade clara: valores baixos nos meses de inverno e altos nos meses de verán (Figura 2). Polo tanto a turbidez amosou un patrón anual.

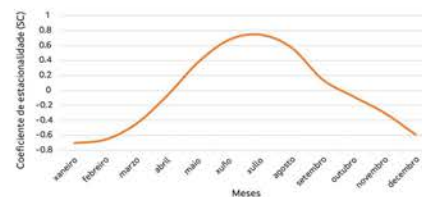


Figura 2. Coeficiente de estacionalidade dos datos de turbidez suavizados por meses.

Os meses de maior turbidez coincidiron con aqueles onde a variabilidade foi menor (verán) (Figuras 3). No verán a irradiación é máis estable e xunto cos nutrientes, contribúen ao aumento da biomasa de fitoplancto (Bode *et al.*, 2005). Pola contra, os meses de menor turbidez coincidiron con aqueles onde a variabilidade foi maior (outono-inverno). En concreto, outubro foi o mes co coeficiente de variación máis elevado, probablemente derivado da inestabilidade das precipitacións (Kitheka *et al.*, 2014) e ventos (Varela *et al.*, 2003) (Figuras 3).

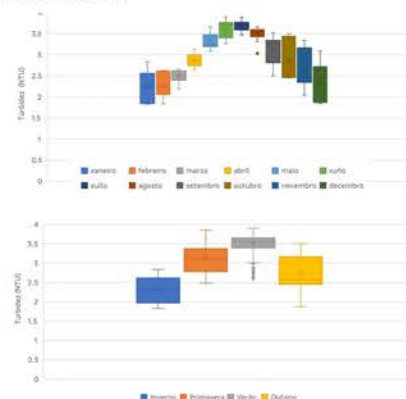


Figura 3. Representación en diagrama de caixas da turbidez mensual (panel superior) e por estación do ano (panel inferior).

A medición da turbidez na ría de Ferrol é de interese tanto polo valor ecolóxico como económico aloxado no banco marisqueiro de As Pías, xa que pode afectar ás especies marisqueiras de interese comercial. A súa análise permite entender a dinámica da ría, a súa resposta ao cambio climático e á xestión ambiental. Os resultados deste estudo destacan a necesidade de seguir monitorizando a turbidez, xa que funciona como un indicador da interacción entre múltiples variables que afectan a saúde ambiental dunha ría.

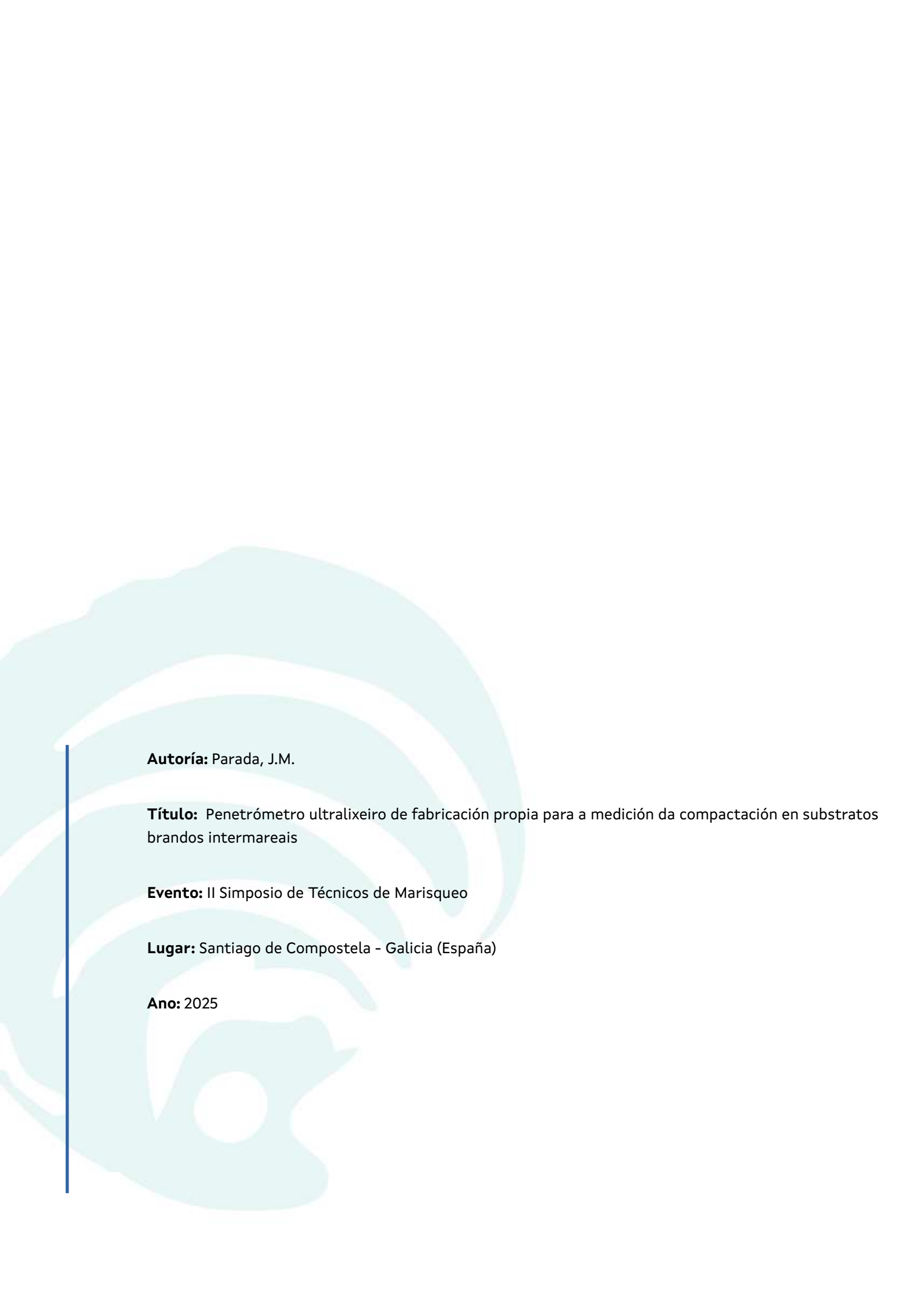
Referencias bibliográficas

- Bode, A. *et al.* (2005) <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.11.020>
Kitheka J.U. *et al.* (2014) *J. Environ. Sci. Water Res.*
Navarro, E. *et al.* (1992) [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90017-5)
Sobral, P. *et al.* (2000) [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(99\)00154-9](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(99)00154-9)
Uncles, R.J. *et al.* (2002) [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(02\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(02)00041-9)
Varela, M. *et al.* (2003) [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(03\)00015-8](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(03)00015-8)
Wang, Y. *et al.* (2019) <https://doi.org/10.1029/2019JC015343>

Agradecementos

Ao persoal técnico de SEAGA pola recollida de mostras e medicións de turbidez no marco da encomenda de rexeneración do banco marisqueiro de As Pías, realizada pola Consellería do Mar.





Autoría: Parada, J.M.

Título: Penetrómetro ultralixeiro de fabricación propia para a medición da compactación en substratos brandos intermareais

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Penetrómetro ultralixeiro de fabricación propia para a medición da compactación en substratos brandos intermareais

Parada, J. M.
CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia
jose.manuel.parada.ensica@xunta.gal

Descríbese un aparato para medir a compactación de sedimentos intermareais. O aparato non supera os 3,3 kg. Ademais, pode ser construído polo usuario, agás a punta cónica; costa menos de 110 € e se desarma para o seu almacenamento. O deseño facilita o desprazamento a pé no intermareal e unha maior capacidade para recoller máis mostras.

Introdución

A relación entre a resistencia á penetración e a mediana granulométrica do sedimento permite coñecer se a compactación do sedimento é a esperada para a súa granulometría (Parada, 2024). A compactación pódese medir no intermareal mediante compactómetros comerciais (www.im-pact-test.co.uk) ou co penetrómetro deseñado no CIMA (Parada, 2024) baseado nos de agronomía (Vanags et al., 2004). Os primeiros son caros e o segundo resulta pesado para o desprazamento no intermareal. Este traballo ten por obxectivos

- Deseñar un penetrómetro económico para o intermareal.
- Amosar os materiais e instrucións de fabricación propia.

Metodoloxía

O material empregado relaciónase na **táboa 1**. Ademais, encargouse a un torneiro a construción dunha punta cónica enroscable na cavilla de 8 mm segundo a **figura 1**.

Táboa 1. Material necesario para a construción do penetrómetro ultralixeiro.

Material	Lonxitude	Unidades	Peza
Tubo de PVC de 20 mm Ø	500 mm	6	A
Tubo de PVC de 20 mm Ø	175 mm	4	B
Tubo de PVC de 20 mm Ø	100 mm	2	C
Tubo de PVC de 20 mm Ø	150 mm	2	D
Tubo de PVC de 20 mm Ø	39 mm	10	E
Tubo de PVC de 20 mm Ø	65 mm	4	F
Tubo de PVC de 20 mm Ø	70 mm	2	G
Te de PVC de 20 mm Ø		14	H
Cóbadro de PVC de 20 mm Ø		10	I
Tubo aceiro inoxidable ou cobre de 10 mm Ø interior 120 mm		1	J
Abrazadeira aceiro inoxidable de 8 - 16 mm Ø		4	K
Cavilla roscada aceiro inoxidable 8 mm Ø	1000 mm	1	L
Porca autoblocante aceiro inoxidable 8 mm Ø		3	M
Chumbo de cinto de mergullo 1 kg		1	N
Chumbo de cinto de mergullo 0,5 kg		1	O
Parafuso aceiro inoxidable 5 x 35 mm		10	P
Arandela aceiro inoxidable 5 mm Ø		10	Q
Porca autoblocante aceiro inoxidable 5 mm Ø		10	R
Arandela aceiro inoxidable 8 mm Ø		2	S

Resultados e discusión

Construíuse unha estrutura tronco-piramidal desmontable en tres partes: i) soporte dunha guía da barra esvaradía lastrada que se deixa caer sobre o sedimento; ii) base do soporte da guía da barra esvaradía, e iii) base do aparato (**Figuras 1 e 2**). O sistema de lastrado foi situado de xeito que, en contacto coa guía, a distancia entre a punta do cono e a superficie do sedimento fora de 30 cm. Ademais, a distancia entre a punta do cono e a suxeición do sistema de lastrado é de 16 cm. Esta distancia constitúe o rango de medidas. Por enriba da guía, unha abrazadeira de referencia permite medir a profundidade de penetración no sedimento (P) como a distancia entre a abrazadeira de referencia e o extremo superior da guía (σ). Coa punta pousada unha superficie dura ($P = 0$), d é igual ao rango de medida (**Figura 3**).

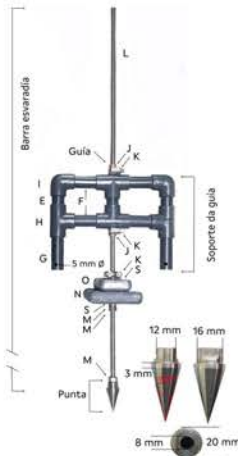


Figura 1. Punta enroscable e barra esvaradía co soporte da súa guía e sistema de lastrado (pezas N e O).

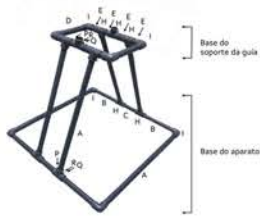


Figura 2. Base do aparato e base do soporte da guía da barra esvaradía unidas entre si. As letras identifican as pezas empregadas.

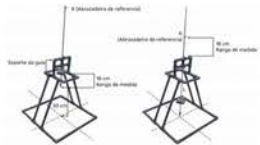


Figura 3. Penetrómetro para sedimento intermareal coa barra esvaradía en posición previa á súa liberación (panel esquerdo) e coa punta apoiada sobre un substrato sólido regular (panel dereito).

A resistencia á penetración (RP) calcúlase en KPa como

$$RP = \frac{Mgh}{Ax}$$

onde M é o peso da barra esvaradía co sistema de lastre; g , a aceleración da gravidade (9,81 m/s²); h , a altura dende a que cae a barra esvaradía (distancia entre a punta do cono e o sedimento na posición inicial); A , a área da base da punta cónica e x a distancia que a punta penetra no sedimento (Parada, 2024). A distancia de penetración (x) correspóndese coa profundidade de penetración (P). Na construción debe respectarse as dimensións da punta cónica. O peso da barra con ou sen lastre e h deben ser coñecidos. O peso total do penetrómetro foi de 3,3 kg. O prezo non superou os 110 €, incluíndo a fabricación da punta cónica.

Para realizar as medicións correctamente, a persoa que manexa o penetrómetro debe pousar a base sobre o sedimento sen enterrala, manter a barra esvaradía subida de xeito que o sistema de lastrado faga tope co extremo inferior da guía da barra esvaradía, e soltar a barra esvaradía deixándoa caer libremente e sen impulso.

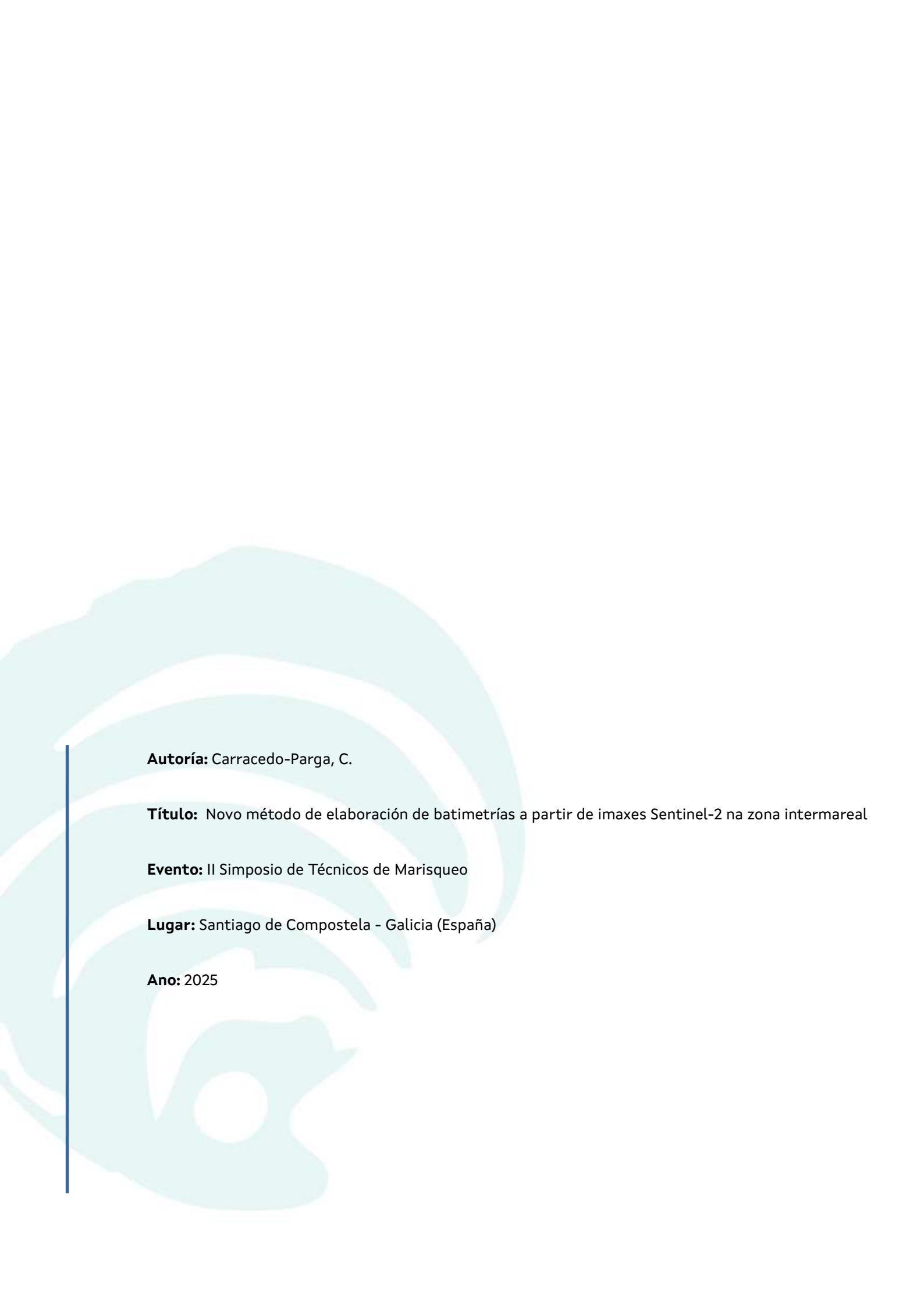
Referencias bibliográficas

Parada, J. M. 2024. <https://doi.org/10.1002/aqc.4146>.
Vanags, C. et al. 2004. Proceedings of 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5–9.

Agradecementos

Proxecto ECOSISTEMICA 24 (REDEMAR). Actuación cofinanciada polo FEMPA nun 70%. P.O. español 2021ES14MFPR001 [Prioridade 1 – OE1.6] – T.A. 1.6.3]. OIX: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro.





Autoría: Carracedo-Parga, C.

Título: Novo método de elaboración de batimetrías a partir de imaxes Sentinel-2 na zona intermareal

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Novo método de elaboración de batimetrías a partir de imaxes Sentinel-2 na zona intermareal

Carracedo-Parga, C.
CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia

Elabórase unha batimetría a partir dunha pila de imaxes dos satélites Sentinel 2, clasificando os puntos en altura a partir do número de veces que un punto aparece ocupado por auga e da altura da marea no momento da toma da imaxe do satélite.

Palabras clave

Sentinel, teledetección, batimetrías, NDWI, intermareal

Introdución

A constelación do Sentinel 2 está composta de dous satélites, o Sentinel 2B e o Sentinel 2C. Estes satélites teñen un detector Multispectral Imager (MSI) que recolle imaxes cunha franxa de 290 km, en doce bandas, a unha resolución espacial entre 10 e 60 metros, e pasan pola mesma zona cada 5 días.

O obxectivo foi elaborar unha batimetría utilizando unha pila de imaxes nas que se diferenciaron os límites entre a terra e auga para coñecer a altura da auga.

Metodoloxía

O estudo realizouse entre o banco marisqueiro do Rial e a praia das Sinas en Vilanova de Arousa coas bandas do verde (Banda B3) e o infravermello próximo (banda B08) das imaxes de 2018 a 2024. A interface terra auga diferenciouse co índice de diferenza normalizada (NDWI) da imaxe de cada día (McFeeters, S.K., 1996) calculado como

$$NDWI = \frac{\text{Verde-NIR}}{\text{Verde+NIR}}$$

onde verde represente a banda 3 e NIR a banda 8 (Táboa 1). A partir dun valor limiar clasifícase o ráster en valores 0 (terra) e 1 (auga) (NDWI_{binario}).

Táboa 1. Bandas de detección dos satélites Sentinel 2 (produto L2A). Móstrase a resolución en metros de cada banda, a lonxitude de onda central de detección, e o ancho de lonxitudes que pode detectar. Por exemplo para a banda 1 do Sentinel 2A 442,7±20nm.

	Sentinel-2A		Sentinel-2B		
Banda	Onda central (nm)	Ancho (nm)	Onda central (nm)	Ancho (nm)	Resolución (m)
1 azul	442,7	20	442,3	20	60
2 azul	492,7	65	492,3	65	10
3 verde	559,8	35	558,9	35	10
4 rojo	664,6	30	664,9	31	10
5	704,1	14	703,8	15	20
6	740,5	14	739,1	13	20
7	782,8	19	779,7	19	20
8 NIR1	832,8	105	832,9	104	10
8 ^a NIR2	864,7	21	864,0	21	20
9	945,1	19	943,2	20	60
10	1373,5	29	1376,9	29	60
11 SWIR1	1613,7	90	1610,4	94	20
12 SWIR2	2202,4	174	2185,7	184	20

Mediante a suma dos NDWI binarios $NDWI_{b1} + NDWI_{b2} + \dots + NDWI_{b(n-p)} + NDWI_{b(n)}$ obtívose unha batimetría con valores entre n (sempre auga) e 0 (sempre terra). Para asignarlle a cada valor unha altura real, construíuse unha matriz r con estes valores e os de altura de marea, e intercambiáronse na batimetría sdb_{metros} (Figura 1).

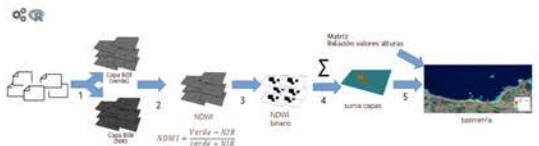


Figura 1. Principais pasos no procesado das imaxes: 1. Carga das bandas necesarias para realizar os cálculos; 2. Cálculo do índice NDWI; 3. Clasificación de cada punto do ráster como terra e auga co valor limiar; 4. Suma de todos os ráster para obter un único ráster con valores comprendidos entre 0 e o número de capas NDWI; 5. Asignación de alturas batimétricas ao ráster final cunha matriz de conversión.

A batimetría validouse pola intersección auga-terra con tracks de GPS e asígnoselles unha altura a cada punto segundo o estado da marea (Figura 2). Empregáronse tamén tracks virtuais utilizando marcas de marea recoñecibles en ortofotos. A precisión nestes puntos calculouse mediante a diferenza das alturas dos puntos da batimetría e os dos tracks.

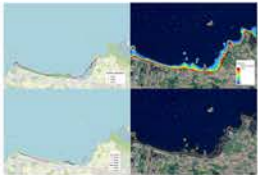


Figura 2. Batimetría obtida da zona de estudo (panel superior) e curvas de nivel resultantes (panel inferior).

Resultados

A diferenza intercuartílica non superou os 30 cm (Figura 3), o que supón una desviación máxima de 15 cm. A imprecisión máxima excluindo valores fóra de rango foi de aproximadamente 0,6 m. O erro cuadrático medio para os tres tracks foi de 0,11 m no track 1 e 0,05 m nos track 2 e 3 (Figura 4).

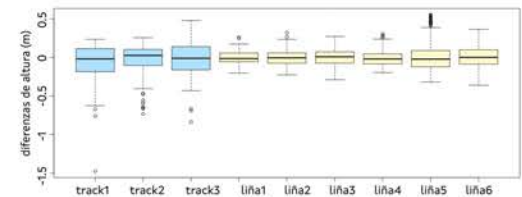


Figura 3. Diagrama de caixas dos tracks reais normalizados (en azul) coa media das medianas a valor cero negativos. En amarelo os diagramas de caixas da desviación da media.

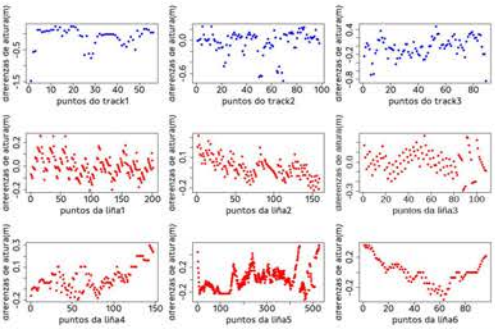


Figura 4. Diagrama diferenzas entre batimetrías resultantes dos modelos e as observadas en cada punto dos tracks. En azul os tracks realizados con GPS, en vermello as liñas dos tracks virtuais.

Discusión e conclusións

O método empregado pode ser útil para crear batimetrías. O límite da batimetría dependerá da altura de marea recollida nas imaxes: mareas extremas son fenómenos pouco frecuentes. Ademais, se as nubes ocultan as zonas de estudo se limita o número de imaxes dispoñible. Un uso potencial é a derivación de liñas de costa próximas ó 0 hidrográfico de maneira automática.

Referencias bibliográficas

McFeeters, S.K. (1996). Int. J. Remote Sens. 1996, 17, 1425–1432.
Descarga de imaxes de Copernicus: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> (Accedido o 14/04/2025)
Acceso os datos do PNOA e outra información cartográfica <https://mapas.xunta.gal/gi> (Accedido o 14/04/2025)

Agradecementos

Este traballo forma parte das tarefas realizadas dentro da acción Monitorización da costa galega mediante o uso de imaxes de satélite. Código da acción CIMA 24/07. (MONITOR) financiada pola Consellería do Mar.

Agradecer tamén á Axencia Espacial Europea a posta a disposición das imaxes de satélite, ao Instituto Geográfico Nacional e ao Instituto de Estudos do Territorio da Xunta de Galicia as imaxes e datos do PNOA e a Puertos del Estado dos datos das mareas.

Aos compañeiros da sección de Recursos Mariños do CIMA polos seus consellos e colaboración.



Autoría: Abella-Rey, F.E.; Alcalde-Creo, A.; Carracedo-Parga, C.; Fajardo-García, A.

Título: Caracterización do substrato nos bancos intermareais de Vilaxoán

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Caracterización do substrato nos bancos intermareais de Vilaxoán

Abella Rey, F. E.¹
Alcalde Creo, A.²
Carracedo Parga, C.¹
Fajardo García, A.¹

¹ CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia
² Confraría de Pescadores de Vilaxoán
francisco.emilio.abella.rey@xunta.gal

Recolléronse mostras de sedimento dos bancos intermareais de Vilaxoán que foron analizadas para obter: distribución granulométrica, materia orgánica e profundidade da capa de discontinuidade redox. As estacións ordenáronse con análise de compoñentes principais. Caracterizar o substrato pode axudar a estratificar as mostraxes das poboacións de interese comercial.

Introdución

As principais especies de interese comercial son moluscos bivalvos que viven enterrados no substrato. As características do sedimento determinan o desenvolvemento das súas poboacións.

Neste traballo describíense bancos de Vilaxoán. Ao mesmo tempo, ensáianse ferramentas que permiten a súa caracterización, comprender mellor o seu funcionamento e mellorar a xestión.

Metodoloxía

Visitáronse 50 estacións intermareais en Vilaxoán no outono de 2024. Tomouse nota das características do sedimento apreciábeis á vista utilizando unha plantilla de referencia, fotografouse o seu perfil e se recolleu mostra de sedimento. Estas mostras peneiráronse en seco sobre seis tamices (2 mm – 0,0625 mm). Calculouse a porcentaxe en peso de cada fracción. A porcentaxe en materia orgánica obtívose por calcinación. Explorouse a identificación cualitativa da capa de discontinuidade redox (CDR) a partir dos cambios de cor no perfil do sedimento (Figura 1).



Figura 1. Fotografías tomadas a dous dos perfís de sedimento no momento da súa recollida. Á esquerda sedimento limpo, á dereita sedimento con manchas de redución.

A información granulométrica foi procesada utilizando ARouSA (Parada *et al.*, 2009). Os gráficos de caixa e a análise de compoñentes principais (PCA) fixéronse con R (R Core Team, 2024).

Resultados e discusión

22 estacións pertencen ao tipo das áreas, 12 ao das áreas gravosas e unha á de gravas areosas (Figura 2). Presentaron unha distribución unimodal das clases granulométricas agás 10 nas que esta foi bimodal. As achegas de áridos poden explicar este tipo de distribución (Pettijohn, 1976).

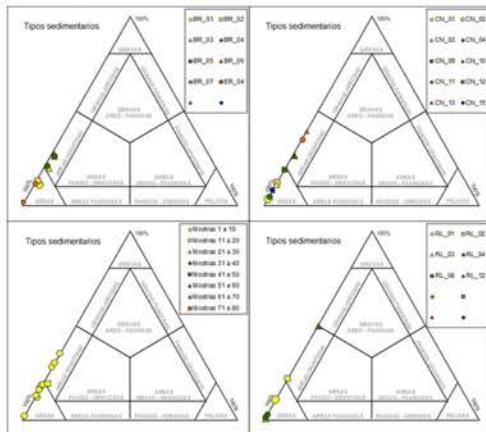


Figura 2. Diagramas triangulares xerados por ARouSA a partir das porcentaxes de gravas, áreas e pelitas de cada estación dos catro bancos estudados. Dende a posición superior esquerda, e en sentido horario, os bancos representados son: Borreiros (BR), Corón (CN), O Rial (RL) e Preguntoiro (PG).

O Rial presentou o menor tamaño das partículas (áreas medias) (Figura 3). As medianas dos outros bancos correspondéronse coas áreas grosas. A caracterización das estacións dependeu das áreas e das gravas. Este reparto resulta semellante ao descrito na desembocadura do río Lérez (Cervíño *et al.*, 1982).

A categoría de selección máis frecuente foi 'selección pobre' (Figura 3). No Rial recolleuse o sedimento mellor seleccionado coa mediana en 'selección moderada'. Neste banco observáronse os valores máis superficiais de profundidade da CDR (Figura 3), que foi definido por Fenchel *et al.* (1970) como o punto na vertical do sedimento onde os procesos de oxidación son substituídos polos procesos de redución.

Os valores de materia orgánica dos bancos de Corón, Borreiros e Preguntoiro (Figura 3) están dentro do rango dos rexistrados na zona de produción marisqueira da enseada de San Simón (Carballal Durán *et al.*, 1990). Os do Rial foron superiores.

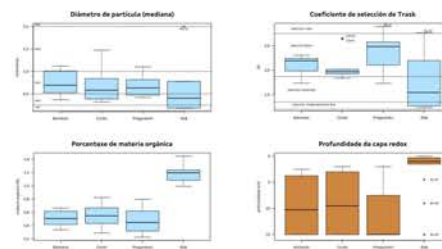


Figura 3. Dende a posición superior esquerda, e en sentido horario, diagramas de caixa de: tamaños medianos de partícula (mm); valores do coeficiente de selección de Trask (So); profundidades ás que se localizou a capa de discontinuidade redox; e porcentaxe de materia orgánica no sedimento (ARF: áreas finas, ARM: áreas medias, ARG: áreas grosas, AMG: áreas moi grosas, GRA: gravas).

No resultado da PCA (Figura 4) represéntanse as variables como vectores partindo dun punto central. Observamos relacións inversas entre a materia orgánica e profundidade da CDR, que aparecen paralelas á segunda compoñente principal (PC2). O tamaño mediano de partícula e as áreas están correlacionadas entre si positivamente, e inversamente coas gravas. As tres son importantes na primeira compoñente principal (PC1).

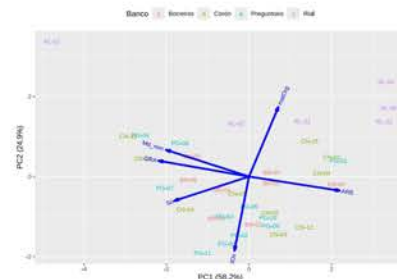


Figura 4. Representación gráfica da análise de compoñentes principais (PCA). (matOrg: porcentaxe de materia orgánica, ARE: porcentaxe de áreas, RedOx: profundidade da capa de discontinuidade redox, So: coeficiente de selección de Trask, GRA: porcentaxe de gravas, Md_mmm: mediana do tamaño das partículas, en milímetros).

Conclusiones

A CDR informa sobre a presenza de materia orgánica no sedimento. Cómpre explorar outras análises multivariantes empregando variables obtidas a partir de observacións cualitativas.

A caracterización sedimentaria das estacións pode facilitar a estratificación da mostraxe.

Referencias bibliográficas

Carballal Durán *et al.* 1990. Actas do VI Simposio Ibérico de Estudio del Bentos Marino, 397–405.
Cervíño, A. *et al.* 1982. Oecologia aquatica, 6(6): 65–83
Fenchel, T. M. *et al.* 1970. <https://doi.org/10.1007/bf00367496>
Parada Encisa, J. M. *et al.* 2009. <http://arousa.bnmarina.com>
Pettijohn, F. J. 1976. Rocas sedimentarias.
R Core Team. (2024). <https://www.R-project.org/>

Agradecementos

Este traballo fai parte da tarefa 5 de ECOSISTEMICA 24, un proxecto RE-DEMAR financiado con fondos FEMPA.



Autoría: Rodríguez-Rodríguez, A.M.; Carracedo-Parga, C.; Abella-Rey, F.E.; Prieto-Sierra, D.; García-Moroño, B.; Barreiro-Ríos, M.; Rodríguez-Otero, E.; García-Cardesín, E.; Cremades-Ugarte, J.

Título: Macroalgas de interese para os sectores pesqueiro e marisqueiro. Proxecto ALGAPROX

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Macroalgas de interese para os sectores pesqueiro e marisqueiro.

Proxecto ALGAPROX

Rodríguez Rodríguez A.M.¹, C. Carracedo Parga¹, F.E. Abella Rey¹, D. Prieto Sierra², C. García Moroño³, B. Barreiro Ríos⁴, M. Rodríguez Otero⁵, E. García Cardesín⁶ y J. Cremades Ugarte⁶

¹Centro de Investigacións Mariñas (CIMA). Xunta de Galicia. Vilanova de Arousa, Galicia, España

²Confraría de Pescadores de Ribadeo

³OPP 20 Illa de Arousa

⁴Confraría de Pescadores de Cangas

⁵Confraría de Pescadores de Vilanova de Arousa

⁶Centro Interdisciplinar en Química e Bioloxía (CICA). Universidade da Coruña. A Coruña, Galicia, España



INTRODUCCIÓN

O proxecto ALGAPROX, dentro do marco REDEMAR (financiado polo FEMPA e a Xunta de Galicia), xorde da necesidade de xestionar de forma eficaz as poboacións de macroalgas de interese para o sector pesqueiro e marisqueiro galego. Abórdanse catro especies clave, tanto polo seu valor como recurso económico como polo seu carácter invasor ou problemático. O obxectivo principal é ampliar o coñecemento sobre a súa bioloxía e ecoloxía para desenvolver estratexias de aproveitamento sostible, control e mitigación de impactos

METODOLOXÍA

Cada especie abórdase dun método específico combinando: traballo de campo, análises de laboratorio, deseños experimentais con parcelas de seguimento, gaiolas de exclusión, monitorización con cámaras subacuáticas e técnicas de cultivo.

RESULTADOS ESPERADOS

Modelos de xestión mellorados, tecnoloxías de reforzo de poboacións, control de invasoras, e creación dunha colección científica (Algario CIMA).

O proxecto busca sinerxías entre a comunidade científica e o sector, transferindo o coñecemento para acadar unha xestión sostible das algas en Galicia.

ESPECIES OBXECTO DE ESTUDO

1. *Himanthalia elongata* (correa): Recurso de alto valor comercial sometido a unha crecente presión extractiva. O proxecto céntrase en garantir a súa sustentabilidade a través de técnicas de colleita que maximicen o recrutamento natural e o reforzo de poboacións con sementeira de embrións cultivados en laboratorio.



2. *Sargassum muticum* (cola de raposo): Unha das especies alóctonas peor vistas polo sector. Avaliase a eficacia de métodos de control e eliminación manual para minimizar o seu impacto sobre a biodiversidade e as actividades pesqueiras.



3. *Undaria pinnatifida* (Wakame): Especie alóctona con interese comercial. Estúdase a dinámica poboacional e o seu impacto ecolóxico para planificar medidas de xestión que permitan un aproveitamento controlado sen prexudicar os ecosistemas nativos.



4. *Ulva clathrata* (Limo): Alga nativa, unha das principais responsables das "mareas verdes" que obrigan a aumentar o esforzo de limpeza e coidado dos bancos marisqueiros. Investíganse métodos de manexo para minimizar a súa proliferación e os seus efectos.



Cofinanciado por
la Unión Europea





Autoría: González-Vidal, N.; Parada, J.M.

Título: Algas, berberechos e cangrexos verdes: interacción en sistemas costeiros simulados

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Algas, berberechos e cangrexos verdes: interaccións en sistemas costeiros simulados

N. González-Vidal e J.M. Parada

Centro de Investigacións Mariñas de Galicia, Consellería do Mar, Xunta de Galicia.
Pedras de Corón S/N, Vilanova de Arousa, Galicia, España. E-mail: jose.manuel.parada.encia@xunta.gal

A macroalga *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss, 1967 pode actuar como especie conformadora de hábitat ao fornecer refuxio e alimento ao cangrexo verde *Carcinus maenas* (L. 1758) (González-Vidal *et al.*, 2024). Este cangrexo é un recoñecido depredador de bivalvos (Jensen e Jensen, 1985) e a súa concentración en fondos con macroalgas podería incrementar a mortalidade dos berberechos (*Cerastoderma edule* (L., 1758)). Non obstante, os macroinvertebrados asociados ás algas poderían actuar como fonte alternativa de alimento, modulando a presión depredadora sobre os berberechos.

MATERIAIS E MÉTODOS

- **Deseño experimento 1:** tres réplicas independentes en piscinas de 160 x 70 x 30 cm con fondo de area, cada unha dividida en dúas áreas experimentais (unha metade con *G. vermiculophylla* (1 kg) e outra sen cobertura vexetal).
- **Organismos:** en cada área 25 *C. edule* enterrados e 10 *C. maenas* (7 días en xaxún) con libre mobilidade entre áreas.
- **Deseño experimento control:** mesmo deseño que o experimento 1, sen macroalga.
- **Macrofauna asociada:** identificada en 1 kg de alga ata nivel de familia, triada por elutrición.
- **Análises:** mortalidade finita (%); comparación de tratamentos con Chi² de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Táboa I.- Abundancia de macrofauna identificada na submostra de 1 kg de *G. vermiculophylla*.

Filo	Clase	Orde	Familia	Especie	Abundancia
Nemertea					2
Annelida	Polychaeta	Ohyllodocida	Nereididae		4
Arthropoda	Malacostraca	Tanaidacea			79
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Idoteidae		101
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Melitidae		2
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae		19
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Dexaminidae		2
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Aoridae		323
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Corophiidae		530
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae		20
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Crangonidae	<i>Crangon crangon</i> (L., 1758)	1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Carcinidae	<i>Carcinus maenas</i> (L., 1758)	2
Arthropoda	Hexapoda	Diptera	Chironomidae		2
Mollusca	Polyplacophora	Chitonida	Ischnochitonidae		3
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae		2
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Rissoidae		5
Mollusca	Gastropoda	Aplysiida	Akeridae	<i>Akera bullata</i> O.F. Müller, 1776	1
Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	<i>Mytilus edulis</i> L., 1758	2
Mollusca	Bivalvia	Pectinida	Pectinidae		1
Chordata	Ascidacea	Phlebobranchia	Cionidae		15
Chordata	Ascidacea	Stolidobranchia	Molgulidae		1

Táboa II.- Resultados da Chi² para comparar (i) a mortalidade de *C. edule* entre tratamentos no experimento 1 e (ii) a mortalidade media no experimento 1 co control.

Experimento	Tratamento	Berberectos depredados (%)	Berberectos vivos (%)	g.L.	Chi calculado	p Chi
Experimento 1	con algas	22,67	77,33	1	1,041	0,308 n.s.
	sen algas	16	84			
Media Experimento 1		19,33	80,67	1	2,301	0,129 n.s.
Control	sen algas	10,67	89,33			

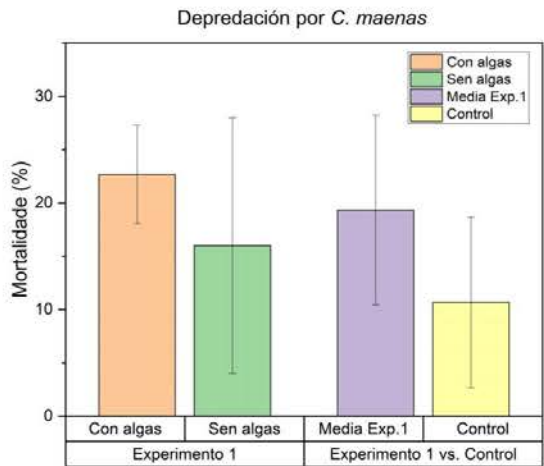


Figura 1.- Mortalidade de *C. edule* por depredación de *C. maenas* no experimento 1: área experimental con algas e sen algas (media das tres réplicas); e comparación da mortalidade media no experimento 1 co control.

- A comunidade asociada a *G. vermiculophylla* estivo dominada por anfípodos da familia Corophiidae (Táboa I), presas habituais de *C. maenas* (Grosholz *et al.*, 1995), o que suxire o seu papel como alimento alternativo aos berberechos.
- No experimento 1 a mortalidade media de *C. edule* foi maior na zona con algas (22,67 %) que na sen algas (16 %), aínda que sen diferenzas significativas ($p = 0,308$) (Figura 1, Táboa II).
- A ausencia de diferenzas claras na mortalidade de berberechos en presenza ou ausencia de algas podería deberse a que a macrofauna asociada ás algas ofreceu unha fonte alternativa de alimento máis accesible para os cangrexos.
- Dado que os cangrexos tiñan libre mobilidade entre as dúas áreas do experimento 1 e, polo tanto, acceso permanente á fauna asociada, considerouse a mortalidade media global de *C. edule* das dúas áreas experimentais (19,33 %). Non se atoparon diferenzas significativas entre esta e a mortalidade no control (10,67 %) ($p = 0,129$) (Figura 1, Táboa II).
- Empregáronse individuos de *C. edule* de 18,07 - 31,2 mm. Por isto, é probable que os cangrexos non provocaran unha alta mortalidade sobre *C. edule* no experimento control, xa que a elevada resistencia das valvas podería dificultar a súa depredación (Campbell, 2019).
- As evidencias actuais non permiten establecer conclusións firmes. Cómpre avanzar en novas experiencias, especialmente con xuvenís de *C. edule*, para comprender mellor a dinámica depredador-presa.

REFERENZAS

Campbell *et al.* (2019). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 517, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2019.05.011>
González-Vidal *et al.* (2024). *Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas*, 26, 299–307
Grosholz and Ruiz (1995). *Marine Biology* 122, 239–247. <https://doi.org/10.1007/BF00348936>
Jensen and Jensen (1985). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 89(2–3), 157–174. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(85\)90124-8](https://doi.org/10.1016/0022-0981(85)90124-8)



Cofinanciado por
la Unión Europea

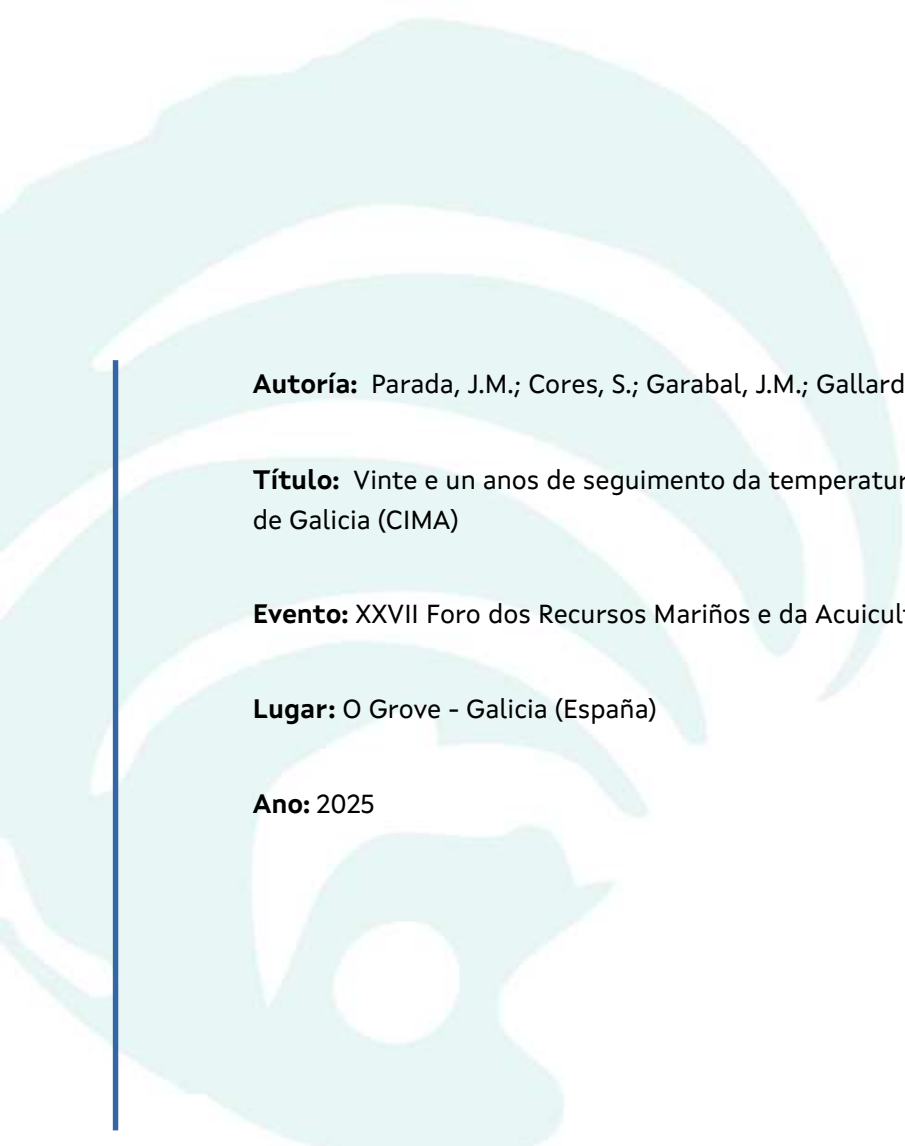


Fondos Europeos

REDEMAR



Actuación cofinanciada polo FEMPA nun 70%. P.O. español 2021ES14MFPR001 [Prioridade 1 – OE1.6] – T.A. 1.6.3]. OIX: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro.
Proxecto ECOSISTEMICA24



Autoría: Parada, J.M.; Cores, S.; Garabal, J.M.; Gallardo, J.M.; Fajardo, A.

Título: Vinte e un anos de seguimento da temperatura e salinidade no Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA)

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Vinte e un anos de seguimento da temperatura e salinidade no Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA)

J.M. Parada¹, S. Cores², G. Garabal¹, J.M. Gallardo¹ e A. Fajardo¹

¹Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA). Consellería do Mar Xunta de Galicia. Pedras de Corón S/N, Vilanova de Arousa, Galicia, España. jose.manuel.parada.encisa@xunta.gal

²Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA). Retirado

MATERIALES Y MÉTODOS

- Recollida de datos de temperatura e densidade da auga de superficie na Praia de Corón nas proximidades do CIMA con termómetro de mercurio e densímetro.
- Estimación de salinidade mediante una táboa temperatura – densidade – salinidade do Fisheries Laboratory de Essex baseada inicialmente na aplicación dos algoritmos promovidos pola UNESCO (UNESCO et al., 1976, Fofonoff, e Millard 1983)
- Datos faltantes entre 1991 e 1993 completados con datos recollidos en Tragove (Cambados) (Figura 1).
- Descrición dos datos mediante o número de datos de cada parámetro; os valores mínimo e máximo; a mediana; a media; e a desviación estándar.
- Empregouse o test de Mann-Kendall para explorar a existencia de tendencias significativas nos datos agrupadas por meses

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

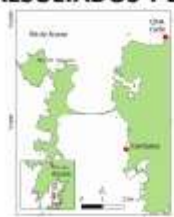


Figura 1.- Estacións de recollida de mostrás.

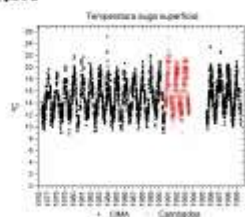


Figura 2.- Rexistros de temperatura en Corón e Cambados.

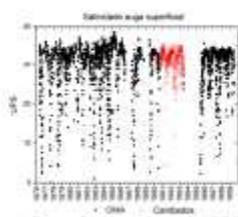


Figura 3.- Rexistros de salinidade en Corón e Cambados.

- 4070 datos de temperatura entre 8,8 °C (14/01/1980) e 25,2 °C (14/06/1984) (Figura 2).
- 3638 datos de salinidade entre 0 UPS (27/02/1978; e 3, 6 e 8 de marzo de 1978) e 38,4 UPS (23/08/1985) (Figura 3).

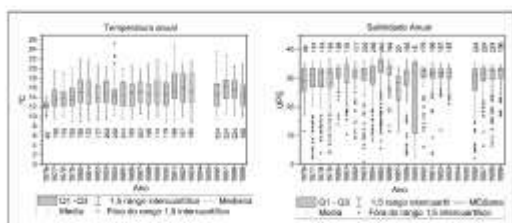


Figura 4.- Descritores anuais dos rexistros de temperatura e salinidade. Os números indican o número de rexistro de cada ano.

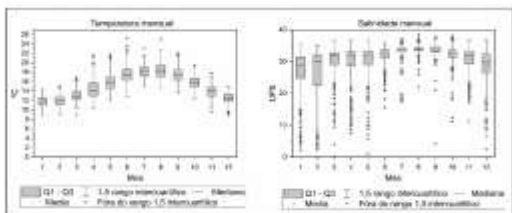


Figura 5.- Descritores mensuais dos rexistros de temperatura e da salinidade na auga superficial.

- A temperatura e a salinidade máximas foron maiores que as rexistradas en Cortegada e Ribeira polo Observatorio Costeiro da Xunta de Galicia. No caso da temperatura, probablemente debido á proximidade ao substrato rehecido no verán. No caso da salinidade, probablemente por influencia da auga intersticial (Greg et al., 2016).
- O ano con maior oscilación térmica foi 1991 (de 9,1 °C a 25 °C). No caso da salinidade, o ano con maior amplitude de valores foi 1978 (de 0 UPS a 35,8 UPS) (Figura 4).
- A maior amplitude térmica interanual rexistrouse en xuño (de 13 °C a 25,2 °C). A salinidade amosou valores de 0 de febreiro e marzo e por debaixo de 10 de xaneiro a maio e en setembro e decembro (Figura 5).
- A temperatura media amosou unha tendencia significativa ao incremento ao longo dos anos no mes de maio tanto en toda a serie de datos ($Z = 3,292$; $p = 0,001$), como exclusivamente cos datos de Corón ($Z = 3,182$; $p = 0,001$) (Figura 6). A salinidade non amosou tendencias significativa nas medias mensuais ao longo dos anos (Figura 7).

REFERENCIAS

- Fofonoff N. P., e Millard R. C. 1983. UNESCO technical papers in marine science, 44: 1–58.
 Greg X. et al. 2016. Scientific Reports, 6: 31486
 UNESCO, ICES, SCOR e IAPSO. 1976. UNESCO technical papers in marine science, 27: 1–114.

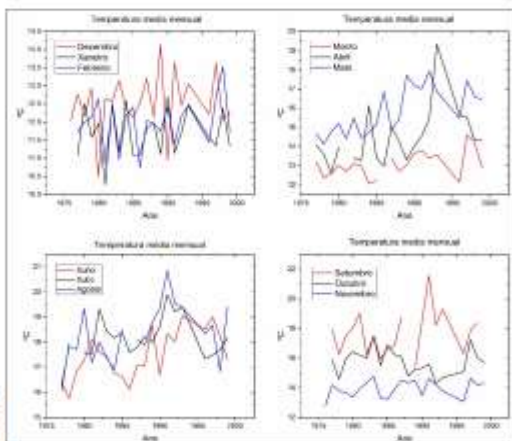


Figura 6.- Variación da temperatura media mensual entre 1977 (1976 no caso de novembro e decembro) e 1999.

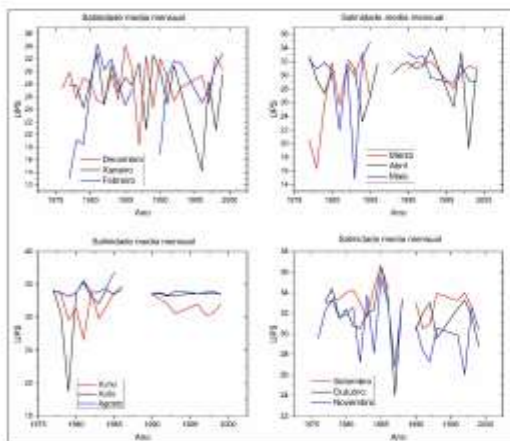
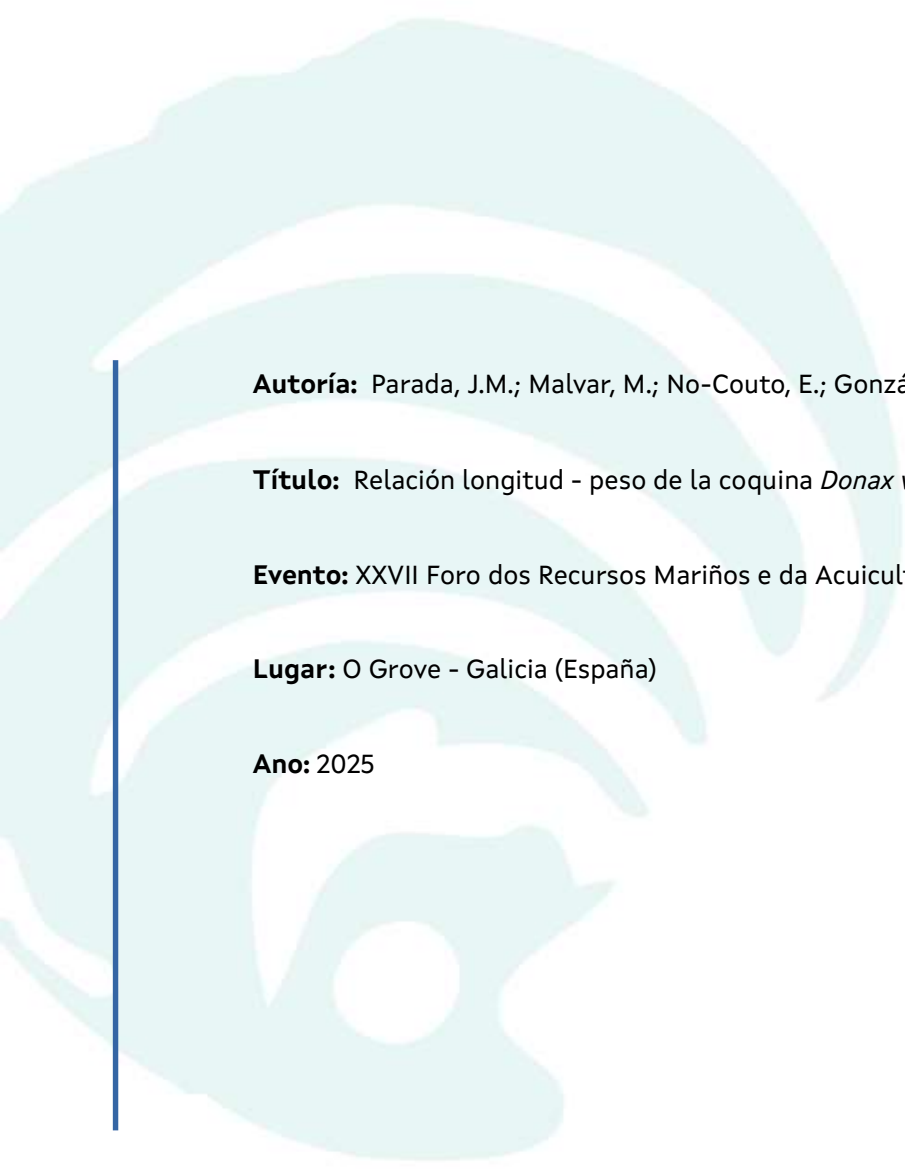


Figura 7.- Variación da salinidade media mensual entre 1977 (1976 no caso de novembro e decembro) e 1999.





Autoría: Parada, J.M.; Malvar, M.; No-Couto, E.; González-Vidal, N.

Título: Relación longitud - peso de la coquina *Donax vitattus* (da Costa, 1778) de la Playa de Corrubedo

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Relación longitud - peso de la coquina

Donax vittatus (da Costa, 1778) de la Playa de Corrubedo

J.M. Parada¹, M. Malvar², E. No-Couto¹ y N. González-Vidal¹

¹Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA). Consellería do Mar. Xunta de Galicia. Pedras de Corón S/N, Vilanova de Arousa, Galicia, España. jose.manuel.parada.encisa@xunta.gal

²Xefatura Comarcal da Consellería do Mar en Ribeira. Praza dos Mariñeiros, 11 - 15960 Ribeira, Galicia, España.

MATERIALES Y MÉTODOS

- 297 ejemplares de entre 14,63 y 48,36 mm y 0,4 y 16,7 g capturados con rastro remolcado con malla de 10 mm entre el 17 y el 20 de junio de 2025.
- Ajuste a relación potencial: $P = a \cdot L^b$ y regresión lineal: $\log P = b \cdot \log L + a$
- Comparación entre modelos de regresión: Por ausencia de datos brutos y cuando se contó con el error estándar de la pendiente en la bibliografía se aplicó el test de comparación de pendientes (Fowler y Cohen, 1994). En todos los casos se compararon las diferencias en porcentaje entre los pesos obtenidos con cada uno de los modelos comparados para una misma longitud (Parada y Molares, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

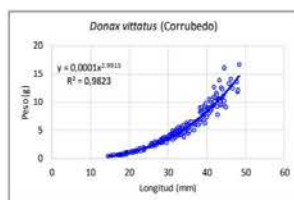


Figura 1.- Relación potencial longitud – peso.

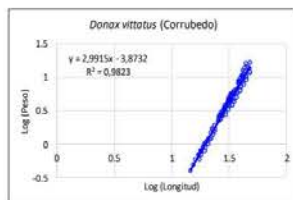


Figura 2.- Regresión lineal entre logaritmos de las variables.



Figura 3.- Pesos estimados para *D. vittatus*.

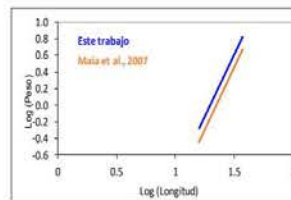


Figura 4.- Regresiones lineales para *D. vittatus*.

Donax vittatus vs. *D. trunculus*

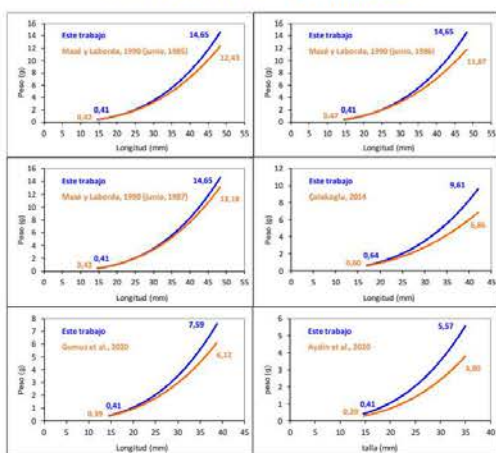


Figura 5.- Pesos estimados para *D. vittatus* y *D. trunculus*

Tabla 1.- Parámetros de regresión longitud - peso de *D. vittatus* y *D. trunculus*

Especie	n	Rango (mm)	a	b	EE(b)	r ²	Meses	Referencia
<i>D. vittatus</i>	297	14,63 - 48,36	-3,873	2,992	0,0234	0,822	junio 2025	Este trabajo
<i>D. vittatus</i>	1100	≈16 - ≈37	-4,097	3,04	0,029		noviembre 2003 - octubre 2004	Maia et al., 2007
<i>D. trunculus</i>			-3,671	2,829		0,997	junio 1985	Mazé y Laborda, 1990
<i>D. trunculus</i>			-3,489	2,709		0,998	junio 1986	Mazé y Laborda, 1990
<i>D. trunculus</i>			-3,696	2,859		0,9227	junio 1987	Mazé y Laborda, 1990
<i>D. trunculus</i>		≈17 - 42	-3,523	2,686		0,9144	mayo 2011 - abril 2012	Çolakoglu, 2014
<i>D. trunculus</i>	200	14,69 - 38,81	-3,699	2,823		0,9552	febrero 2020	Gumus et al., 2020
<i>D. trunculus</i>	11045	4,5 - 35	-4	2,966		0,9869	marzo 2014 - febrero 2015	Aydin et al., 2020

- La pendiente de la relación lineal de *D. vittatus* de Corrubedo no mostró diferencias significativas con la de Aveiro Maia et al. (2007) ($t = 1,3015$; $p > 0,05$), pero los pesos estimados superan en más de un 5% los de la regresión de Aveiro. Se trata de líneas paralelas (Figura 4).
- Los pesos de *D. vittatus* de Corrubedo fueron superiores a los de todas las comparaciones con *D. trunculus* (Figura 5).
- Las diferencias podrían deberse a la comparación entre dos especies diferentes, aunque próximas y a la diferente localización geográfica, pero también, en todos los casos, a la inclusión de ejemplares capturados durante periodos en los que tienen diferente índice de condición (Mazé y Laborda, 1990) (Tabla 1).

REFERENCIAS

- Aydin et al. 2020. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5: 11–18.
- Çolakoglu S. 2014. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(1): 221-230.
- Fowler y Cohen. 1994. *Practical statistics for field biology*. 227 pp.
- Gumus et al. 2020. *Ecologia Balkanica*, 3: 63–71.
- Maia et al. 2007. *World Congress of Malacology*, Antuérpía, Belgium. <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.14716.69769>.
- Mazé y Laborda. 1990. *Scient. Mar.*, 54: 131–138.
- Parada y Molares. 2009. *ARousA. Unha ferramenta para a avaliación de recursos marisqueiros*. 86 pp. www.arousa.bnmarina.com



Cofinanciado por la Unión Europea



Fondos Europeos

REDEMAR

FEDERACIÓN GALEGA
CONFRARIAS DE PESCADORES

Actuación cofinanciada polo FEMPA nun 70%. P.O. español 2021ES14MFP001 [Prioridade 1 – OE1.6] – T.A. 1.6.3]. OIX: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro





Autoría: Abella-Rey, F.E.; Fajardo-Carro, A.; Fernández-Besada, M.; Méndez-Pérez, B.

Título: Experiencias en acuario con poliqueto *Diopatra neapolitana*

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Experiencias en acuario co poliqueto *Diopatra neapolitana*

F.E. Abella-Rey, A. Fajardo-Carro, M. Fernández-Besada¹, B. Méndez-Pérez

Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA). Consellería do Mar. Xunta de Galicia. Pedras de Corón S/N, Vilanova de Arousa, Galicia, España.
francisco.emilio.abella.rey@xunta.gal



INTRODUCCIÓN

Diopatra neapolitana Delle Chiaie, 1841, é un poliqueto formador de tubos que vive no intermareal e no submareal pouco fondo.

É obxecto de explotación comercial polo seu uso como engado para pesca.

Dentro do proxecto POLYCHAETA II (REDEMAR) o Cima estuda o efecto do marisqueo sobre esta especie. Séguese unha poboación natural sometida a tratamento experimental que simula a actividade marisqueira. Cóntanse os tubos e mídese o seu diámetro exterior unha vez ao mes. Asíse que cada tubo corresponde a un individuo e que o tamaño do tubo é un indicador do tamaño do individuo que vive no seu interior.

O obxectivo deste traballo é comprobar experimentalmente a certeza desta asuncións.

METODOLOXÍA

A experiencia desenvolveuse nun acuario con 10 cm de area no fondo e circulación aberta. O aporte de auga fíxose por chorreo sobre a superficie e o desague por un orificio na parte superior dunhas das paredes do recipiente. O acuario ten unha saída pola súa base, cunha billa para abrir ou pechar a vontade.

O substrato procede da zona na que se desenvolve a poboación natural *Diopatra neapolitana*, e foi secado ao aire durante tres semanas.

O acuario foi dividido en tres porcións de igual superficie para facilitar o seguimento.

O día 8 de agosto capturáronse 5 exemplares na praia de Corón. Introdúciéronse no acuario e cubríronse cunha fina capa de area sobre os individuos —aproximadamente dun centímetro— para facilitar o enterramento e a formación do tubo.

Os espécimes foron alimentación con porcións de vianda de bivalvos conxelados, que se aproximaron ao extremo do tubo cunhas pinzas ata que o exemplar o capturaba e introducía no tubo. A pauta de alimentación estableceuse nunha frecuencia dun día cada dous, preferiblemente luns, mércores e venres.

Dende o día 11 de agosto rexistráronse os valores de temperatura e salinidade da auga do acuario e, a partir do 2 de setembro tamén o osíxeno disolvido.

O acuario baleirouse diariamente pola súa saída inferior. Unha vez que o substrato estaba seco tomáronse fotografías da disposición espacial dos tubos en cada parcela (a partir do 19/08/2025), e dos diámetros dos tubos (a partir do 28 de agosto).

A partir do 19 de agosto aportáronse cantidade de area que subise o nivel do fondo entre 1 e 2 centímetros.

RESULTADOS E DISCUSIÓN

A temperatura da auga do acuario (Figura 1) presenta unha tendencia descendente dende os elevados valores rexistrados ao comezo do experimento, e mesmo se acusa durante a última semana do estudo.

Rexistráronse valores de salinidade (Figura 2) de entre 33,9 e 34,6 ups. A salinidade estivo por encima de 34,3 durante os primeiros días da experiencia, descendeu entre a segunda e a terceira semana de setembro, para volver a ascender os últimos dez días.

A meirande parte dos valores de osíxeno disolvido (Figura 3) estiveron por encima do 95% de saturación. Os valores máis altos rexistráronse as segunda e terceira semanas de setembro.

Os primeiros días observouse algún desprazamento nos tubos que se empezaban a formar, e mesmo demoras no enterramento e estabilización nun caso, pero dende que se empezaron a tomar fotos das súas posicións diarias en cada parcela (Figura 4) apreciouse unha estabilidade mantida ata as últimas observación realizadas.

Entre as medidas dos diámetros dos tubos (Figura 5) puidéronse distinguir dous grupos. Un deles formado por dous exemplares localizados na parcela 1 que presentaron diámetros iguais ou superiores a 8 mm. O outro agrupa ao resto dos exemplares, con medidas iguais ou inferiores a 7 mm salvo na última semana cando se acadaron 8 mm en tres ocasións. Os diámetros dos tubos se mantiveron estables no tempo e as variacións poden ser atribuídas en boa parte á pouca precisión do método de medida empregado.

Non se observou alteración na posición dos tubos nin no seu tamaño atribuíble aos aportes ocasionais de substrato.

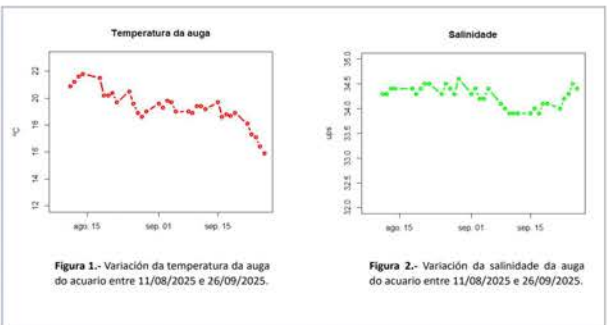


Figura 1.- Variación da temperatura da auga do acuario entre 11/08/2025 e 26/09/2025.

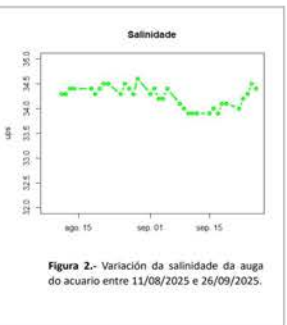


Figura 2.- Variación da salinidade da auga do acuario entre 11/08/2025 e 26/09/2025.



Figura 3.- Variación do osíxeno disolvido na auga do acuario (expresado en porcentaxe de saturación) entre o 02/09/2025 e 26/09/2025.

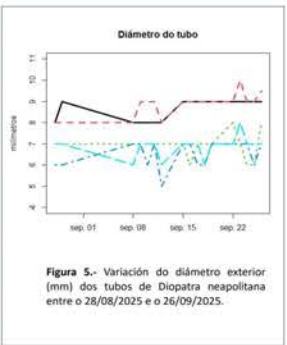


Figura 5.- Variación do diámetro exterior (mm) dos tubos de *Diopatra neapolitana* entre o 28/08/2025 e o 26/09/2025.

CONCLUSIÓN

Cada individuo formou un tubo que se mantivo ocupado no tempo. O recuento de tubos é un indicador fiable da abundancia de *Diopatra neapolitana*.

As posicións espaciais dos tubos mantivéronse constantes durante o período de estudo.

Os diámetros dos tubos tenderon á estabilidade durante o experimento, pero sometidos a flutuacións debidas ao sistema de medida empregado. Esta limitación debe terse en conta cando se pretenda un achegamento á estrutura de tallas da poboación a partir dos tamaños dos tubos.



Figura 4.- Variación das posicións dos tubos entre o 19/08/2025 e 25/09/2025.

Visita @Diopatranepolitana





Autoría: Abella-Rey, F.E.; Rodríguez-Rodríguez, A.M.; Carracedo-Parga, C.; Prieto-Sierra, D.; García-Moroño, B.; Barreiro-Ríos, M.; García-Cardesín, E.; Cremades-Ugarte, J.

Título: Experiencias de retirada temperá de *Sargassum muticum* en tres localidades da costa de Galicia

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Experiencias de retirada temprá de *Sargassum muticum* en tres localidades da costa de Galicia

Abella Rey¹, F.E., A.M. Rodríguez Rodríguez², C. Carracedo Parga¹, D. Prieto Sierra², C. García Moroño³, B. Barreiro Ríos⁴, E. García Cardesín⁵ y J. Cremades Ugarte⁵

¹ Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (CIMA)

² Confraría de Pescadores de Ribadeo

³ OPP 20 Illa de Arousa

⁴ Confraría de Pescadores de Cangas

⁵ Centro Interdisciplinar de Química e Bioloxía (CICA)



Introducción y Obxectivos

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt (Fucales, Ochrophyta) é unha macroalga invasora establecida na costa galega desde as décadas. A súa elevada capacidade de dispersión e crecemento permítille desprazar especies nativas, xerando impactos ecolóxicos e económicos relevantes. Nun estudo previo realizado na costa galega avalíouse, de maneira puntual nunha única localidade galega, a eficacia da retirada temprá da biomasa desta especie coa hipótese de que esta forma de actuar podería resultar menos custosa economicamente, xerar menos residuos, reducir a competencia dela especie polo espazo e os recursos e debilitar a súa futura presenza nas áreas tratadas (García-Cardesín *et al.*, 2019). O presente traballo, encadrado dentro do proxecto **ALGAPROX** (Programa REDEMAR), amplía xeográfica e ambientalmente o estudo a tres localidades galegas moi distintas e distantes unhas doutras e pretende prolongarse polo menos durante dous anos consecutivos co obxectivo de avaliar tamén a influencia desta estratexia sobre a evolución da comunidade bentónica afectada por esta especie alóctona.

Metodoloxía

- **Estudo 1** — Retirada temprá: 5 parcelas de tratamento por localidade (retirada en febreiro-marzo) e tardía (retirada en maio). Localidades: A Illa, Cangas e Ribadeo. Biomasa seca por parcela; ANOVA con Tratamento×Zona.
- **Estudo 2** — Seguimento vexetativo: 3 localidades × 4 cadrantes/més × 3 exemplares por cadrante × 6 meses (marzo-agosto). Peso seco individual dos 3 exemplares maiores por cadrante; modelos mixtos (Mes×Zona, Cadrante como aleatorio).

Discusión e conclusións

- A biomasa retirada de forma temprá é significativamente menor que a retirada de forma tardía, sobre todo cando a especie vai ter un maior potencial de desenvolvemento e máis perniciosa vai ser; ou efecto varía por zona (ANOVA: Tratamento $p=0,036$; Zona $p=0,013$; interacción $p=0,012$).
- O seguimento temporal dos exemplares mostrou efectos significativos de Mes, Zona e interacción no peso seco ($p<0,001$), con máximos en maio-xuño na Illa e os valores máis baixos en Ribadeo.
- En dous das localidades estudadas este ano *Sargassum muticum* non alcanzou o seu desenvolvemento esperado e apenas chegou a reproducirse. Isto pode ser debido ao cambio global, ás especiais condicións deste ano ou a que a especie nesas localidades estea en proceso de declive.



Figura 1. Estudo por retirada temprá-tardía da biomasa de *S. muticum* e estudo de seguimento por cadrantes

Resultados

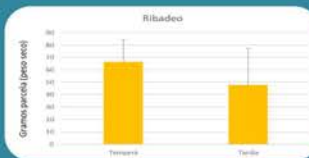
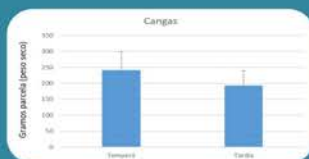


Figura 2. Biomasa por tratamento e zona (retirada temprá vs. retirada tardía).

Figura 3. Evolución do peso medio dos individuos por localidade

Próximos pasos

- Estender o seguimento a varios anos e engadir entón tamén variables ambientais no análise (T° , nutrientes, condicións hidrodinámicas...).
- Avaliar os efectos ao longo do tempo da retirada sistemática de *Sargassum muticum* no seu propio control, na comunidade bentónica e nos seus recursos mariños.

Referencias bibliográficas

García-Cardesín E., E. Casais & J. Cremades. Control eficiente de la especie exótica invasora *Sargassum muticum* (Fucales, Ochrophyta) en los bancos marisqueros intermareales de Galicia. En: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Lastres M. A., González-Henríquez N., Padín X.A. (Eds.). Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal. 24:191-197 (2023). ISBN: 978-84-09-43959-1.



Autoría: Llamazares, D.; Vázquez-Gómez, V.; Ojea, J.; Pazos, A.J.; Pérez-Parallé, M.L.; Nóvoa, S.

Título: Influencia de la temperatura del agua en el perfil lipídico gonadal de *Ruditapes decussatus*

Evento: XIII Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura

Lugar: Santa Catarina (Brasil)

Año: 2025

Influencia de la temperatura del agua en el perfil lipídico gonadal de *Ruditapes decussatus*

Llamaras D¹, Vázquez Gómez V², Ojea J², Pazos AJ³, Pérez-Parallé ML² y Navea S²

¹Instituto de Investigación del Medio Acuático para una Salud Global (IIMAG) y Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Vida, 15782 Santiago de Compostela, España
²Centro de Investigación Marihuas (CIM), Consellería do Mar, Xunta de Galicia, 27700 Ribadeo, Lugo, España
³Unidad de Investigación en Acuicultura, Consellería do Mar, Xunta de Galicia, 27700 Ribadeo, Lugo, España

INTRODUCCIÓN

La almeja fina (*Ruditapes decussatus* Linnaeus 1758) de la laguna de Baldaio está sometida a condiciones abióticas específicas debido a su particular dinámica oceánica. En este trabajo se analizaron los cambios en la composición lipídica y en el desarrollo gonadal que ha sufrido la almeja fina de esta laguna a lo largo de varios años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos mensuales de 20 adultos durante un periodo de 18 meses (2023-2025) (Fig. 2). Tras su disección, se liofilizó el tejido gonadal y se analizó el contenido lipídico siguiendo el método gravimétrico de Folch et al. (1956) (Fig. 3).

Con los datos biométricos se calcularon los diferentes índices de condición y para el análisis estadístico se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (software IBM SPSS).

Fig. 1. Localización zona de muestreo



Fig. 2. Muestreo de *R. decussatus*



Fig. 3. Pasos del proceso de extracción de lípidos totales mediante el método gravimétrico de Folch: a) filtración del extracto; b) separación de fases en ampollas de decantación; c) evaporación del solvente mediante rotavapor y d) evaporación y cuantificación gravimétrica.

RESULTADOS

El contenido total de lípidos expresado como mg lípidos totales / g tejido gonadal, y su variación durante el periodo de estudio se muestra en la Fig. 4a. El valor más alto se presentó en julio de 2024 y el segundo pico más alto en mayo de 2023. Los mínimos se registraron en febrero y noviembre de 2024.

El índice de condición gonadal medio mensual (Fig. 4b) oscila entre 18 y 36, siendo mínimo en las fases de postpuesta y reposo, y aumentando durante el inicio de la gametogénesis y la fase de desarrollo gonadal, con valores máximos en las fases de madurez y puesta en junio y julio de 2023 y mayo y julio de 2024, los mínimos fueron registrados inmediatamente después, en agosto de 2023 y septiembre-octubre de 2024.

Fig. 4 a: Lípidos en mg por gramo de tejido gonadal b: Índice de condición gonadal

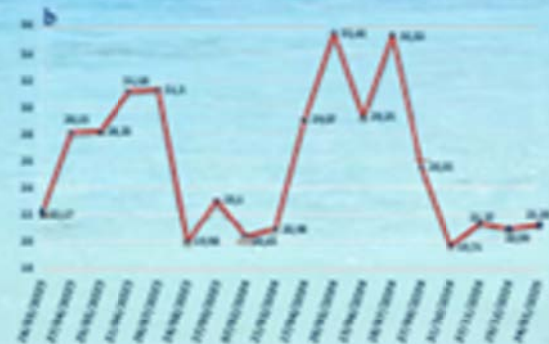
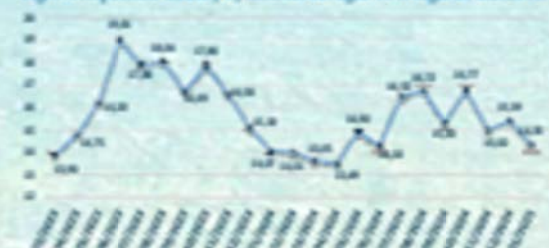


Fig. 5. Temperatura media (°C) mensual del agua en el lugar de muestreo.



DISCUSIÓN

La evolución de la concentración de lípidos del tejido gonadal presenta un patrón similar al del desarrollo gametogénico mostrando una fuerte correlación positiva con el índice de condición gonadal ($R=0,85$; $p<0,05$) (Fig. 4).

Las concentraciones mínimas de lípidos se presentan durante las fases de reposo o inicio de la gametogénesis, coincidiendo con las temperaturas bajas del agua de invierno. Las concentraciones máximas coinciden con el periodo de madurez y puesta durante los meses con temperaturas más altas (junio y julio).

CONCLUSIONES

- El contenido lipídico total está relacionado con la fase de desarrollo gonadal de la especie.
- Existe una correlación entre la temperatura del agua y el contenido de lípidos del tejido gonadal.

Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente financiado por el Programa de Ciencia Marihuas de Galicia que forma parte de los Planes Complementarios de Ciencia del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, cofinanciados en el Plan de Investigación, Transferencia e Innovación (PITI 2022-23), financiado a través de la Xunta de Galicia con fondos NextGeneration y Fondos Europeos Estructurales, de la Presidencia y de la Xunta de Galicia. El autor principal agradece a la Xunta de Galicia por su colaboración y al personal del CIM de Ribadeo por su colaboración.



Autoría: Fernández, B.; Vázquez_Ruiz de Ocenda, M.; Caamaño, R.; Brianes, M.J.; Costa, M.L.; Cabaleiro, S.; Gabín Sánchez, C.

Título: Proyecto SALROC (cultivo del salmonete de roca *Mullus surmuletus*): estudio de aspectos reproductivos

Evento: XIII Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura

Lugar: Santa Catarina (Brasil)

Año: 2025

Proyecto SALROC (cultivo del salmonete de roca, *Mullus surmuletus*): estudio de aspectos reproductivos

B. Fernández^{1*}, M. Vázquez-Ruiz de Ocenda², R. Caamaño², M.J. Brianses¹, M.L. Costa¹, S. Cabaleiro² y C. Gabín-Sánchez¹.

¹ Centro de Investigaciones Mariñas de Galicia (CIMA). Pedras de Corón, s/n. 36620 Vilanova de Arousa (Pontevedra), España. (*) E-mail: bernardo.fernandez.souto@xunta.gal

² Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura (CETGA). Punta Couso s/n. 15965 Ribeira (A Coruña), España.

INTRODUCCIÓN:

El objetivo principal del proyecto de investigación SALROC es contribuir a la diversificación de la piscicultura marina mediante la optimización de las técnicas de cultivo del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758). Este proyecto, financiado por la Xunta de Galicia, se desarrolla desde mediados de 2024 en el CIMA (Centro de Investigaciones Mariñas de Galicia) y en el CETGA (Centro Tecnológico del Clúster de la Acuicultura). En 2024 se capturaron en la ría de Arousa ejemplares salvajes de salmonetes de roca y se establecieron en varios tanques de cultivo de peces ubicados en las instalaciones del CIMA y del CETGA. Tras un proceso de adaptación a la cautividad, se abordaron diversos aspectos reproductivos como la identificación gonadal y un análisis preliminar del Índice Gonadosomático (IGS). En febrero de 2025 se estableció en el CETGA un tanque de reproductores con 52 ejemplares y a finales de marzo se obtuvieron los primeros huevos y larvas del proyecto SALROC.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Los salmonetes de roca fueron capturados en la ría de Arousa por pescadores locales entre los meses de julio y noviembre de 2024. Los peces fueron transportados a las instalaciones del CIMA y del CETGA y se establecieron más de un centenar de ejemplares vivos en varios tanques de 1 m³ y 0,5 m³, iniciándose su proceso de domesticación (Fernández et al., 2025a).

Entre agosto y diciembre de 2024 se diseccionaron y analizaron varios ejemplares para determinar su sexo y su estado de maduración mediante el Índice Gonadosomático (IGS). Para el cálculo del IGS se empleó la siguiente fórmula: $IGS = (\text{Peso gónada} / \text{Peso corporal}) \times 100$.

En febrero de 2025, 52 de los ejemplares del CETGA se trasladaron a un tanque de 4,5 m³ (3x3x0,5 m) para establecer un tanque de reproductores sometidos a fotoperíodo natural y a finales de marzo se obtuvieron las primeras puestas de salmonetes del proyecto SALROC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Desde agosto hasta diciembre de 2024 se procesaron 94 ejemplares que habían muerto durante los procesos de captura, transporte y/o domesticación, de los cuales 19 fueron identificados claramente como machos (Figura 1), 22 como hembras (Figura 2) y en el resto no se pudo identificar claramente su sexo por el deterioro o escaso grado de desarrollo gonadal.

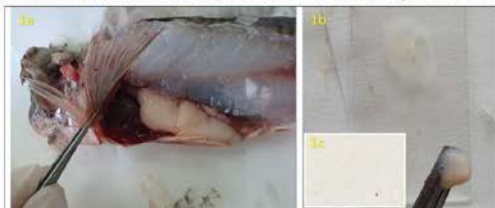


Figura 1: Sexo de salmonetes de roca (*M. surmuletus*). Ejemplar macho: Figura 1a: Disección en la que se aprecian testículos desarrollados. Figura 1b: Preparación de una muestra de esperma recogida del interior de uno de los testículos. Figura 1c (Detalle): Imagen al microscopio (40x) de espermatozoides.



Figura 2: Sexo de salmonetes de roca (*M. surmuletus*). Ejemplar hembra: Figura 2a: Disección en la que se aprecian ovarios desarrollados. Figura 2b: Preparación de una muestra de ovocitos recogida del interior de uno de los ovarios. Figura 2c (Detalle): Imagen al microscopio (40x) de ovocitos.

El análisis del IGS medio mensual mostró un incremento general. En machos, desde un valor del 0,45% en agosto hasta un máximo del 1,00% en noviembre (observándose la presencia de esperma en los testículos) y, en hembras, desde 0,58% en agosto hasta 0,92% en diciembre. También se inició una recopilación de imágenes, macroscópicas y microscópicas, de las gónadas de varios ejemplares de salmonetes de roca y su correlación con el IGS (Tabla I).

Tabla I. Imágenes, a nivel macroscópico y microscópico, de gónadas masculinas y femeninas de algunos

Tabla I. Imágenes, a nivel macroscópico y microscópico, de gónadas masculinas y femeninas de algunos ejemplares de salmonete de roca (*M. surmuletus*) y su correlación con el Índice Gonadosomático (IGS).

Código	SEXO	IGS (%)	Imagen MACROSCÓPICA	Imagen MICROSCÓPICA
24-53	MACHO ♂	0,4%		
24-54	MACHO ♂	0,8%		
24-514	HEMBRA ♀	0,6%		
24-510	HEMBRA ♀	0,8%		

A finales de marzo de 2025 se recogieron en el tanque de reproductores del CETGA los primeros huevos fecundados de salmonete de roca del proyecto SALROC por lo que se realizó un estudio preliminar sobre incubación y cultivo larvario de esta especie. De acuerdo con los datos e imágenes presentadas en el trabajo de Fernández et al. (2025b), los huevos (Figura 3a y Figura 3b) presentaban una única gota de grasa y su diámetro medio era 873,3 µm. A través del código QR se puede acceder a un video donde se puede apreciar el latido del corazón de un embrión en el interior de un huevo. Tras unos 4 días de incubación a 15°C eclosionaron las primeras larvas. Las larvas recién eclosionadas (0 DPH, Days Post-Hatching) midieron de media 3,0 mm y presentaban una gota de grasa en posición apical, en la parte anterior del vitelo (Figura 3c). El cultivo larvario de mayor duración se mantuvo durante tres semanas, obteniéndose larvas de 21 DPH (Figura 3d).

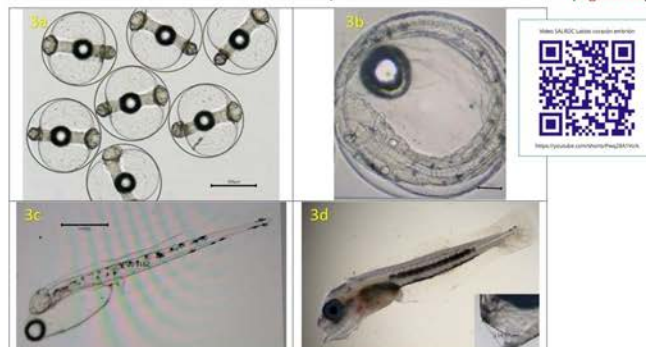


Figura 3: Imágenes del proceso de incubación y desarrollo larvario del salmonete de roca (Fernández et al., 2025b). 3a: Huevos embrionados. 3b: Embrión. 3c: Larva recién eclosionada (0 DPH). 3d: Larva de 21 DPH en la que se pudo medir una Apertura Bucal Vertical (ABV) de 334 µm.

En el trabajo de Fernández et al. (2025b) se indica también que, comparando la morfología de los huevos y de las larvas obtenidas en ese trabajo con imágenes incluidas en experiencias previas de cultivo larvario del salmonete de roca (Suquet y Person-le-Ruyet, 2001) se comprobó que tanto la morfología como las dimensiones de los huevos y de las larvas coincidían con las descripciones previas, lo que sugiere que los huevos y larvas obtenidas en esa experiencia preliminar de cultivo larvario no presentaban malformaciones, al menos aparentes.

CONCLUSIONES:

- Los resultados obtenidos en esta experiencia indican que en las costas de Galicia el IGS de los salmonetes de roca aumenta de forma gradual al menos desde agosto hasta noviembre (lo que coincidiría con un período de gametogénesis) y las primeras puestas anuales pueden producirse ya a finales de marzo.
- Son necesarios estudios adicionales sobre la evolución anual del IGS para comprender con mayor precisión los procesos de maduración sexual y puesta de esta especie.
- Se espera obtener nuevas puestas en el futuro que permitan abordar estudios de optimización de los procesos de incubación y cultivo larvario de esta especie.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo está financiado por la Consellería do Mar (Xunta de Galicia), a través de la acción de adaptación a la cautividad del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) aplicando técnicas de enriquecimiento ambiental. En: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Lastres Couto M.A., González-Henríquez N., Padín X.A. (Eds.). *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 26: 253-262.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Fernández, B., Brianses, M. J., Vázquez, M., Caamaño, R., Cabaleiro, S. y Gabín-Sánchez, C. (2025a). Experiencia de adaptación a la cautividad del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) aplicando técnicas de enriquecimiento ambiental. En: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Lastres Couto M.A., González-Henríquez N., Padín X.A. (Eds.). *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal.* 26: 253-262.

Fernández, B., Vázquez-Ruiz de Ocenda, M., Caamaño, R., Brianses, M. J., Costa, M.L., Cabaleiro, S. y Gabín-Sánchez, C. (2025b). Avances en el cultivo del salmonete de roca (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758): obtención de las primeras larvas. Comunicación científica en formato póster. XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas (ForoAcui2025). O Grove (Pontevedra), 2 y 3 de octubre de 2025.

Suquet, M. y Person-le-Ruyet, J. (2001). Les rougets barbeta (*Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*). Biologie, pêche, marché et potentiel aquacole. Editions Quae, IFREMER, Plouzané (France). 47 p.





Autoría: Gallo, M.; Cerviño-Otero, A.; Veiga-Rúa, S.; Sambade, I.; Nóvoa, S.; Túnez, A.; Peruzza, L.; Bargelloni, L.; Robledo, D.; Martínez, P.

Título: Genomic Insights to boost resilience against acute salinity stress in manila clam and common cockle

Evento: XV International Symposium on Genetics in Aquaculture (ISGA XV)

Lugar: Cádiz (España)

Ano: 2025

Gallo M.^{1,2}, Cerviño-Otero A.³, Veiga-Rúa S.³, Sambade I.⁴, Nóvoa S.⁴, Túnuez A.⁵, Peruzzo L.⁶, Bargelloni L.⁶, Robledo D.^{1,2}, Martínez P.²

¹ Centro de Investigacións Maríneas (CIMA), Consellería do Mar – Xunta de Galicia, Coruña, Pontevedra, Spain
² Department of Zoology, Genetics and Physical Anthropology, Biological Research Center (CIBUS), University of Santiago de Compostela, Spain
³ Department of Zoology, Genetics and Physical Anthropology, Faculty of Veterinary, University of Santiago de Compostela, Lugo, Spain
⁴ Department of Comparative Biomedicine and Food Science, University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italy
⁵ The Roslin Institute and Royal (Dick) School of Veterinary Studies, The University of Edinburgh, Midlothian, United Kingdom

1 - INTRODUCTION

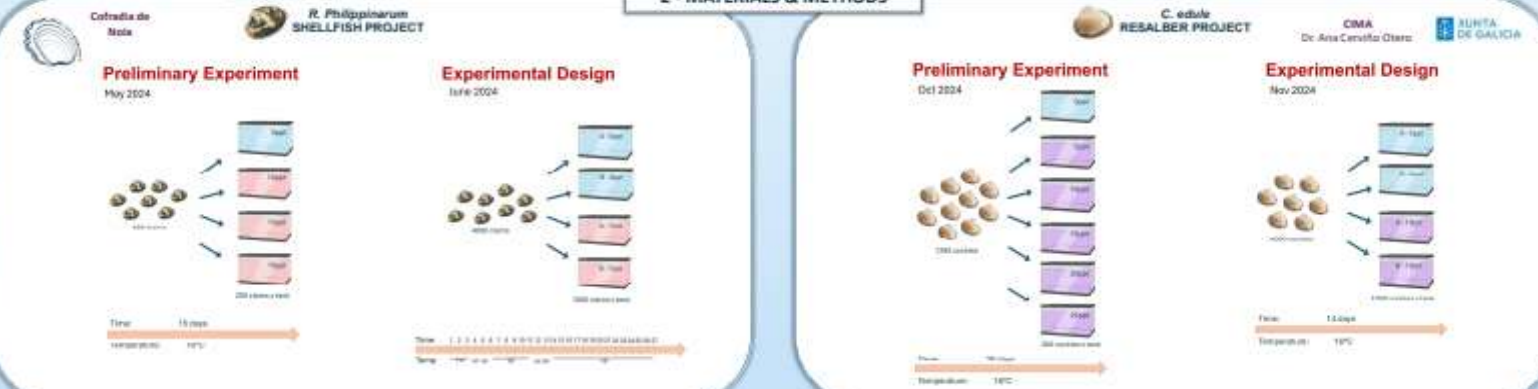
Bivalve aquaculture is a key industry in European coastal areas such as Galicia (north-western Spain), where Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) and common cockle (*Cerastoderma edule*) are very important commercial species, supporting local economies. Climate change is intensifying rainfall events, causing freshwater floods that drastically reduce salinity levels in the Galician estuaries where bivalves are farmed. This acute salinity stress leads to high mortality rates in clams and cockles, threatening production.

AIM - This project aims to enhance the resilience of both species to salinity stress through advanced genomic tools and selective breeding strategies

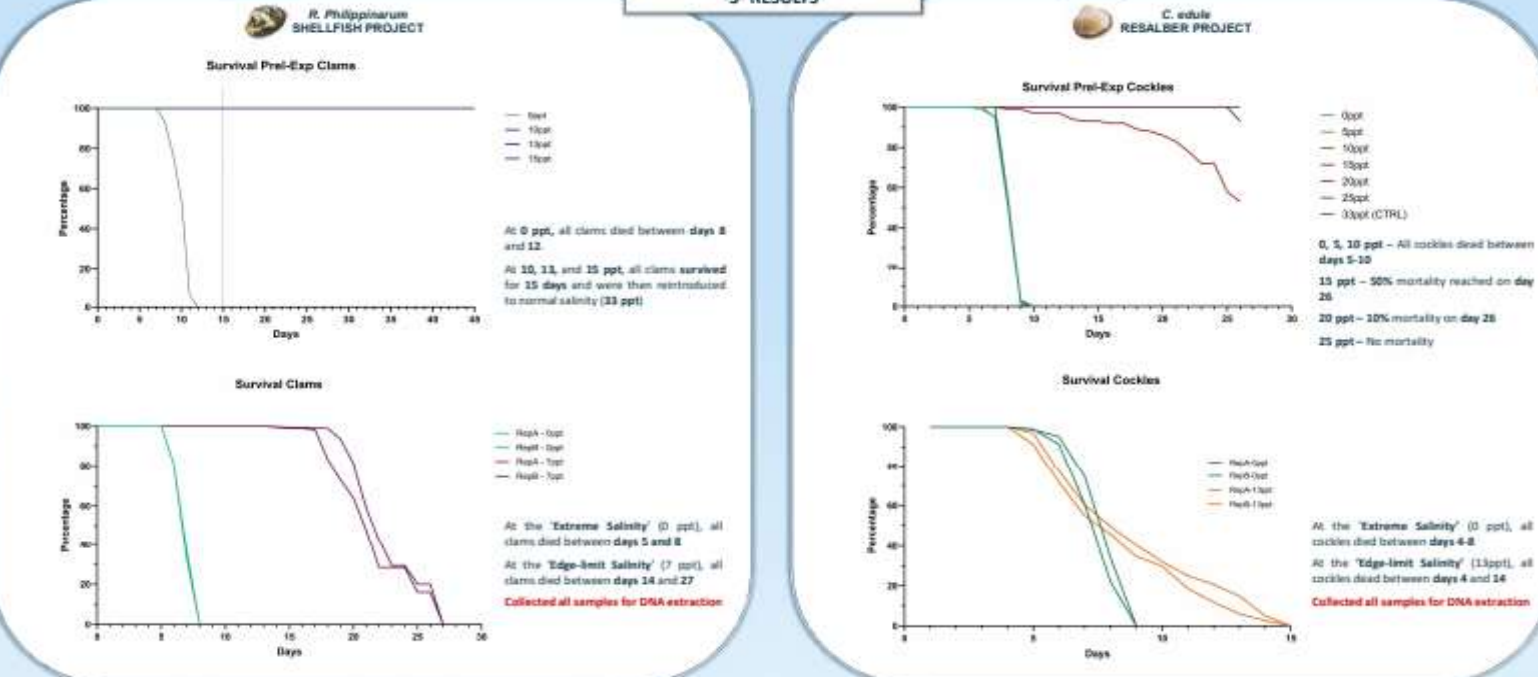
- 1- For Manila clam, we will use a novel multispecies Axiom SNP array (60K) for genotyping 49K SNPs for genome-wide association studies (GWAS), to identify quantitative trait loci (QTL) and candidate genes associated with salinity stress tolerance
- 2- For the common cockle, a 2bRAD genotyping approach will be applied, followed by GWAS evaluation

The outcomes of this research aim to advance climate-resilient aquaculture practices, ensuring the sustainability of Manila clam and common cockle farming under changing climate conditions. Integrating genomic insights with selective breeding, this project offers practical solutions to enhance the productivity and resilience of aquaculture systems

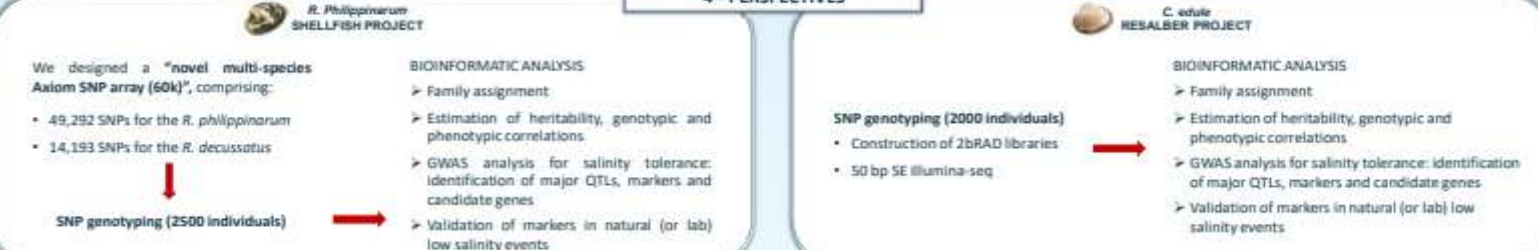
2 - MATERIALS & METHODS



3 - RESULTS



4 - PERSPECTIVES



5 - ACKNOWLEDGEMENTS



Autoría: González-Fontela, A.; Iglesias, D.; Ortega, M.; Pérez, E.; Cerviño-Otero, A.

Título: Feasibility study of a pilot project for flat oyster restoration in Galicia (North-West Spain)

Evento: NORA 6. Native Oyster Restoration Alliance

Lugar: Cartagena - Murcia (España)

Ano: 2025

Feasibility Study of a Pilot Project for Flat Oyster Restoration in Galicia (North-West Spain)

González-Fontela A.¹ *, Iglesias D.¹, Ortega M.¹, Pérez E.² and Cervoño-Otero A.¹

¹ Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (Xunta de Galicia) Pedras de Corón s/n 36620 Vilanova de Arousa, Galicia-Spain. *ana.isabel.gonzalez.fontela@xunta.gal
² Confraría de Pescadores Virxe do Carme de Arcade. Rúa do Peirao s/n 36690 Arcade, Galicia-Spain.



INTRODUCTION

Natural beds of flat oyster (*Ostrea edulis*) began to disappear from Galicia (NW Spain) in the middle of the last century due to overfishing. The spread of bonamiosis further accelerated their decline from the 1980s onwards, and currently, the production of this species is minimal. San Simón inlet, located in the inner area of Ría de Vigo (SW Galicia), was once one of the most productive areas for native oyster harvesting in the region. In 2023, a study was conducted to evaluate the feasibility of developing a pilot project for oyster bed restoration in this area. One of the project's goals was to establish a breeding sanctuary by introducing adult oysters to serve as broodstock. As part of the feasibility study, 1,500 adult oysters –produced at the Galician Aquaculture Training Institute (IGAFA)– were introduced in July 2023 into a longline system with suspended baskets, as an initial trial to assess both survival rates and the effectiveness of the system.

ACTIVITIES AND MAIN RESULTS

The structure used for oyster rearing, consisting of baskets suspended from a longline, proved very easy to handle (Fig. 1). To assess the survival rate of the oysters introduced, four baskets containing 50 oysters each were marked, and a monthly count of live and dead individuals was carried out. The dead oysters were removed and replaced with live specimens taken from neighbouring baskets (Fig. 2). The survival rate of the oysters introduced was 84% after three months; however, in November, mortality reached 100% of the reared individuals (Fig. 3). Due to the heavy and persistent rainfall and the subsequent opening of the reservoirs, there was a drastic drop in water salinity, which caused the death not only of the oysters but also of other molluscs from both the Ría de Vigo and other Galician coastal rías. Nevertheless, some oysters placed in 2019 in old structures located in an area less influenced by fluctuations in the river flow entering the San Simón inlet were only minimally affected, showing a mortality of just over 50%.

Juvenile oyster specimens were also collected from old collectors placed in the area in 2019 to characterise the species using molecular techniques (Fig. 5). Species-specific sequences were amplified by multiplex PCR using three primer pairs designed by Cross et al. (2006). The simultaneous use of these primers in a single PCR reaction enabled the specific amplification of an 800 bp fragment from *Ostrea edulis*, a 400 bp fragment from *Magallana* sp., and a 596 bp fragment from *Ostrea stentina*. It was determined that 100% of the individuals collected from the old collectors belonged to the species *O. stentina* (Fig. 6).



Figure 1.- Broodstock maintaining system



Figure 2.- Sampling of oysters

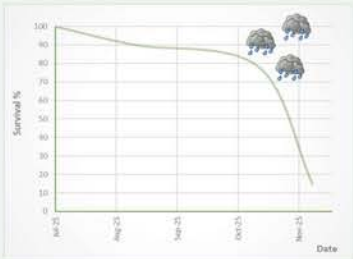


Figure 3.- Survival rate



Fig 4.- Old structure



Figure 5.- Collectors

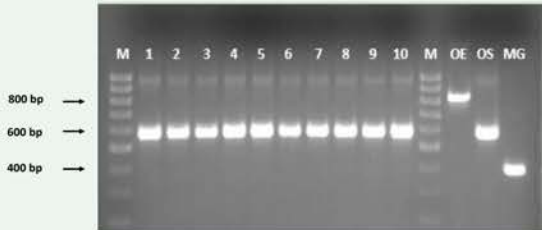


Figure 6.- Amplification of DNA from oysters fixed in San Simón inlet using multiplex PCR. Line M: Molecular weight marker. Lines 1-10: products of sample amplification. Line OE-MG: amplification products of *O. edulis*, *O. stentina* and *Magallana* sp. DNA used as positive controls.

CONCLUSIONS

Our results indicated that the selected system is suitable for implementing a pilot restoration project, but careful site selection will be critical to minimise the risk of future mortality events due to flooding or sudden salinity changes. On the other hand, the presence of *O. stentina* in the collectors indicates that there is an established population of this oyster species in the area. Through the restoration project, we hope to achieve a population of *O. edulis* broodstock adapted to the environment that will enable the recovery of the natural bed in the San Simón inlet.

REFERENCES

Cross, I., Rebordinos, L. e Díaz, E. (2006). Species Identification of Crassostrea and Ostrea Oysters by Polymerase Chain Reaction Amplification of the 5S rRNA Gene. J. AOAC Int. Vol. 89, Nº 1, 144-148.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the technical staff of the CIMA as well as the technical support from the Fishermen Association Virxe do Carme de Arcade for their valuable collaboration in the development of this work. This study was carried out within the framework of the research initiative "Restoration of natural beds of the European flat oyster (*Ostrea edulis*, Linnaeus 1758) in the San Simón inlet (Ría de Vigo). OSTREARES (PR004A 2024/01)". Cofunded by the EMFF in a 70%. Spanish P.O. 2021E514MFPR001 (Priority 1 – OE1.6) – measure1.6.3.). MIB: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro.



Autoría: Cerviño-Otero, A.; Iglesias, D.; Ortega, M.; Cao, A.; Túñez, A.; Nóvoa, S.; Ojea, J.; Villada, A.; Piñeiro, A.M.; Pérez, E.; González-Fontela, A.

Título: Pilot Project for the restoration of flat oyster beds in Galicia (North-West Spain)

Evento: NORA 6. Native Oyster Restoration Alliance

Lugar: Cartagena - Murcia (España)

Ano: 2025

Pilot Project for the Restoration of Native Flat Oyster Beds in Galicia (North-West Spain)

Cerviño-Otero A.^{1*}, Iglesias D.¹, Ortega M.¹, Cao A.¹, Túnuez A.¹, Nóvoa S.¹, Ojea J.¹, Villada A.¹, Piñeiro A.M.¹, Pérez E.² and González-Fontela A.¹

¹Centro de Investigacións Mariñas de Galicia (Xunta de Galicia) Pedras de Corón s/n 36620 Vilanova de Arousa, Galicia-Spain. *ana.cervino.otero@xunta.gal

²Confraría de Pescadores Virxe do Carme de Arcade. Rúa do Peirao s/n 36690 Arcade, Galicia-Spain.



INTRODUCTION

In 2023, a study was carried out to assess the feasibility of developing a pilot project to restore the natural flat oyster beds (*Ostrea edulis*) in the San Simón inlet (inner area of the Ría de Vigo), which was once one of the most productive areas for native oyster harvesting in Galicia. The results were quite promising, leading to the design of a pilot project to be implemented between 2024 and 2026. The ultimate goal is to restore a sustainable oyster fishery in this area and to strengthen the ecosystem services provided by this species. The specific objectives of the project and the first results achieved are presented in this work.

OBJECTIVES

- To increase the population of European flat oyster broodstock in San Simón inlet and study their behavior
- To obtain spat through natural collection and/or induced spawning to augment the stock of individuals
- To develop an epidemiological monitoring program for broodstock and spat
- To involve sector stakeholders in maintenance and cleaning tasks of the oyster maintaining system
- To disseminate the project among shellfishery groups and to participate in scientific meetings for exchanging information

ACTIVITIES AND MAIN RESULTS

One of the project's objectives is to establish a breeding sanctuary by introducing adult oysters as broodstock. In November 2024, 2,500 adult oysters were introduced and after one year, the survival rate of these broodstock was 45% (Fig. 1).

The feasibility study identified high oyster mortality during flooding periods, which was associated with the broodstock holding system's location. Since the system itself was suitable in terms of ease of handling and stock density, a new structure was installed at a different site, farther from the riverbed (Fig. 2). In 2026, oysters will be maintained at both locations, and their performance, along with environmental conditions at each site, will be monitored.



Fig. 2: Location of the old (red) and new structure (blue).

To ensure an adequate supply of seed oysters for reintroduction into the San Simón inlet, regardless of natural recruitment, broodstock were transferred to the hatchery (CIMA-Ribadeo) for controlled seed production. Between June and October, 200,000 hatchery-produced seed oysters ranging from 5 to 10 mm were introduced. The seed was placed in baskets and lanterns suspended from the same structure (Fig. 4). Growth was notable in both systems, with the seed reaching sizes of 20 to 25 mm after one month. Three months post-introduction, some individuals had attained 60 mm, with an average survival rate around 20% (Fig. 5).



Fig. 5: Oyster seed introduced into the system (left), after one month of cultivation (center), and after three months of cultivation (right).



Fig. 1: Broodstock maintaining system (left). Adult oysters introduced in the baskets (right).

In the summer of 2025, juvenile oysters were observed (Fig. 3). Since no individuals of this species were present in the inlet before the project's implementation, the broodstock introduced in November 2024 successfully reproduced, and larvae settled in the bay. The efficacy of spat collectors will be evaluated in 2026.



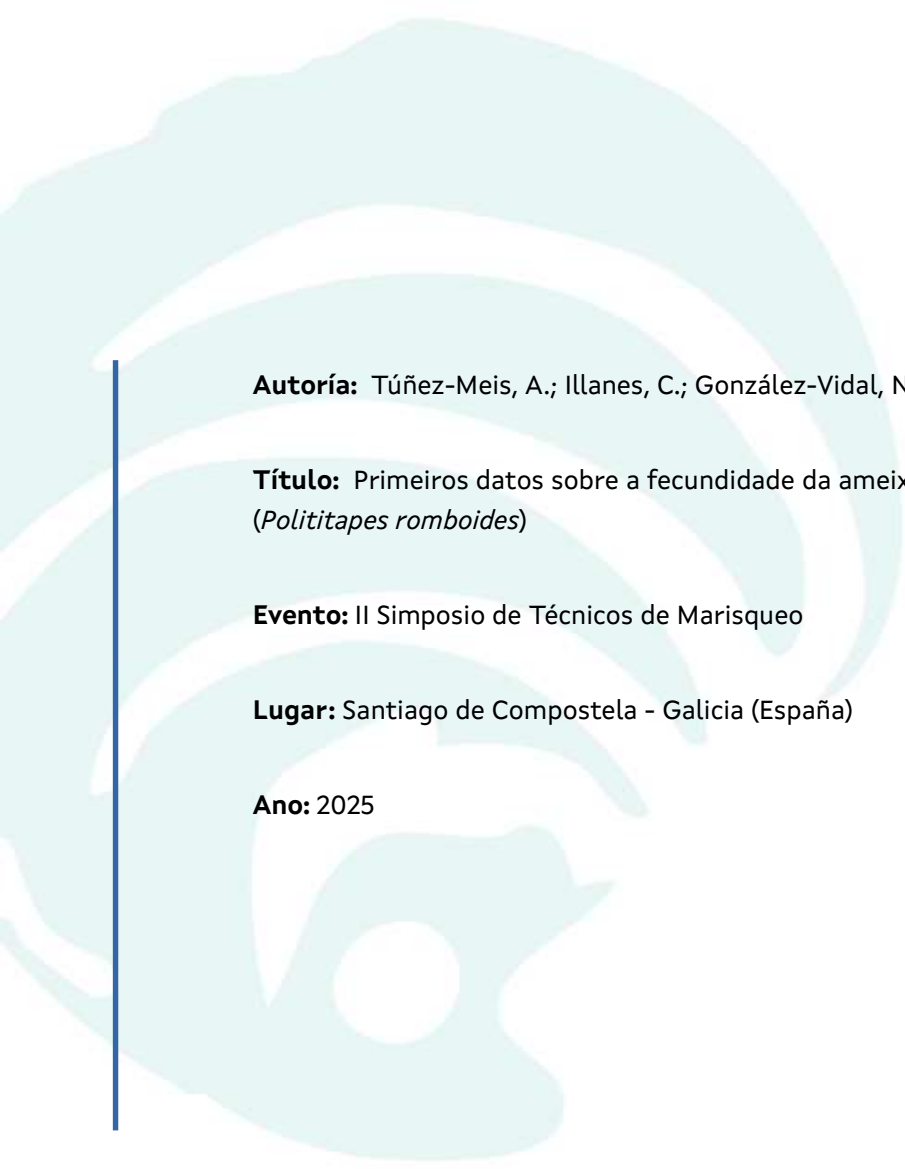
Fig. 3: *Ostrea edulis* spat found in the San Simón inlet in 2025.



Fig. 4: Seed introduced in the baskets (left) and in lanterns (right).

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the technical staff of the CIMA as well as the technical support from the Fishermen Association Virxe do Carme de Arcade for their valuable collaboration in the development of this work. This study was carried out within the framework of the research initiative "Restoration of natural beds of the European flat oyster (*Ostrea edulis*, Linnaeus 1758) in the San Simón inlet (Ría de Vigo). OSTREARES (PR004A 2024/01)". Cofunded by the EMFF in a 70%. Spanish P.O. 2021ES14MFP001 (Priority 1 – OE1.6) – measure 1.6.3.). MIB: Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro



Autoría: Túdez-Meis, A.; Illanes, C.; González-Vidal, N.; Nóvoa, S.; Cerviño-Otero, A.

Título: Primeiros datos sobre a fecundidade da ameixa babosa (*Venerupis corrugata*) e ameixa rubia (*Polititapes rhomboides*)

Evento: II Simposio de Técnicos de Marisqueo

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

Primeiros datos sobre a fecundidade da ameixa babosa (*Venerupis corrugata*) e ameixa rubia (*Polititapes rhomboides*)

Túñez-Meis, A.¹
Illanes, C.²
González-Vidal, N.¹
Nóvoa, S.¹
Cervino-Otero, A.¹

¹ CIMA, Consellería do Mar, Xunta de Galicia
² Universidade da Coruña
ana.cervino.otero@xunta.es

Este traballo presenta os primeiros datos sobre a fecundidade de dúas especies de ameixas de interese comercial: *Venerupis corrugata* (ameixa babosa) e *Polititapes rhomboides* (ameixa rubia). Os resultados obtivéronse mediante inducións controladas con choques térmicos en criadeiro. Observouse que *P. rhomboides* presenta maior fecundidade que *V. corrugata*, tanto no número de oocitos emitidos como no seu tamaño medio. Ademais, na ameixa rubia detectouse unha correlación positiva entre o tamaño do individuo e a cantidade de oocitos emitidos. Estes resultados son preliminares e requiren de estudos complementarios.

Introdución

A bioloxía reprodutiva é unha ferramenta clave para a xestión dos bancos naturais de especies de interese comercial. A fecundidade —entendida como o potencial reprodutivo en relación co tamaño— aínda non foi abordada.

No marco do proxecto ECOSISTÉMICA24, financiado por REDEMAR, desenvólvese un estudo para cubrir este baleiro, cos seguintes obxectivos:

1. Verificar se existe unha correlación entre o tamaño das femias e a cantidade de oocitos emitidos
2. Estudar se existe relación entre o tamaño das femias e o tamaño dos oocitos emitidos
3. Comparar a fecundidade observada entre as distintas especies estudadas

Metodoloxía

Recolléronse sete lotes de ameixa babosa no banco de O Galifeiro e tres de ameixa rubia en O Bohío, cada un de 3 kg. A indución ao desovo realizouse con choques térmicos (22–24 °C e 12–14 °C), combinados coa adición de estímulos (fitoplancóton e esperma). Unha vez que os individuos comezaban a desovar, as ameixas individualizábanse en vasos de 250 ml para poder diferenciar machos de femias (Figura 1).

Os recontos dos oocitos emitidos obtivéronse cun contador de partículas PAMAS™, a medición do seu tamaño mediante un procesador de imaxe Leica™, e as biometrías cun calibre dixital Mitutoyo™. A matriz de datos procesouse mediante R Studio.



Figura 1. Mesa de indución ao desovo con *V. corrugata* e os vasos para individualizar os exemplares que comezaban a desovar

Resultados e discusión

Todas as inducións mostraron resultados positivos. En ambas especies a porcentaxe de individuos desovados foi maior nos machos que nas femias (Táboa 1).

Estudos previos con estas especies indican que o sex-ratio era de 1:1 (Villalba et al., 1993). A diferenza observada neste estudo poderíase deber a unha maior facilidade na indución dos machos.

Unha vez finalizado o proceso de indución, na maior parte das ocasións algunhas das ameixas que non desovaran comezaban a emitir gametos. Os valores que se mostran neste traballo teñen que ser entendidos como valores obtidos durante o proceso de indución e usados para comparar entre si e con outros resultados obtidos con este mesmo método.

Táboa 1. Detalle do resultado das inducións da ameixa babosa (*V. corrugata*) e rubia (*P. rhomboides*) cos datos biométricos asociados.

Especie	Data	Número de individuos		
		Femias	Machos	Non desovados
<i>Venerupis corrugata</i>	15/10/2024	56 (12,08%)	60 (20,13%)	202 (87,79%)
	23/10/2024	45 (17,86%)	41 (16,27%)	166 (85,87%)
	29/10/2024	47 (14,60%)	92 (28,57%)	163 (56,83%)
	06/11/2024	43 (22,51%)	61 (31,94%)	87 (45,55%)
	19/11/2024	44 (13,29%)	57 (17,17%)	231 (89,58%)
	26/11/2024	24 (8,82%)	12 (5,41%)	316 (89,77%)
	22/01/2025	52 (10,03%)	60 (17,41%)	234 (87,63%)
	MEDIA	42 (14,59%)	55 (18,26%)	205 (66,15%)
<i>Polititapes rhomboides</i>	03/12/2024	19 (15,49%)	20 (16,26%)	84 (68,29%)
	11/12/2024	61 (35,67%)	82 (47,95%)	28 (16,37%)
	23/01/2025	64 (32,43%)	93 (35,91%)	86 (31,66%)
	MEDIA	55 (27,85%)	65 (33,57%)	65 (38,78%)

En *V. corrugata* obtívese unha media de 390.553 oocitos emitidos, sendo lixeiramente inferior ao reportado por Cervino-Otero (2011). A pesar de observarse un rango de variación entre as clases de 31–32 mm e 46–47 mm, non existe correlación entre o tamaño dos individuos e o número de oocitos emitidos (Figura 2).

No caso de *P. rhomboides* obtívese unha media de 671.528 oocitos, detectándose unha correlación moderada e positiva entre a lonxitude das ameixas e o número de oocitos emitidos. Os resultados nas femias de maior tamaño son comparables aos doutras especies de venerídeos (Pérez-Camacho et al., 1977 e Helm et al., 2004).

A pesar de que o tamaño do oocito da ameixa rubia (73,74 µm) é superior ao da ameixa babosa (69,90 µm), ambos valores atópanse en rangos similares aos doutras especies de ameixas (Martínez Patiño et al., 2008).

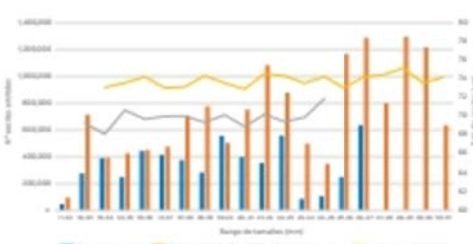


Figura 2. Comparativa entre os oocitos emitidos por *V. corrugata* e *P. rhomboides* e o tamaño dos oocitos con relación ao tamaño dos individuos.

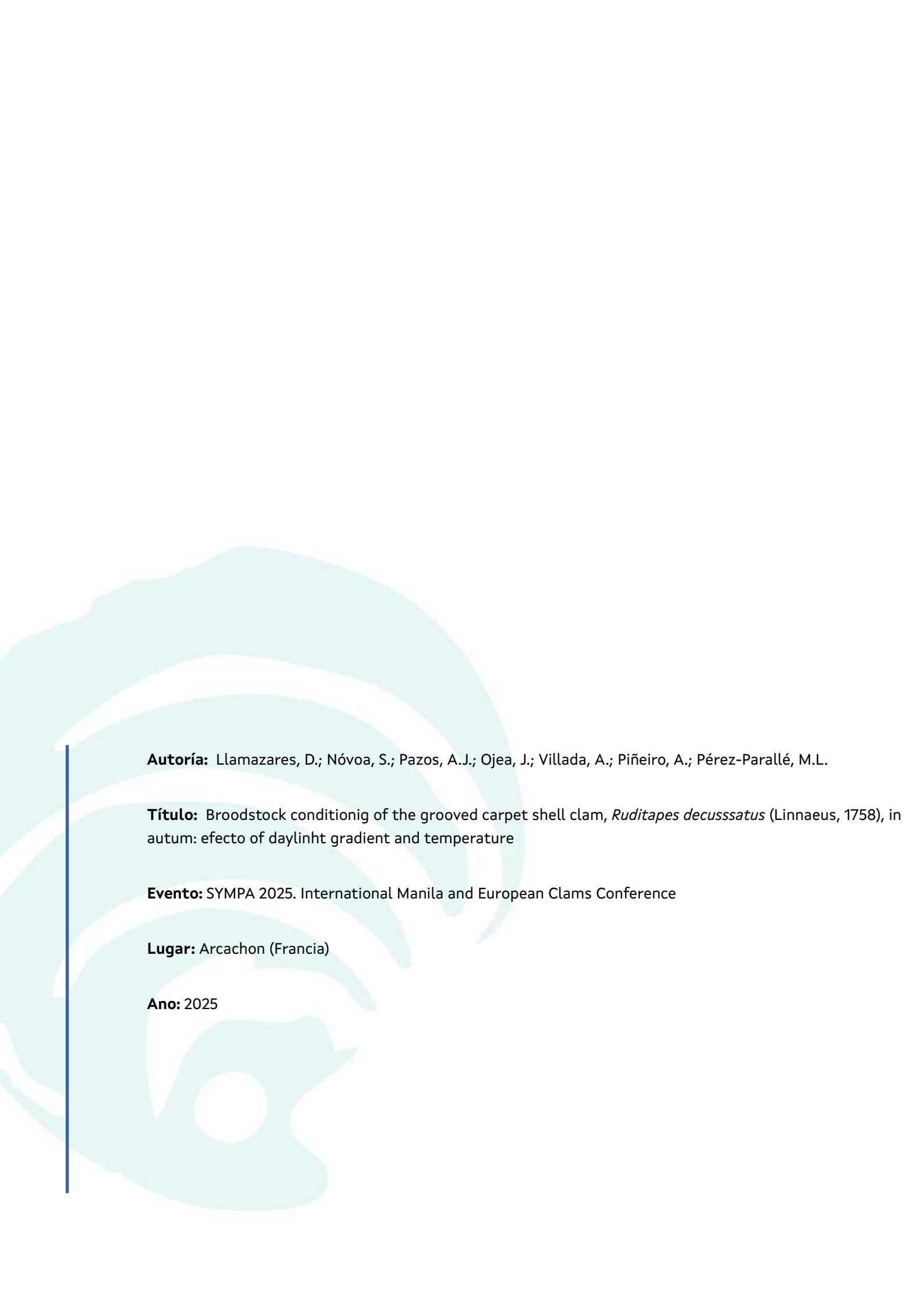
Referencias bibliográficas

- Cervino-Otero A. 2011. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
Helm M.M. et al. 2004. FAO Fisheries Technical Paper, 471.
Martínez Patiño D. et al. 2008. II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura, Cumaná, Venezuela, 629–633.
Pérez Camacho A. et al. 1977. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 235: 215–268.
Villalba A. et al. 1993. Actas IV Congreso Nac. Acuicultura, 341–346.

Agradecementos

A Carlos Mariño e á Confraría de Cambados polo subministro das mostras de ameixa utilizadas neste estudo. Ao persoal do CIMA que colaborou nas inducións e procesamento das mostras. Este estudo foi realizado dentro do proxecto de investigación ECOSISTÉMICA24, financiado polo programa REDEMAR da Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro da Consellería do MAR.





Autoría: Llamazares, D.; Nóvoa, S.; Pazos, A.J.; Ojea, J.; Villada, A.; Piñeiro, A.; Pérez-Parallé, M.L.

Título: Broodstock conditionig of the grooved carpet shell clam, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758), in autum: efecto of daylinht gradient and temperature

Evento: SYMPA 2025. International Manila and European Clams Conference

Lugar: Arcachon (Francia)

Ano: 2025



Thinking Marine Education in the EU, Beyond France

Broodstock conditioning of the grooved carpet shell clam, *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758), in autumn: effect of daylight gradient and temperature

Diana Llamazares¹, Susana Nóvoa², Antonio J. Pazos¹, Justa Ojea², Antía Villada², Ana Piñeiro² and M. Luz Pérez-Parallé¹

¹ University of Santiago de Compostela (IARCUS) – Spain

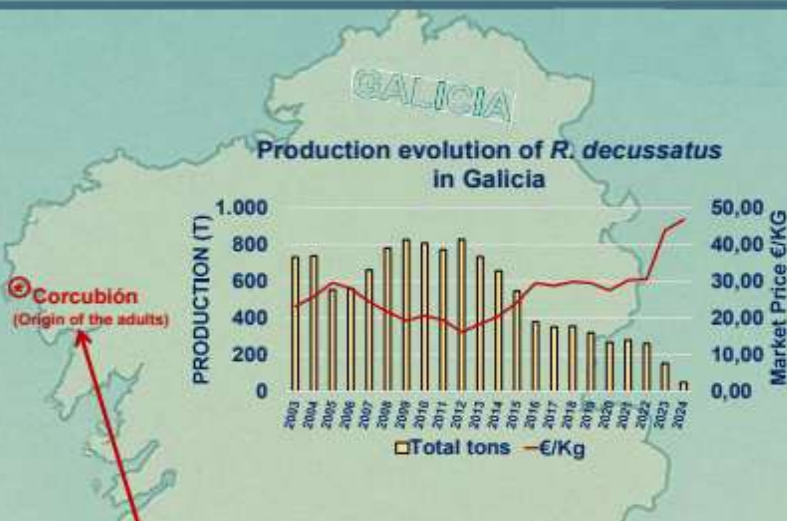
² Centro de Investigacións Mariñas (CIMA-Xunta de Galicia) – Spain

Contact: luz.perez-paralle@usc.es



INTRODUCTION

The production of the European clam *Ruditapes decussatus* (grooved carpet shell clam) has drastically decreased in the past years. The production of spat in hatcheries has become highly important. One of the bottlenecks in the production of this species is the conditioning outside the natural reproduction period. Temperature and day light are abiotic factors that seem to affect the gonadal development of different bivalve species.

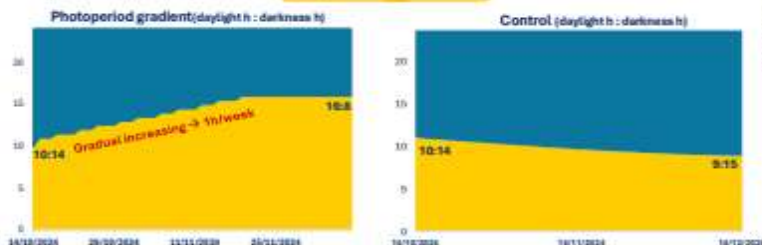


Experiment tanks

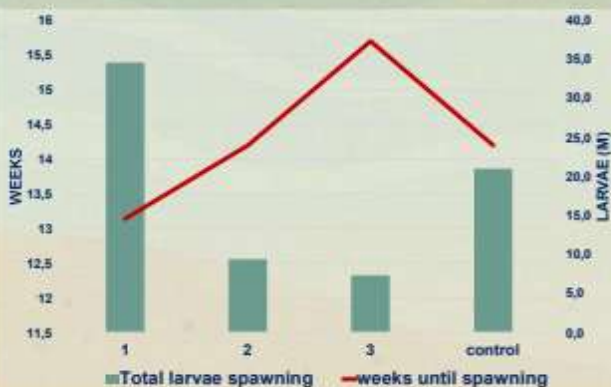
METHODS

- Experiment starts on late October 2024
- 4 tanks (3 Δ photoperiod + 1 control) *
- 100 L marine water (32-35 psu)
- $\approx$ 50 adults (>40mm)/tank, from Corcubión (NW Spain)
- Conditioning Water Temperature: increasing to $18 \pm 1^\circ\text{C}$
- Open Flow and constant aeration
- Feeding: automatic flux of microalgae mix
- Monthly standard histology control
- Spawning by thermic shock induction

* photoperiod cycle:



Control tank



RESULTS

- After 12 weeks, spawning was successful
- All the conditioned clams had spawned by the end of the experiment
- One tank with Δ photoperiod had a spontaneous spawning event (after 15 weeks conditioning)
- Total n° of larvae were 51,333,000 M

CONCLUSION

Increasing photoperiod (in conjunction with an appropriate temperature) was effective to accelerate gonadal development of European clam in hatchery conditions, during autumn, and to obtain larvae outside their natural spawning period.

ACKNOWLEDGMENTS

This study is part of the Marine Basins Program (ThinkingAzul), supported by the Ministry of Science and Innovation and the Xunta de Galicia (Galician Regional Government) with funding from the European Union's NextGenerationEU (PRTR-C17.11) and the European Maritime and Fisheries Fund. D.L. was contracted with FEMP funds within the Marine Sciences Program. This work was financed (in part) through the support program for centers and institutes of consolidated and emerging research from the University of Santiago de Compostela, co-financed by Consellería de Educación, Ciencia, Universidades e Formación Profesional. Special thanks to the staff of the CIMA (Centro de Marine Research) in Ribadeo for their collaboration.



Financiado por
Unión Europea
Fondos FEMP-FEMPA



Consellería de
Educación, Ciencia,
Universidades e
Formación Profesional



Centro de Investigación
Mariñas (CIMA)



Autoría: Llamazares, D.; Oliveira, A.; Nóvoa, S.; Pazos, A.J.; Pérez-Parallé, M.L.

Título: Variación estacional del contenido protéico y glucídico en la gónada de (*Ruditapes decussatus*)

Evento: XII Encontro da mocidade investigadora

Lugar: Santiago de Compostela - Galicia (España)

Ano: 2025

VARIACIÓN ESTACIONAL DEL CONTENIDO PROTEICO Y GLUCÍDICO EN LA GÓNADA DE (*Ruditapes decussatus*)

Diana Llamazares¹, Ana Oliveira¹, Susana Nóvoa², Antonio J. Pazos¹, M. Luz Pérez-Parallé¹

¹Grupo Acuobiomol. Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular. Instituto de Investigación del Medio Marino para una Salud Global (iARCUS). Universidade de Santiago de Compostela. Campus Vida. 15782 Santiago de Compostela. diana.llamazares.oliveras@usc.es

² Centro de Investigacións Mariñas (CIMA). Consellería do Mar. Xunta de Galicia. 36611, Corón.

Introducción

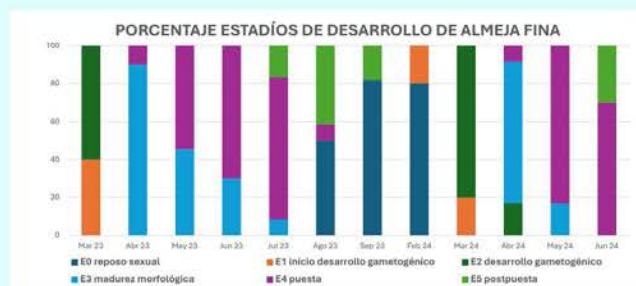
La almeja fina, *Ruditapes decussatus*, L. 1758, es una especie muy apreciada comercialmente. Su desarrollo gonadal está directamente influenciado por la temperatura del agua y la luz, y su período natural de puesta se extiende desde finales de mayo hasta septiembre. En este trabajo se determinó el contenido gonadal de proteínas y glúcidos a lo largo del ciclo gametogénico de ejemplares de almeja fina recogidos en la laguna de Baldaio (N.O. Galicia) y se comparó con los datos publicados hace 20 años (Ojea et al, 2004), como parte del estudio que se está realizando sobre la influencia de los cambios ambientales en el ciclo gametogénico de esta especie de almeja.

Métodos

Entre 5-20 individuos de almeja fina, de talla comercial, fueron recogidos en la zona intermareal de la laguna de Baldaio, con una frecuencia mensual, durante el período de marzo 2023 a junio 2024. En el laboratorio, la gónada fue diseccionada, liofilizada y conservada a -20°C para su posterior uso. Las determinaciones bioquímicas se realizaron por duplicado utilizando 2 mg de tejido. La medición del contenido de proteínas y glúcidos fue realizada mediante el método espectrofotométrico de Lowry y de la antrona, respectivamente.



Localización muestreos
Laguna de Baldaio



Resultados

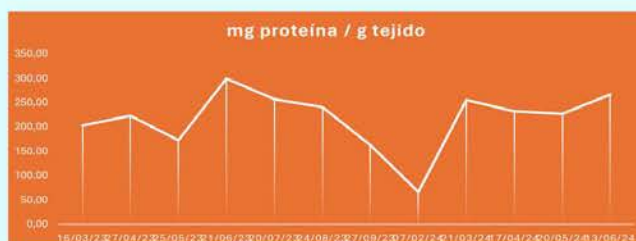
En la representación del ciclo gametogénico, el desarrollo gonadal durante el muestreo presentó un patrón natural para esta especie, con el período de puesta desde mayo a finales de agosto (figura 1).



Reproductores de
almeja fina



La concentración de glúcidos (figura 2) muestra una variación a lo largo del ciclo gametogénico, dándose los valores máximos en los meses de invierno (reposo gonadal) y unos valores mínimos coincidiendo con la madurez gonadal (etapa estival).



La concentración proteica (figura 3) mostró una evolución opuesta, con valores máximos durante la madurez gonadal y mínimos en la etapa de reposo.



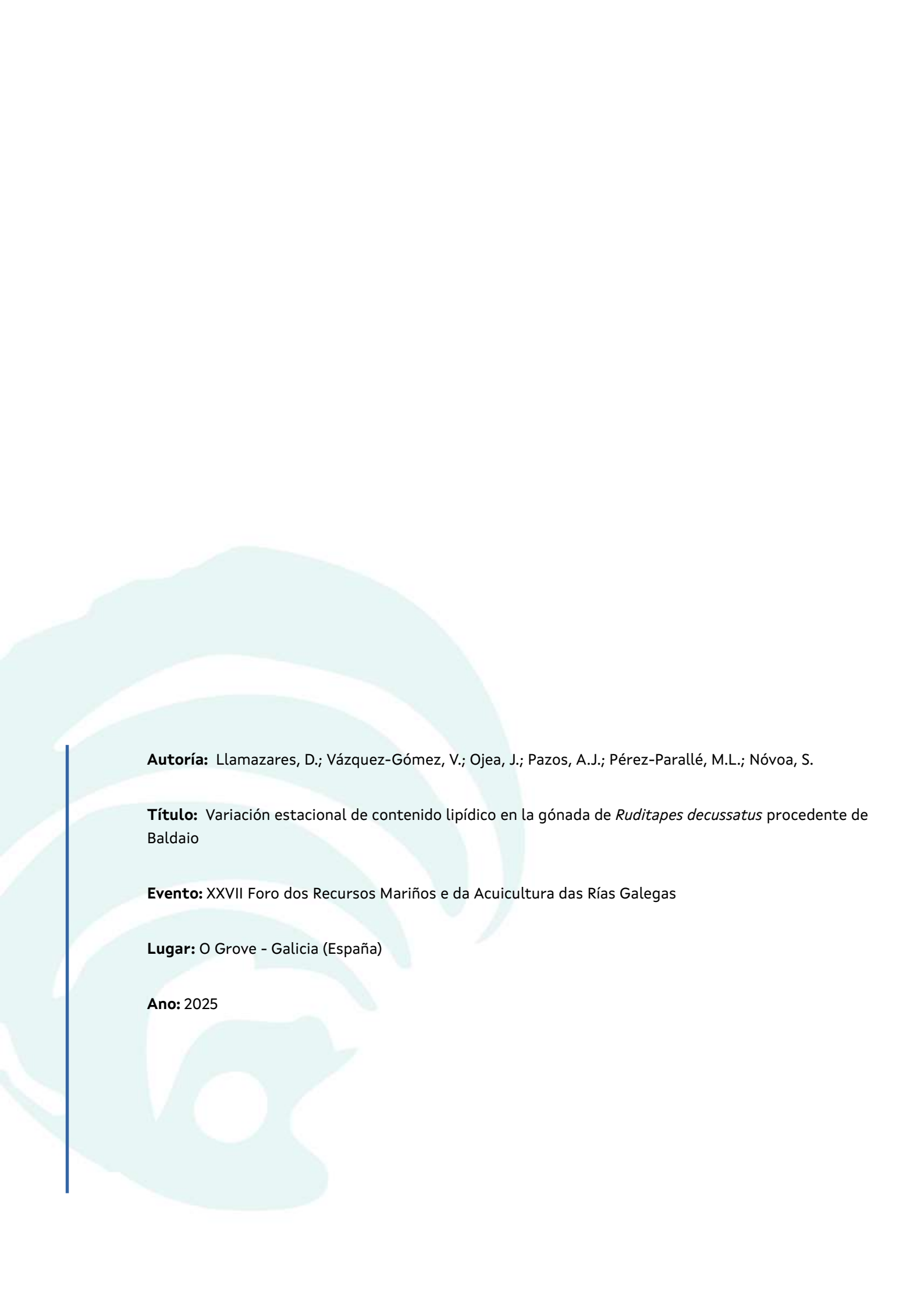
Determinación de Glúcidos
totales

Conclusión

Cuando se compararon estos datos con los resultados obtenidos por Ojea et al. en el período 1998-1999 (Ojea et al., 2004) se observaba una evolución estacional semejante coincidiendo con el ciclo gametogénico, tanto para la concentración de glúcidos como para la de proteínas; con valores máximos o mínimos dependiendo de las distintas etapas de madurez gonadal.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del Programa de Cuencias Marinas (ThinkInAzul) apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Xunta de Galicia con financiación de European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.11) y European Maritime and Fisheries Fund. D.L. está contratada con cargo a fondos FEMP dentro del Programa de Ciencias Marinas. Especial agradecimiento al personal del CIMA de Ribadeo por su colaboración.



Autoría: Llamazares, D.; Vázquez-Gómez, V.; Ojea, J.; Pazos, A.J.; Pérez-Parallé, M.L.; Nóvoa, S.

Título: Variación estacional de contenido lipídico en la gónada de *Ruditapes decussatus* procedente de Baldaio

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

VARIACIÓN ESTACIONAL DEL CONTENIDO LIPÍDICO EN LA GÓNADA DE *Ruditapes decussatus* PROCEDENTE DE LA LAGUNA DE BALDAIO

D. Llamazares¹, V. Vázquez Gómez¹, J. Ojea², A.J. Pazos¹, M.L. Pérez-Parallé¹ y S. Nóvoa²

¹Instituto de investigación del Medio Acuático para una Salud Global (IARCUS) y Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Vida. 15782 Santiago de Compostela. diana.llamazares.oliveras@usc.es

²Centro de Investigaciones Mariñas (CIMA). Consellería do Mar. Xunta de Galicia. 27700 Ribadeo, Lugo.

Introducción

La almeja fina (*Ruditapes decussatus*, L. 1758) de la laguna de Baldaio está sometida a condiciones abióticas especiales debido a su especial dinámica oceánica. En este trabajo se analizaron los cambios en la composición lipídica y en el desarrollo gonadal que ha sufrido la almeja fina a lo largo de varios años.

Métodos

Se realizaron muestreos mensuales de 20 adultos durante un periodo de 18 meses entre los años 2023-2025. Tras su disección, se liofilizó el tejido gonadal y se analizó el contenido lipídico siguiendo el método gravimétrico de Folch et al. (1956) (Fig. 1). Con los datos biométricos se calcularon los diferentes índices de condición. Para el análisis estadístico se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (software IBM SPSS Versión 29.0.2.0.).



Fig. 1: Diferentes pasos del procedimiento de determinación de lípidos totales del tejido gonadal.

Resultados

Fig. 2. Cantidad de lípidos en mg por gramo de tejido gonadal.



Los valores máximos se presentan en los meses de mayo 2023 y julio 2024 seguidos de un descenso durante los meses siguientes; los valores mínimos se localizan en febrero y noviembre a partir de los cuales se produce un aumento paulatino.

Discusión

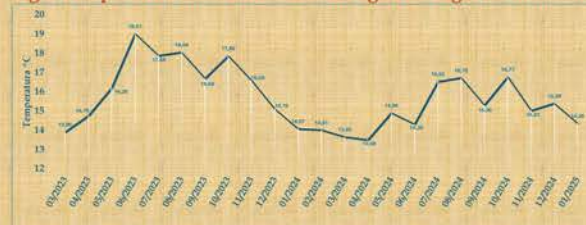
La evolución de la concentración de lípidos del tejido gonadal presenta un patrón similar al del desarrollo gametogénico mostrando una fuerte correlación positiva con el índice de condición gonadal (0,658; $p < 0,05$) (Fig. 3)

Las concentraciones mínimas de lípidos se presentan durante las fases de reposo e inicio de la gametogénesis, coincidiendo con las temperaturas bajas del agua de invierno. Las concentraciones máximas coinciden con el periodo de madurez y puesta durante los meses con temperaturas más altas (junio y julio) (Fig. 4).

Fig.3 Índice de condición gonadal calculado a partir de los datos biométricos de los muestreos



Fig.4 Temperatura media mensual del agua en lugar de muestreo.



Conclusiones

- El contenido lipídico total está relacionado con la fase de desarrollo gonadal de la especie.
- Existe una correlación entre la temperatura del agua y el contenido de lípidos del tejido gonadal.

Agradecimiento especial al personal del CIMA de Ribadeo por su colaboración. Este trabajo está parcialmente financiado por el Programa de Ciencias Marinas de Galicia que forma parte de los Planes Complementarios de Ciencia del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades incluidos en el Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia (PRTR-C17.II). Financiado a través de la Xunta de Galicia con fondos. NextGenerationEU y Fondo Europeo Marítimo, de la Pesca y de la Acuicultura de la Unión Europea. D.L. es contratada predoctoral con cargo al proyecto mencionado.



Autoría: Nóvoa, S.; Cao, A.; Cerviño-Otero, A.; Díaz, S.; Peleteiro, M.; Insua, A.

Título: Puesta a punto de diferentes metodologías para verificar la ploidía en la almeja japonesa *Ruditapes philippinarum*

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Puesta a punto de diferentes metodologías para verificar la ploidía en la almeja japonesa *Ruditapes philippinarum*

Nóvoa, S.¹; Cao, A.¹; Cerviño-Otero, A.¹; Díaz, S.²; Peleteiro, M.³; Insua, A.⁴

¹ Centro de Investigacións Mariñas de Galicia. Consellería do Mar. Xunta de Galicia. Pedras de Corón s/n. 36620. Vilanova de Arousa. Pontevedra. (España). e-mail: susana.novo.vazquez@xunta.gal

² ECOMARE. Centro de Estudos do Ambiente e do Mar. Departamento de Biología. Universidade de Aveiro. Campus Universitario de Santiago. 3810-193 Aveiro. Portugal.

³ CINBIO. Servicio Citometría de Flujo. Universidade de Vigo. Campus Universitario Lagoas Marcosende. 36310. Vigo. España.

⁴ Universidade da Coruña. Grupo NanoToxGen. Departamento de Bioloxía. A Zapateira. 15071 A Coruña. España.

INTRODUCCIÓN

Los temporales y el cambio climático están impactando gravemente en los bancos marisqueros de Galicia, obligando a aplicar medidas de restauración con especies más resistentes, entre ellas, la almeja japonesa, *Ruditapes philippinarum* (A. Adams & Reeve, 1850). La introducción no controlada de triploides, con tres juegos cromosómicos y generalmente estériles, podría comprometer tanto la regeneración natural de los bancos como el suministro de reproductores para los criaderos. Aunque en acuicultura intensiva la triploidía se emplea por sus ventajas productivas, incluyendo crecimiento rápido, ausencia de desove, menor pérdida de calidad en época reproductiva (Piferrer et al., 2009), en acciones de repoblación es imprescindible monitorizar la ploidía para evitar impactos indeseados en la sostenibilidad del recurso.

Existen diferentes métodos para determinar el nivel de ploidía de especies de interés en acuicultura, incluyendo la medida del tamaño nuclear o celular (Child y Watkins, 1994), el recuento de cromosomas (Yang y Guo, 2018), la tinción de nucleolos con nitrato de plata (Kim, et al., 2017), la determinación del contenido de ADN mediante citometría de flujo (Yang y Guo, 2018; Luo et al., 2023), PCR's multiplex de marcadores microsatélites (Kang et al., 2013) y análisis de datos de secuenciación de amplicones de polimorfismos de un sólo nucleótido (SNP) (Delomas, 2019). Todos los métodos tienen ventajas e inconvenientes, requiriendo diferentes niveles de experiencia y medios técnicos.

Dada la importancia que tiene el monitorizar la ploidía de la semilla de almeja japonesa utilizada en la recuperación de los bancos naturales de Galicia, se puso en marcha una Acción de investigación (CONPLOIXA), financiada por la Consellería do Mar, con el objetivo principal de evaluar y optimizar métodos para determinar la ploidía en esta almeja. En este trabajo se presentan los primeros avances realizados para llevar a cabo esta finalidad. Estos se centran en un método citogénico relativamente sencillo, como es el recuento de nucleolos, y otro más complejo como la citometría de flujo. El fin último es optimizarlos y valorarlos para conseguir la caracterización de la ploidía en cualquier estado de desarrollo incluido juveniles utilizados como semilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon: → Adultos y semilla de ~5 mm diploides de *R. philippinarum* (Fig. 1).
→ Individuos adultos triploides y triploides de *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) para facilitar la interpretación de los datos (Fig. 2).

Recuento de nucleolos: preparaciones de nucleos de tejido branquial según Insua (1993) y tinción con nitrato de plata siguiendo Howell y Black (1980) y Gold y Ellison (1982) y las modificaciones introducidas por Insua (1993).

Citometría de flujo: muestras de hemolinfa (2n o 3n) y esperma (n) de ambas especies. Cuantificación de cantidad de ADN marcando células con yoduro de propidio. Análisis en un Citómetro Cytoflex (Fig. 3).



Figura 1. *Ruditapes philippinarum*



Figura 2. *Magallana gigas*



Figura 3. Citómetro Cytoflex (Beckman Coulter) del Servicio de Citometría del CINBIO (Universidade de Vigo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RECuento de NUCLEOS

La tinción de nucleolos con nitrato de plata es un método sencillo de bajo coste aplicado con éxito previamente para determinar la ploidía en peces (Piferrer et al., 2000; Kim et al., 2017). Esta tinción permite visualizar al microscopio óptico los nucleolos de nucleos interfásicos al reaccionar con proteínas argirófilas asociadas a las regiones organizadoras del nucleolo (NORs) con genes ribosomales activos transcripcionalmente (Fakan y Hernández-Verdún, 1986). En especies con un par de NORs, como es el caso de *R. philippinarum* (Insua, 1993; Hurtado et al., 2011) o *M. gigas* (Thiriot e Insua, 1992), existe una relación directa entre el número de NORs y el número de juegos cromosómicos, pero la actividad transcripcional diferencial de las células hace que el número de nucleolos teñidos con plata varíe entre 1 y 2 en individuos diploides y entre 1 y 3 en triploides. Un factor adicional a tener en cuenta es que la precipitación aleatoria de residuos de plata (artefactos) en la preparación puede generar falsos positivos, dificultando la identificación de la ploidía de la muestra.

CITOMETRÍA DE FLUJO

Calcula el contenido de ADN celular midiendo la fluorescencia emitida por el ADN teñido (Allen, 1983). El nivel de fluorescencia se compara con un estándar conocido, midiendo varios miles de células/muestra. Se considera el método de referencia para determinar la ploidía por su rapidez, precisión y análisis de muchas células, pero no está exento de inconvenientes. Requiere muestras de células en suspensión, individualizadas, por lo tanto es un desafío en tejidos sólidos. Necesita una muestra control con ploidía conocida y un equipamiento especializado dotado de personal entrenado. En bivalvos con fecundación externa, como *R. philippinarum* o *M. gigas*, la disponibilidad del control con ploidía conocida no resulta problemática al poder disponer de esperma haploide. Los esfuerzos invertidos en este proyecto se centraron en la toma de muestras y análisis de hemolinfa y esperma de diploides y triploides de *M. gigas* para conseguir una suspensión celular homogénea y limpia. Los resultados obtenidos en *M. gigas* están contribuyendo a la optimización del análisis de hemolinfa y espermatozoides de *R. philippinarum* (Fig. 7), lo cual se espera que conduzca a un protocolo que pueda ser utilizado con tejido branquial y semilla entera.

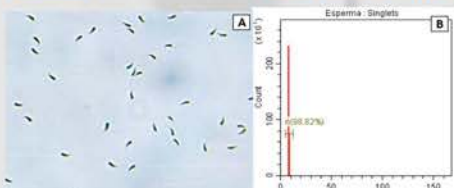


Figura 7. Análisis de esperma de *R. philippinarum* por citometría de flujo. A. Espermatozoides obtenidos de un desove inducido. B. Histograma de la intensidad de fluorescencia del yoduro de propidio (IP) para la dotación haploide (n).

CONCLUSIONES

El recuento de nucleolos teñidos con nitrato de plata puede ser un método adecuado para la detección de la ploidía en *R. philippinarum* en cualquier fase de su ciclo vital y cuando no se dispone de medios técnicos sofisticados ni personal técnico cualificado. La obtención de células individualizadas a partir de branquia y semilla permitirá determinar el nivel de ploidía en estadios avanzados de desarrollo de forma más rápida mediante citometría de flujo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen S.K. 1983. *Aquaculture* 33: 317-328.
-Child A.R., Watkins H.P. 1994. *Aquaculture* 125: 199-204.
-Delomas T.A. 2019. *Molecular ecology resources* 6: 1545-1551.
-Fakan S., Hernández-Verdún D. 1986. *Biology of the Cell* 56: 189-206.
-Gold J.R., Ellison J.R. 1982. *Stain Technology* 58: 51-55.
-Howell W.M., Black D.A. 1980. *Experientia* 36: 1014-1015.
-Hurtado N.S., Pérez-García C., Morán P., et al. 2011. *Aquaculture* 311: 123-128.
-Insua A. 1993. Tesis Doctoral de la Universidade da Coruña.
-Kang J.H., Lim H.J., Kang H.S., et al. 2013. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 7: 916-920.
-Kim H.S., Chung K.H., Son J.H. 2017. *Fisheries and Aquatic Sciences* 1: 1-7.
-Luo X., Che Z., Su C., et al. 2023. *Aquaculture Reports* 33: 101777.
-Piferrer F., Cal R.M., Álvarez-Blázquez B., et al. 2000. *Aquaculture* 188: 79-90.
-Piferrer F., Beaumont A., Falguière J.C., et al. 2009. *Aquaculture* 293: 125-156.
-Thiriot-Quievreux C., Insua A. 1992. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 157: 33-40.
-Yang H., Guo X. 2018. *Aquaculture Research* 49: 449-461.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del CIMA y a la empresa PROAMEIXA por aportar el material biológico imprescindible para este trabajo. Este estudio fue realizado dentro de la Acción de investigación "Seguimiento e control da ploidía na semente de ameixa xaponesa (*Ruditapes philippinarum*)". CIMA 24/12. (CONPLOIXA), financiada por la Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro de la Consellería do Mar.



Autoría: Túñez-Meis, A.; Cerviño-Otero, A.; Nóvoa-Vázquez, S.

Título: Optimización de la producción de microalgas para criaderos de bivalvos: comparación entre fotobiorreactores y sistemas tradicionales

Evento: XXVII Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas

Lugar: O Grove - Galicia (España)

Ano: 2025

Optimización de la producción de microalgas para criaderos de bivalvos: comparación entre fotobiorreactores y sistemas tradicionales

Túñez-Meis, A.; Cerviño-Otero, A.; Nóvoa-Vázquez, S.

Centro de Investigacións Mariñas de Galicia. Consellería do Mar. Xunta de Galicia.
Pedras de Corón s/n. 36620. Vilanova de Arousa. Pontevedra. (España).
e-mail: susana.novo.vazquez@xunta.gal

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la comparación de la producción en 6 bolsas tradicionales de 400L frente a un fotobiorreactor de 5 columnas (400L en total), bajo temperatura y luz controladas. El fotobiorreactor logró mayores concentraciones y productividad en todas las especies cultivadas, con costes anuales similares a las bolsas pero sin generar residuos plásticos. Se concluye que los fotobiorreactores aunque precisan una inversión inicial cara, son una alternativa eficiente y sostenible para la acuicultura, aunque sería recomendable optimizar su diseño para facilitar su manejo y su limpieza.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura crece cada año en Galicia y el cultivo de microalgas es esencial para producir semilla de bivalvos, la base del marisqueo. Mejorar la eficiencia y calidad de este fitoplancton, así como reducir costes y el uso de plásticos, son retos clave para el sector. Los fotobiorreactores permiten producir microalgas de forma controlada y sostenible, siendo una alternativa prometedora frente a los sistemas tradicionales en bolsas. El objetivo principal del proyecto OPTIMICROAL es evaluar el uso de fotobiorreactores para mejorar la producción de microalgas en criaderos de bivalvos, buscando aumentar la productividad, reduciendo el uso de plásticos y costes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Especies de fitoplancton cultivadas para comparar los dos sistemas estudiados:

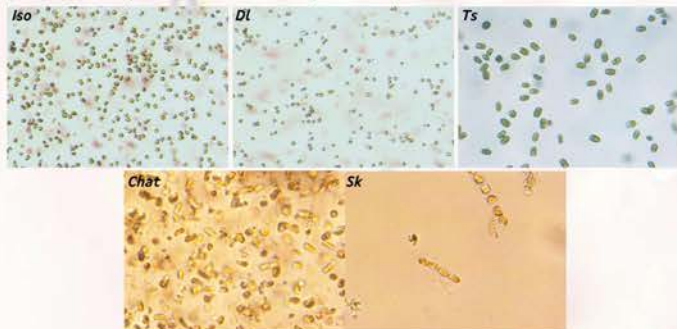


Fig 1: *Isochrysis* sp. (Iso), *Diacronema lutheri* (DL), *Tetraselmis suecica* (Ts), *Chaetoceros* sp. (Chat) y *Skeletonema costatum* (Sk).

Sistemas y condiciones de cultivo:

Tabla 1: Comparativa de los dos sistemas de cultivo ensayados y sus condiciones de cultivo.

FOTOBIORREACTOR (5 COLUMNAS: 400L totales)	BOLSAS (6 unidades de 400L/bolsa)
	
Sistema cultivo: SEMICONTINUO - Cosecha semicontinua manual 10-20L 3 veces/semana - Llenado manual Luz: Inicial Progresiva/Fotoperiodo 18/6 CO ₂ : A demanda por control de pH: 7-8	Sistema cultivo: CONTINUO - Cosecha continua automática ±50L/día - Llenado continuo (goteo automático) Luz: Fotoperiodo 18/6 CO ₂ : NO (sin control de pH)
Temperatura de la sala: Controlada 19±1°C	Temperatura de la sala: Controlada 19±1°C
Esterilización agua: Filtración 0,6 µm+UVA	Esterilización agua: Filtración 0,6 µm+UVA
Aireación: Continua	Aireación: Continua
Inoculación: 2 reactores 6 L/bolsa y columna	Inoculación: 2 reactores 6 L/bolsa y columna
Nutrientes: GOLD MEDIUM. Aqualgae	Nutrientes: GOLD MEDIUM. Aqualgae
Silicatos: Sodio silicato en solución acuosa. Technical, VWR Chem	Silicatos: Sodio silicato en solución acuosa. Technical, VWR Chem

Obtención de datos:

Durante la realización del proyecto se obtuvieron los siguientes datos en los dos sistemas y por cada una de las especies estudiadas:

- Volumen de cosecha diaria (L/día)
- Concentración celular (cél/µl)
- Producción diaria (cel/día)
- Días que tarda desde la inoculación a la cosecha
- Duración del cultivo
- Presencia de *Vibrio* sp.
- Parámetros de cultivo: Tª, Salinidad, pH
- Gasto anual

RESULTADOS

•Concentraciones celulares: el fotobiorreactor superó al sistema de bolsas en todas las especies



Fig 2: Concentraciones celulares (cél/µl) de las especies analizadas y de la mezcla de la cosecha, en los dos sistemas evaluados en el Cima de Corón (fotobiorreactor en semicontinuo y bolsas de 400L en continuo).

•Producción celular diaria: para igualar la del fotobiorreactor haría falta aumentar más o menos en 2 unidades del sistema continuo de 6 bolsas de 400L

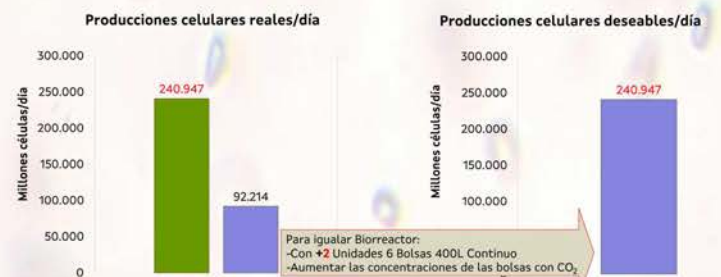


Fig 3: Producciones diarias en millones de células de los dos sistemas (fotobiorreactor en semicontinuo y bolsas de 400L en continuo). A la izquierda producciones reales obtenidas según las concentraciones de la mezcla de la cosecha diaria y el volumen diario producido (L). A la derecha producciones deseables, igualando las máximas del fotobiorreactor.

•Duración del cultivo: similar en ambos (≤ 30 días), con inicio de cosecha en 5-17 días según especie en fotobiorreactor y 12-15 días en bolsas.

•Microbiología: se observó menor incidencia de *Vibrio* sp. en fotobiorreactor, apareciendo sólo de forma esporádica.

•Costes: el gasto anual del fotobiorreactor (625 €) es inferior al de las bolsas (834 €). Sin embargo, su coste inicial es mucho mayor al de las bolsas.

Tabla 2: Gasto anual e inversión inicial de los dos sistemas estudiados.

	FOTOBIORREACTOR (5 columnas: 400L totales)				BOLSAS (6 unidades de 400 L/bolsa)			
	Recipientes	Nutrientes	Silicatos	CO ₂	Recipientes	Nutrientes	Silicatos	CO ₂
Gasto Anual	0€	300€	25€	300€	336€	474€	25€	-
Inversión Inicial	29.000-35.000 €				1.974€			

CONCLUSIONES

En condiciones controladas, los fotobiorreactores son más productivos y sostenibles que las bolsas, con costes anuales competitivos. Los criaderos deberán valorar el posible beneficio de la inversión inicial de los mismos. Por otro lado, a nivel operacional se debería mejorar su diseño para facilitar el manejo rutinario y garantizar una limpieza eficaz.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Cima que colaboró en los cultivos de fitoplancton y en la toma de todos los datos. Este estudio se realizó dentro de la Acción de investigación "Optimización do cultivo de microalgas para criadeiro, mediante fotobiorreactores. OPTIMICROAL (CIMA 23/01)", financiado por la Dirección Xeral de Desenvolvemento Pesqueiro de la Consellería do Mar.

