

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Estado y conservación de la especie en peligro crítico de extinción, *Pinna nobilis*, en el Mar Menor (Murcia)



CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

Autor Principal: **Pilar Martínez Martínez** (Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante)

Otros autores: **Yolanda Fernández Torquemada** (Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante); **Emilio Cortés Melendreras** (Acuario de la Universidad de Murcia); **José Miguel González Correa** (Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante); **Yoana del Pilar Ruso** (Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante); **Andrés Izquierdo Muñoz** (Centro de Investigación Marina de Santa Pola, Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante); **Isabel Abel Abellán** (Centro de Investigación Marina de Santa Pola, Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante); **Jessica Sandonnini** (Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante); **Francisco Alonso Sarría** (Departamento de Geografía, Instituto Universitario del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Murcia); **Francisco Gomariz Castillo** (Departamento de Geografía, Instituto Universitario del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Murcia); **Enrique Reñé Sánchez** (Departamento de Geografía, Instituto Universitario del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Murcia); **Francisca Giménez Casalduero** (Centro de Investigación Marina de Santa Pola, Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, Universidad de Alicante)

CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

RESUMEN

La nacra, *Pinna nobilis*, es un molusco bivalvo endémico del Mediterráneo en peligro crítico de extinción. En 2016 tuvo comienzo un evento de mortalidad masiva de individuos, provocado principalmente por la infección del protozoo *Haplosporidium pinnae*, aunque se han detectado también otros patógenos que en sinergia provocan una muerte acelerada de los individuos. Con mortalidades de casi el 100% por todo el Mediterráneo, las poblaciones supervivientes han sido relegadas a zonas donde se considera que *H. pinnae* tiene poca o nula capacidad de dispersión debido a las condiciones ambientales. En España, el delta del Ebro y la laguna del Mar Menor son las dos últimas zonas con supervivientes. El Mar Menor (Murcia) albergaba en 2014 más de un millón y medio de ejemplares de *P. nobilis*. Desafortunadamente, la laguna ha sufrido un grave deterioro ambiental y diversos episodios de eutrofización que, junto a otras amenazas, han reducido la población a tan solo en torno a mil individuos. La presente comunicación tiene como objetivo la descripción del estado actual de la población de *P. nobilis* en el Mar Menor, a través del monitoreo de los supervivientes. Para ello, se han estudiado las tasas de crecimiento y mortalidad, las condiciones ambientales, la reproducción y las amenazas a las que están sometidos las nacras dentro de la laguna. Los individuos del Mar Menor presentan crecimiento en su concha, aunque las tasas de mortalidad son elevadas y existen ciertas condiciones del sedimento asociadas a la muerte de individuos. Por primera vez en años, se han detectado juveniles en la laguna y, además, se han determinado las zonas más adecuadas para la supervivencia de adultos. Estos datos son de vital importancia para la conservación de *P. nobilis* en el Mar Menor y pueden ayudar en la toma de decisiones para la restauración de las poblaciones.

Palabras clave: *Pinna nobilis*; Mar Menor; mortalidad; amenazas; crecimiento; reproducción

INTRODUCCIÓN

La nacra, *Pinna nobilis*, molusco endémico del mar Mediterráneo, es el bivalvo de mayor tamaño del Mediterráneo y el segundo a escala mundial (Haberle *et al.*, 2020). *P. nobilis* es un organismo sésil, que permanece anclado al sustrato con aproximadamente un tercio de su concha enterrada. Vive principalmente en áreas de fondos blandos cubiertas de praderas de fanerógamas marinas, aunque también se ha detectado en otros tipos de sustratos como los fondos de maërl o en sedimentos finos (arenas y fangos) en ocasiones cubiertos por algas (Guallart y Templado, 2012; Katsanevakis y Thessalou-Legaki, 2009). Este molusco tolera rangos de salinidad y temperatura muy amplios, y se ha observado en profundidades de entre los 0,5 y 60 metros (Coppa *et al.*, 2013; Prado *et al.*, 2021). La presencia de *P. nobilis* en el medio puede modificar las propiedades fisicoquímicas y biológicas de este, aportando una serie de servicios ecosistémicos. Al ser un organismo filtrador, retiene la materia orgánica en suspensión en la columna de agua, con lo que contribuye a la claridad y transparencia del agua (Rabaoui *et al.*, 2015). Además, *P. nobilis* es una especie clave, formadora de hábitat, ya que su concha proporciona un hábitat para muchas especies epibiontes, aumentando así la biodiversidad del medio donde se asienta (Giménez-Romero *et al.*, 2021; Rabaoui *et al.*, 2015).

La nacra se ha visto fuertemente amenazada a lo largo de los años debido a actividades antrópicas como la pesca de arrastre, la pesca y extracción de individuos con fines culinarios, decorativos y ornamentales, el fondeo y anclaje de embarcaciones y la degradación de hábitats, entre otros (Basso *et al.*, 2015). Desafortunadamente, desde 2016 hasta la actualidad, *P. nobilis* se ha visto afectada por un evento de mortandad masiva de individuos que parece estar producido por la cooperación de distintos patógenos. Principalmente el protozoo *Haplosporidium pinnae* y, según algunos autores, el efecto nocivo de esta especie podría acentuarse con la sinergia de bacterias del género *Mycobacterium* (Carella *et al.*, 2019; Catanese *et al.*, 2018) y recientemente se ha detectado un picornavirus que afecta a la hemolinfa y provoca una inmunodepresión grave de los individuos (Carella *et al.*, 2023). Las dramáticas consecuencias de este evento llevaron a *P. nobilis* a ser catalogada como una especie en peligro crítico de extinción (BOE 17/10/2018), con mortalidades de casi el 100% de los individuos por todo el Mediterráneo. Actualmente, las poblaciones supervivientes han sido relegadas a ciertas zonas donde *H. pinnae* está ausente o con poca capacidad de dispersión. En España, solo existen dos zonas reservorio en las cuales, debido a las diferencias de salinidad respecto al Mediterráneo, no se ha dado la entrada de *H. pinnae* o este no es capaz de sobrevivir durante periodos largos de tiempo: el delta del Ebro en Cataluña y a la laguna del Mar Menor en Murcia (Prado *et al.*, 2020).

Concretamente en la laguna del Mar Menor, en 2014 se estimó que existían más de un millón y medio de individuos de nacra, ocupando un 61% de la superficie del fondo (Giménez-Casalduero *et al.*, 2020). Sin embargo, en 2016, de forma paralela al evento de mortandad masiva que estaba comenzando en el Mediterráneo, se produjo una importante reducción de los individuos de *P. nobilis* en la laguna como consecuencia de un fuerte episodio de eutrofización y estrés ambiental (Sandonnini *et al.*, 2021; Giménez-Casalduero *et al.*, 2020). Desde el año 2016 se han producido cuatro fuertes episodios de eutrofización en la laguna debido a la entrada constante de agua con una alta concentración de nutrientes y materia orgánica, principalmente procedentes de la agricultura y aguas residuales (Ruiz *et al.*, 2021). Estos fuertes episodios de eutrofización provocan condiciones de hipoxia e incluso anoxia y euxinia en la columna de agua y en el sedimento debido a la escasez de luz y a la descomposición de materia orgánica en el fondo (Ruiz *et al.*, 2021). En 2017 se estimó que la mortalidad superaba el 90% de individuos, no se encontraron supervivientes por debajo de los 3 metros de profundidad y por encima de los 3

CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

metros la supervivencia fue del 10% (Giménez-Casaldueiro *et al.*, 2020). La población de *P. nobilis* de la laguna ha sido relegada a las cotas más superficiales donde los episodios de eutrofización son menos severos, pero están expuestas a otros peligros como el pisoteo, el anclaje de embarcaciones, el furtivismo o el impacto de redes de pesca. Actualmente se estima que la población se ha reducido a entorno el millar de individuos (Cortés-Melendreras *et al.*, 2022). Por otro lado, las fuertes riadas y entrada de agua con una menor concentración salina a la laguna, provocadas por episodios de tormentas como la DANA de 2019 o durante fuertes temporales, pueden llevar a bajadas puntuales de la salinidad del Mar Menor, permitiendo así la entrada de *H. pinnae*. De hecho, es posible que se diera la entrada del patógeno en 2017 tras un fuerte temporal que causó la entrada de mucha agua en la laguna procedente del Mediterráneo (Cortés-Melendreras *et al.*, 2022) y, algunos individuos dieron positivo en la detección de *H. pinnae* tras una bajada de la salinidad durante meses en 2019 (Nebot-Colomer *et al.*, 2021; Prado *et al.*, 2021). Todo esto deja en evidencia la vulnerabilidad de la población de *P. nobilis* en la laguna, así como la necesidad de conocer y entender los factores que determinan la supervivencia de la especie. Se ha demostrado que, con el cambio climático, la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos es mayor, con lo que episodios como la mencionada DANA podrían darse con mayor frecuencia, aumentando la inestabilidad del Mar Menor y poniendo en riesgo a las poblaciones de *P. nobilis* (Giménez-Romero *et al.*, 2021). Además, el evento de mortalidad producido en el Mediterráneo ha eliminado las poblaciones cercanas a la laguna que servían como una fuente de entrada de larvas.

Ante esta preocupante situación, dentro del proyecto europeo LIFE PINNARCA que tiene como objetivo evitar la extinción de la nacra a través de diversas acciones de conservación y concienciación, la presente comunicación pretende dar a conocer los principales resultados obtenidos respecto al estado de conservación de la población del Mar Menor, a través del seguimiento de la mortalidad y densidad de los individuos, su edad, tallas y crecimiento y el estudio de diversos factores ambientales y amenazas para la especie.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El Mar Menor es una laguna costera hipersalina situada en el sureste de España, dentro de la Región de Murcia (Fig. 1). Su superficie es de aproximadamente 135 km², con una profundidad máxima de 7 metros. La salinidad de sus aguas varía entre 38 y 47 psu, mientras que su temperatura cambia considerablemente según la estación del año, oscilando entre los 10°C en invierno y los 32°C en verano (Conesa y Jiménez-Cárceles, 2007). La laguna está separada del mar Mediterráneo por una barrera de tierra de unos 20 km de longitud, conocida como La Manga, la cual cuenta con varios canales que permiten el intercambio de agua entre ambos cuerpos, siendo los principales las Encañizadas, el Estacio y la Gola de Marchamalo (Fig. 1). Debido a su gran valor ecológico, histórico y paisajístico, el Mar Menor cuenta con múltiples designaciones de protección, tales como el Convenio RAMSAR sobre Humedales de Importancia Internacional, las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo, la Directiva de Aves de la Unión Europea (Directiva 79/409/CEE del Consejo), y su inclusión en la Red Natura 2000 (Conesa y Jiménez-Cárceles, 2007). A pesar de estas medidas, la laguna ha sufrido un notable colapso ambiental, principalmente debido a las condiciones eutróficas que se han agravado desde 2016 (Ruiz *et al.*, 2021).

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

Para el monitoreo de la población de *P. nobilis* de la laguna se han seleccionado tres localidades en la costa este de la laguna (La Manga) en las que existe una gran densidad de individuos: Pueblo Cálido (PC), Pedrucho (P) y Punta Galán (PG) (Fig. 1). En cada zona se ha determinado un polígono de 1 ha en el que se han llevado a cabo todas las acciones de seguimiento. Los tres polígonos presentan condiciones ambientales similares: entre 0,5 y 2,5 metros de profundidad y un fondo cubierto por praderas mixtas de la fanerógama *Cymodocea nodosa* y el alga *Caulerpa prolifera*. Todas las acciones de seguimiento se han realizado enmarcadas dentro del proyecto LIFE PINNARCA en el que participa la Universidad de Alicante, y en colaboración con el Acuario de la Universidad de Murcia, el equipo técnico de TRAGSATEC y el Ministerio de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente (en concreto, la Dirección General del Mar Menor y la Dirección General de Medio Natural).

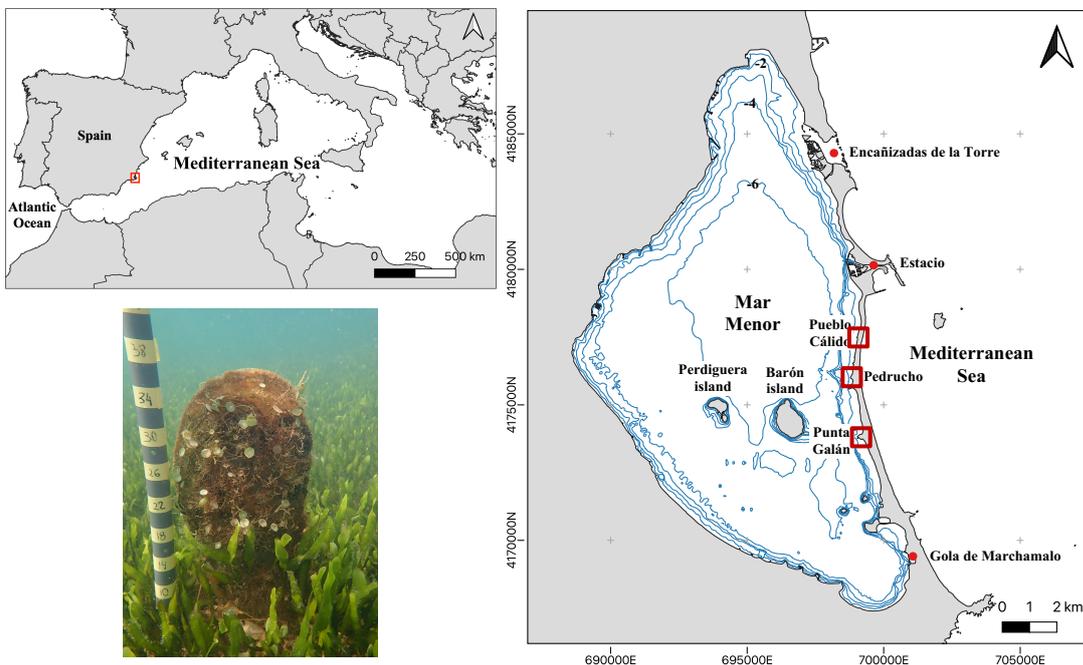


Figura 1. Localización de la laguna del Mar Menor (SE España) y parcelas de muestreo para el monitoreo: Pueblo Cálido (PC), Pedrucho (P) y Punta Galán (PG). Fotografía de un individuo de *P. nobilis* de la laguna.

Seguimiento de la mortalidad y densidad de individuos

El monitoreo de los individuos tuvo comienzo en enero de 2022. Para esta fecha, en cada polígono de 1 ha se contaba con un número concreto de individuos vivos, etiquetados y geoposicionados (43 en PC, 117 en P y 52 en PG). De forma periódica hasta octubre de 2024 se realizaron seguimientos de estos individuos, mediante buceo autónomo o snorkel, yendo a revisar uno por uno el estado de salud de los ejemplares. En el caso de detectar un individuo muerto se trató de concretar la causa de la muerte (condiciones ambientales, impacto de fondeos, etc.). Con estos datos, se ha podido obtener la evolución de la densidad de individuos vivos en cada polígono a lo largo del tiempo y, además, se ha obtenido la tasa de mortalidad representada en el porcentaje de individuos muertos por año.

Estudio de tallas y crecimiento de individuos

Para el estudio de las tallas y el crecimiento de la población se seleccionaron de cada localidad 10 individuos. De estos, se tomaron medidas de la anchura máxima de la concha (AM), la anchura a la altura del sedimento (AB, anchura de base) y la longitud máxima (LM, longitud de la concha hasta el sedimento) (Fig. 2). A través de estas medidas y utilizando la Ecuación 1, se calculó la longitud total de los individuos (LT), entendida como la longitud de la concha sumando la parte enterrada en el sedimento. Posteriormente, a partir de la LT se calculó la edad de los mismos (t), utilizando la Ecuación 2. Las medidas se realizaron periódicamente desde mediados de 2023 hasta octubre de 2024. Con estos datos, se han calculado las tasas de crecimiento de la población (cm/año) en cada una de las localidades, para la anchura y longitud máximas. Además, se han estudiado las posibles diferencias entre las tasas de crecimiento y tallas entre las tres localidades.

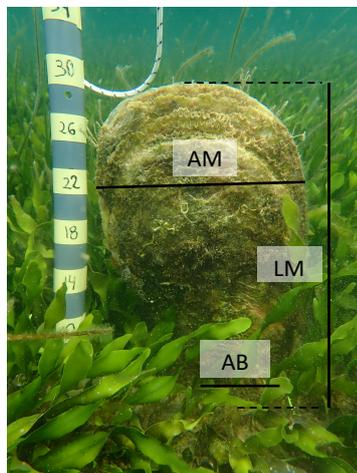


Figura 2. Medidas tomadas para el estudio de las tallas y las tasas de crecimiento. Ancho máximo (AM), anchura de base (AB) y longitud máxima (LM).

$$LT = (1,79 \times AB + 0,7) + LM$$

Ecuación 1 (García-March *et al.*, 2007)

$$LT = 104,3 \times (1 - e^{-0,0526(t-0,714)})$$

Ecuación 2 (Rabaoui *et al.*, 2007)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Seguimiento de la mortalidad y densidad de individuos

La tendencia en la densidad de individuos vivos en las localidades de estudio es negativa (Fig. 3), con una notable reducción en el número de ejemplares vivos, sobre todo en la localidad P, donde la tasa de mortalidad es muy superior al resto de localidades (Cuadro 1). De entre los individuos muertos, un destacable porcentaje de ellos pertenece a individuos que han desaparecido, y otro a individuos encontrados rotos o tumbados debido a impactos de anclas, fondeos, pisoteo, etc. (Cuadro 1, Fig. 4). De gran parte de los individuos muertos no ha sido posible determinar la causa, aunque las condiciones ambientales juegan un papel muy importante en el goteo continuado de muertes de la población. Por otro lado, el gran porcentaje de individuos desaparecidos o muertos por impactos puede resultar desesperanzador. En este sentido, las acciones de difusión y concienciación juegan un papel fundamental. Además, se espera el

CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

balizamiento para la delimitación de zonas de exclusión de fondeo y protección de los individuos de nacra, medida muy necesaria propuesta por la Consejería de Medio Ambiente y el gobierno de la Región de Murcia.

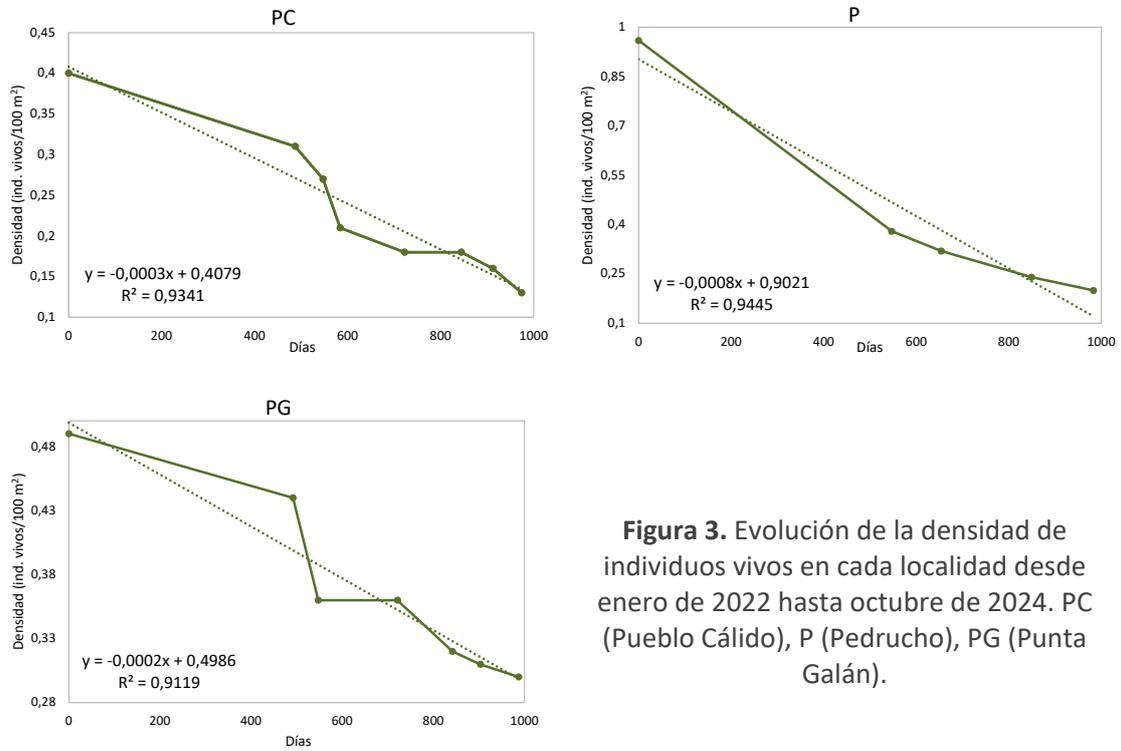


Figura 3. Evolución de la densidad de individuos vivos en cada localidad desde enero de 2022 hasta octubre de 2024. PC (Pueblo Cálido), P (Pedrucho), PG (Punta Galán).

Cuadro 1. Tasas de mortalidad y porcentaje de individuos desaparecidos y rotos obtenidos en función del número de individuos muertos de cada localidad.

Localidad	Tasa mortalidad (%/año)	Desaparecidos (%)	Rotos (%)
PC	49	7	27
P	86	13	13
PG	22	18	36



Figura 4. Fotografías de individuos de *P. nobilis* muertos dentro de los polígonos de monitoreo en el Mar Menor. Individuo tumbado e individuo roto debido al impacto de fondeos.

Estudio de tallas y crecimiento de individuos

En octubre de 2024, el conjunto de individuos estudiados en las tres localidades tiene una AM de entre 14,5 y 19,7 cm, LT entre 40,7 y 59,5 cm y entre 10 y 17 años (Fig. 5). Atendiendo a la distribución de tallas, se observa una AM predominante entre 15,8 y 17,1 cm, mientras que la LT y la edad están repartidos en tres rangos mayoritarios (Fig. 5). No existen diferencias significativas en la AM en función de la localidad, mientras que la LT de los individuos de PG es significativamente mayor, y por lo tanto también su edad (Fig. 6).

Por otro lado, desde mediados de 2023 hasta octubre de 2024 se ha detectado crecimiento tanto en la AM como en la LM de los individuos, con una tasa de crecimiento para la AM de entre 0,2 y 0,8 cm/año y para la LM de entre 1,4 y 2,7 cm/año (Cuadro 2). Cabe destacar que la desviación de ambas tasas de crecimiento es muy elevada (Cuadro 2), indicando que en cada localidad el crecimiento de los individuos presenta grandes diferencias. En cuanto a la comparativa entre localidades, no se han detectado diferencias significativas en ninguna de las tasas de crecimiento.

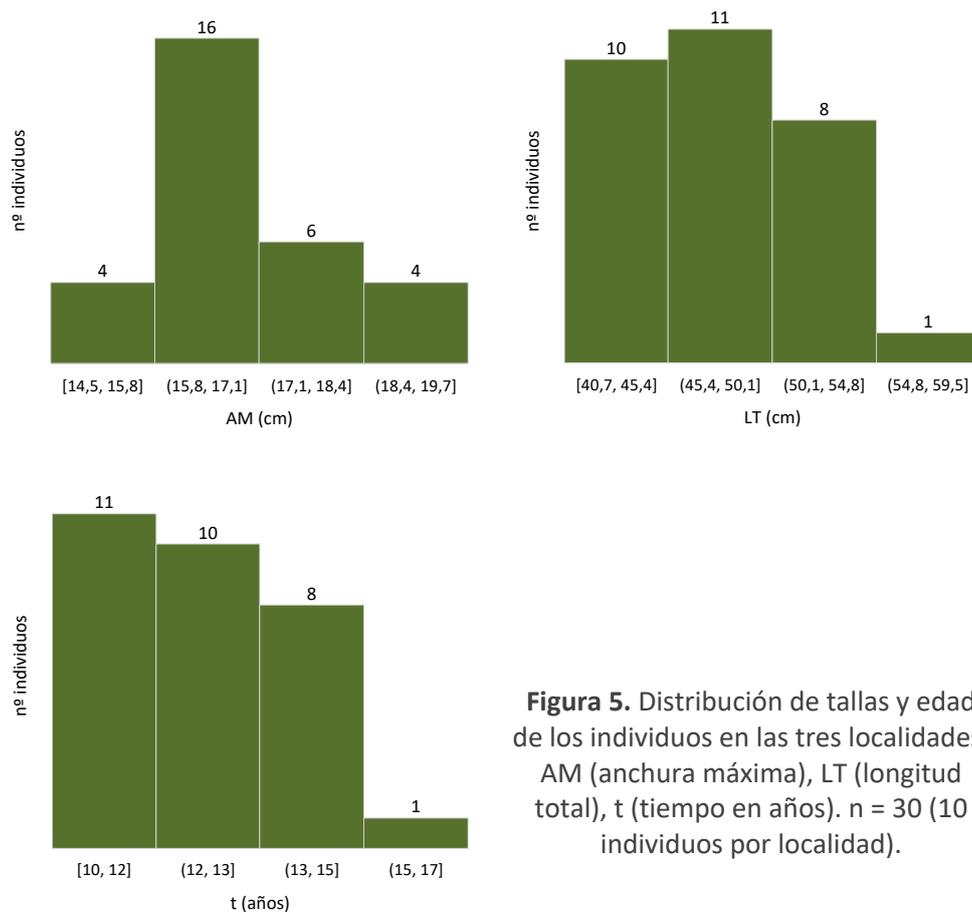


Figura 5. Distribución de tallas y edad de los individuos en las tres localidades. AM (anchura máxima), LT (longitud total), t (tiempo en años). n = 30 (10 individuos por localidad).

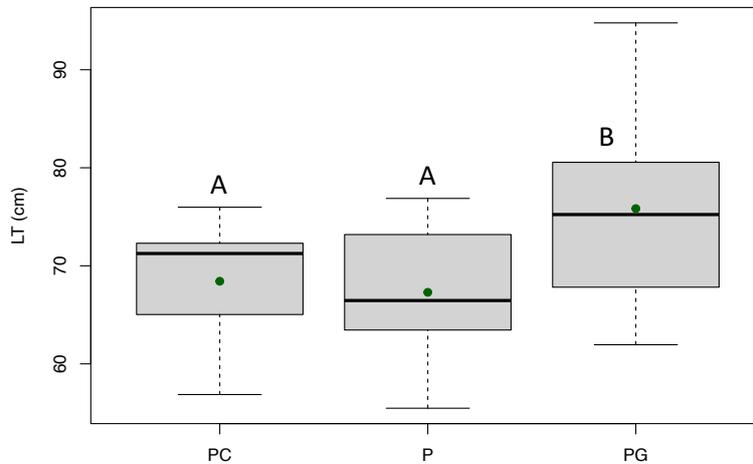


Figura 6. Diagrama de cajas que muestra la media (punto verde) de la longitud total (LT) de los individuos de nautilus en cada localidad. PC (Pueblo Cálido), P (Pedrucho) PG (Punta del Galán). La línea media de la caja representa la mediana, y los límites superior e inferior el rango intercuartil. La línea vertical indica los errores estándar. Letras mayúsculas diferentes son estadísticamente diferentes con p .valor<0,05 (ANOVA, $n=10$).

Cuadro 2. Tasa de crecimiento media para la anchura máxima (AM) y longitud máxima (LT) en cada localidad. PC (Pueblo Cálido), P (Pedrucho), PG (Punta Galán). $n=10$.

Localidad	Tasa crecimiento AM (cm/año)	Tasa crecimiento LM (cm/año)
PC	$0,2 \pm 0,5$	$1,4 \pm 2,2$
P	$0,3 \pm 0,5$	$1,6 \pm 1,4$
PG	$0,8 \pm 1,2$	$2,7 \pm 2,5$

Otros estudios: reproducción, condiciones ambientales y búsqueda de zonas óptimas para la supervivencia

Reproducción

Durante los diversos seguimientos de individuos en las parcelas estudiadas también se ha prestado especial atención a la búsqueda de indicios de reproducción, tales como el desove o la presencia de juveniles. Además, entre mayo y octubre de 2023 y 2024 se colocaron colectores larvarios en las parcelas para el estudio del reclutamiento. Estos consisten en bolsas de red de malla, rellenas de otras redes, con la idea de tener una extensa superficie donde las larvas de *P. nobilis* pueden asentarse. Tras unos meses en el mar, estos colectores se extraen y procesan en búsqueda de juveniles. En ninguna de las localidades se han detectado juveniles asentados en el sedimento (entendidos como individuos de menos de 20 cm de longitud total), ni en los colectores, ni el desove de los adultos existentes. Sin embargo, durante los esfuerzos de búsqueda de individuos nuevos en otras zonas, en junio de 2024 se detectaron 23 juveniles en una localidad nueva, donde actualmente no hay adultos. Este hallazgo supone el primer reclutamiento exitoso de la especie en años. Desafortunadamente, después de verano todos los juveniles habían desaparecido y se han dado por muertos por causas antrópicas (expolio, fondeos, impactos, etc.). A pesar de ello, el hallazgo supone un hilo de esperanza para la

CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

conservación de la especie en la laguna. Ahora se conoce que esta es una zona potencial para el asentamiento de las larvas, provenientes a través de las corrientes y circulación de agua de la laguna de algún núcleo de individuos de La Manga, las islas o un núcleo desconocido. De esta forma, se debe realizar un seguimiento también de esa zona, además de su protección y balizamiento.

Condiciones del hábitat

Durante finales de 2021 y principios de 2022, en el estudio realizado por Martínez-Martínez *et al.* (2024a) se detectó que, tras un episodio de eutrofización durante el verano de 2021 en el que se generaron condiciones anóxicas en distintos puntos de la laguna, en la localidad del Pedrucho, el sedimento adyacente a individuos muertos estaba más perturbado (con un potencial redox más negativo y un mayor porcentaje de materia orgánica). En esta localidad es donde la tasa de mortalidad obtenida es mayor, posiblemente relacionado con las condiciones anóxicas detectadas en el sedimento. Además, se detectó la presencia de una red de anti-medusas colocada justo encima de algunos individuos, provocando la muerte de los mismos ya sea por el impacto o por el estancamiento del agua generando unas mayores condiciones eutróficas. A través de este estudio se relacionó por primera vez la mortalidad de los ejemplares de nacra con las condiciones eutróficas del sedimento.

Búsqueda de zonas óptimas para la supervivencia

Por otro lado, Martínez-Martínez *et al.* (2024b) realizaron una búsqueda de zonas óptimas para la supervivencia de adultos de *P. nobilis* en el Mar Menor. Para ello estudiaron 18 factores determinantes para la nacra en la laguna. Entre estos factores se incluyen parámetros relacionados con los episodios de eutrofización como la distancia a la rambla del Albuñón (rambla por la cual entran la mayor parte de los aportes de materia orgánica y sedimentos a la laguna), la profundidad y el oxígeno disuelto en el agua; factores relacionados con la entrada del patógeno *H. pinnae* como la salinidad y temperatura o la distancia a los canales de conexión con el Mediterráneo; otros factores antrópicos como la distancia a zonas de fondeo, redes de pesca, playas y núcleos urbanos; y condiciones relacionadas con las preferencias ecológicas de *P. nobilis* como el tipo de sustrato. Tras la combinación y ponderación de estos factores obtuvieron una superficie de 307,92 hectáreas (2,28% de la laguna) con más de un 70% de adecuación para la supervivencia de la especie. Las zonas con una mayor adecuación se sitúan principalmente a lo largo de La Manga y las dos islas principales (Perdiguera y Barón), coincidiendo con las zonas donde actualmente hay supervivientes. Estos resultados son de gran utilidad para los futuros esfuerzos de conservación de la especie, tanto para la búsqueda de nuevos ejemplares como para posibles proyectos de reintroducción y traslocación de individuos.

CONCLUSIONES

El monitoreo de tres núcleos de *P. nobilis* en la costa este del Mar Menor ha permitido conocer las tendencias generales de la población desde 2022 hasta 2024. Entre ellas se destaca que:

- La tasa de mortalidad es alta y se ha dado una gran reducción en la densidad de individuos vivos.
- La mortalidad por impactos y furtivismo representa un porcentaje importante.

CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

- En Punta Galán los individuos tienen una longitud y edad mayor y la tasa de mortalidad es menor.
- En el Pedrucho la tasa de mortalidad es mayor y se han asociado condiciones perturbadas del sedimento con la muerte de individuos.
- La población presenta crecimiento en su concha, aunque con muchas variaciones entre individuos.

Además, como parte de otros estudios enmarcados en el proyecto a un nivel más global de la laguna, se ha dado la primera detección de reclutamiento exitoso en años y se han detectado zonas con una gran adecuación para la supervivencia de adultos.

La situación de la nacra en la laguna es muy compleja, con diversas amenazas que actúan a la vez provocando un continuado descenso de la población. Los esfuerzos de seguimiento y monitorización son imperativos para la conservación de la especie. De esta forma, los resultados obtenidos son de gran ayuda para la futura toma de decisiones y redacción de planes de conservación. A su vez, la monitorización debe ir de la mano con la toma de acciones, tales como los mencionados balizamientos y zonas de exclusión de fondeos, con el objetivo de reducir en la medida de lo posible las amenazas detectadas.

BIBLIOGRAFÍA

Basso, L., Hendriks, I., Steckbauer, A. y Duarte, C. (2015). Resistance of juveniles of the Mediterranean pen shell, (*Pinna nobilis*) to hypoxia and interaction with warming. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165, 199-203. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.016>.

Carella, F., Aceto, S., Pollaro, F., Miccio, A., Iaria, C., Carrasco, N., Prado, P. y De Vico, G. (2019). A mycobacterial disease is associated with the silent mass mortality of the pen shell *Pinna nobilis* along the Tyrrhenian coastline of Italy. *Scientific Reports*, 9(1), 2725. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37217-y>.

Carella, F., Prado, P., De Vico, G., Palic, D., Villari, G., Garcia-March, J.R., Tena-Medialdea, J.; Cortés-Melendreras, E.; Giménez-Casalduero, F.; Sigovini, M.; Aceto, S. (2023). A widespread picornavirus affects the haemocytes of the noble pen shell (*Pinna nobilis*) leading to immunosuppression. *Front. Vet. Sci.*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1273521>.

Catanese, G., Grau, A., Valencia, J.M., Garcia-March, J.R., Vázquez-Luis, M., Alvarez, E., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J. y Villalba, A. (2018). *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Invertebrate Pathology*, 157, 9-24. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.07.006>.

Conesa, H.M. y Jiménez-Cárceles, F.J. (2007). The Mar Menor lagoon (SE Spain): A singular natural ecosystem threatened by human activities. *Marine Pollution Bulletin*, 54(7), 839-849. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.007>.

Coppa, S., de Lucia, G.A., Magni, P., Domenici, P., Antognarelli, F., Satta, A. y Cucco, A. (2013). The effect of hydrodynamics on shell orientation and population density of *Pinna nobilis* in the Gulf of Oristano (Sardinia, Italy). *Journal of Sea Research*, 76, 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.09.007>.

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

Cortés-Melendreras, E., Gomariz-Castillo, F., Alonso-Sarría, F., Giménez Martín, F. J., Murcia, J., Canales-Cáceres, R., Ramos Esplá, A.A., Barberá, C. y Giménez-Casalduero, F. (2022). The relict population of *Pinna nobilis* in the Mar Menor is facing an uncertain future. *Marine Pollution Bulletin*, 185, 114376. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114376>.

García-March, J.R., García-Carrascosa, A.M., Peña Cantero, A.L. y Wang, Y.-G. (2007). Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean). *Marine Biology*, 150, 861-871. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0386-1>.

Giménez-Casalduero, F., Gomariz-Castillo, F., Alonso-Sarría, F., Cortés, E., Izquierdo-Muñoz, A. y Ramos-Esplá, A.A. (2020). *Pinna nobilis* in the Mar Menor coastal lagoon: a story of colonization and uncertainty. *Marine Ecology Progress Series*, 652, 77-94. <https://doi.org/10.3354/meps13468>.

Giménez-Romero, À., Grau, A., Hendriks, I.E. y Matias, M.A. (2021). Modelling parasite-produced marine diseases: The case of the mass mortality event of *Pinna nobilis*. *Ecological Modelling*, 459, 109705. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109705>.

Gualart, J. y Templado, J. (2012). *Pinna nobilis*. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 81 pp.

Haberle, I., Marn, N., Geček, S. y Klanjšček, T. (2020). Dynamic energy budget of endemic and critically endangered bivalve *Pinna nobilis*: A mechanistic model for informed conservation. *Ecological Modelling*, 434, 109207. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109207>.

Katsanevakis, S. y Thessalou-Legaki, M. (2009). Spatial distribution, abundance and habitat use of the protected fan mussel *Pinna nobilis* in Souda Bay, Crete. *Aquatic Biology*, 8(1), 45-54. <https://doi.org/10.3354/ab00204>.

Martínez-Martínez, P., Cortés-Melendreras, E., Fernández-Torquemada, Y., Barberá, C., del-Pilar-Ruso, Y., Izquierdo-Muñoz, A., Prado, P. y Giménez-Casalduero, f. (2024a). Assessing habitat microscale conditions underlying with mortality and survival of *Pinna nobilis* in the Mar Menor coastal lagoon (SE Spain). *Journal of Sea Research*, 200, 102518. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102518>.

Martínez-Martínez, P., Alonso-Sarría, F., Gomariz-Castillo, F., Reñé-Sánchez, E., Cortés-Melendreras, E., Fernández-Torquemada, Y. y Giménez-Casalduero, F. (2024b). Looking for the surviving optimal areas for the threatened species *Pinna nobilis* in a highly anthropized coastal lagoon (Mar Menor, SE Spain). *Ocean & Coastal Management*, 255, 107265. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107265>.

Nebot-Colomer, E., Álvarez, E., Belando, M. D., Deudero, S., Catanese, G.G., Bernardeau-Esteller, J., García-Muñoz, R., Ramos-Segura, A., Ruiz, J.M. y Vázquez-Luis, M. (2021). Living under threat: Will one of the last *Pinna nobilis* populations be able to survive? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(1), 1-13. <https://doi.org/10.1002/aqc.3738>.

Prado, P., Andree, K.B., Trigos, S., Carrasco, N., Caiola, N., García-March, J.R., Tena, J., Fernández-Tejedor, M. y Carella, F. (2020). Breeding, planktonic and settlement factors shape recruitment patterns of one of the last remaining major population of *Pinna nobilis* within Spanish waters. *Hydrobiologia*, 847(3), 771-786. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04137-5>.

Prado, P., Grau, A., Catanese, G., Cabanes, P., Carella, F., Fernández-Tejedor, M., Andree, K.B., Añón, T., Hernandis, S., Tena, J. y García-March, J.R. (2021). *Pinna nobilis* in suboptimal environments are more tolerant to disease but more vulnerable to severe weather phenomena.

CONAMA 2024

ESTADO Y CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN, *PINNA NOBILIS*, EN EL MAR MENOR (MURCIA)

Marine Environmental Research, 163, 105220.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105220>.

Rabaoui, L., Belgacem, W., Ben Ismail, D., Mansour, L. y Tlig-Zouari, S. (2015). Engineering effect of *Pinna nobilis* shells on benthic communities. *Oceanologia*, 57(3), 271-279.
<https://doi.org/10.1016/j.oceano.2015.03.002>.

Rabaoui, L., Tlig Zouari, S., Katsanevakis, S., y Ben Hassine, O.K. (2007). Comparison of absolute and relative growth patterns among five *Pinna nobilis* populations along the Tunisian coastline: an information theory approach. *Marine Biology*, 152, 537-548.
<https://doi.org/10.1007/s00227-007-0707-z>.

Ruiz, J. M., Clemente-Navarro, P., Mercado, J.M., Fraile-Nuez, E., Albentosa, M., Marín-Guirao, L. y Santos, J. (2021). *Nuevo evento de mortalidad masiva de organismos marinos en el mar menor: contexto y factores*. Informe de asesoramiento técnico del Instituto Español de Oceanografía (IEO). 44pp.

Sandonnini, J., Del-Pilar-Ruso, Y., Cortés-Melendreras, E., Barberá, C., Hendriks, I. E., Kersting, D. K. y Giménez-Casalduero, F. (2021). The emergent fouling population after severe eutrophication in the Mar Menor coastal lagoon. *Regional Studies in Marine Science*, 44, 101720.
<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101720>.