

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Natalia Barrientos, Raquel Vaquer-Sunyer, Maite Vázquez-Luis, Elvira Álvarez,
Salud Deudero i Iris Hendriks.

Nacra (*Pinna nobilis*)

1. Densitat d'individus (ind./100 m²)
2. Distribució de talles de nacra
3. Edat
4. Demografia de població
5. Taxa d'assentament larvari
6. Nombre de nacres localitzades vives des de l'episodi de mortalitat massiva

La nacra, *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), és el mol·lusc més gran de la Mediterrània, d'on és endèmica (figura 1). Pot arribar a viure 50 anys¹ i fer 120 cm de longitud.² És un animal filtrador que viu fixat al substrat en fons d'arena, detrits i praderies de *Posidonia oceanica* entre els 0,5–60 m de profunditat.^{3, 4}



Figura 1. Imatge de *Pinna nobilis* a la mar Balear. FONT: Maite Vázquez-Luis.

Aquesta espècie afavoreix la biodiversitat a causa de la seva gran mida i el gran nombre d'espècies epífites —tant vegetals com animals— que acull. Addicionalment és una espècie indicadora de la qualitat de l'aigua i de l'estat de conservació de la fanerògama marina *Posidonia oceanica*.⁵⁻⁸

Actualment, aquesta espècie està inclosa en la categoria «en perill d'extinció» del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades.⁹ La principal amenaça que l'ha dut a aquest estat es va produir per la tardor de 2016 a través d'un episodi de mortalitat massiva originat a la conca oest de la Mediterrània.^{10, 11}

QUÈ ÉS?

La nacra (*Pinna nobilis*) és l'espècie de mol·lusc bivalve més gran de la mar Mediterrània. Aquest animal filtrador només es pot trobar en aquesta mar, on viu fixat al substrat durant dècades, i pot assolir una longitud de 120 cm. La seva presència indica una bona qualitat de l'aigua i de la planta marina *Posidonia oceanica*, el seu hàbitat preferent. A més a més, aquesta espècie promou la biodiversitat, ja que la seva gran mida proporciona hàbitat a nombroses espècies.

METODOLOGIA

Es mostra l'evolució dels indicadors de població de la nacra abans de l'episodi de mortaldat (2016). Aquesta informació és essencial per definir les seves característiques ecològiques i intentar detectar supervivents resistent al patògen; es va elaborar mitjançant mostres de camp amb censos submarins visuals en el marc del projecte PINNA «Estat de conservació del bivalve amenaçat *Pinna nobilis* al Parc Nacional de Cabrera» (024/2010).

Adicionalment es mostren dades de la recol·lecció de larves de nacra amb col·lectors instal·lats a zones estratègiques de les Illes. Aquesta informació és necessària per conèixer la seva procedència i derivar les poblacions reproductores.

Finalment, es documenta el nombre de nacres localitzades vives l'any 2020, obtingut amb la col·laboració de la Conselleria de Medi Ambient i Territori (Servei de Protecció d'Espècies), el Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (COB-IEO) i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA UIB-CSIC).

RESULTATS

Abans de l'episodi de mortalitat:

- La majoria de nacres estudiades es trobaven en hàbitats de praderies de *P. oceanica*.
- La densitat de nacres més gran també es va obtenir en hàbitats de praderies de posidònia (densitat mitjana = $5,13 \pm 0,32$ ind./100 m²). La densitat màxima detectada va ser de 37,33 individus/100 m² a Cabrera (cala Santa Maria) a 8 m de fondària. Mentre que la mínima va ser reportada a les Pitiüses, amb 0,83 ind./100 m².
- Entre els 10-20 m de fondària es van trobar les densitats més grans de *P. nobilis*.

PER QUÈ?

L'any 2016 es va detectar un episodi de mortaldat massiva —encara en progrés— de les nacres a la Mediterrània occidental. Aquesta mortalitat la va causar un paràsit (el protozou *Haplosporidium pinnae*) que produeix la mort de la nacra per inanició. Des de llavors es troba en perill d'extinció a nivell internacional (Llista vermella de la IUCN). A l'àmbit nacional, s'ha recatalogat la nacra de «vulnerable» a «en perill d'extinció» i «en situació crítica».

LOCALITZACIÓ



- Cabrera i Menorca presentaven nacres de mida més gran (20-25 cm d'amplada). La talla predominant de les nacres estudiades era de 15-20 cm d'amplada.
- L'edat màxima detectada va ser de 27 anys, localitzada a Cabrera.

Després de l'episodi de mortalitat:

- L'any 2018 els col·lectors larvaris van capturar un recluta de *P. nobilis* a Menorca.
- L'any 2020 s'ha localitzat una desena de nacres vives a la mar Balear.

Nacra (*Pinna nobilis*)



Imatge de *Pinna nobilis* en una praderia de posidònia de la mar Balear. FONT: Maite Vázquez-Luis.

Aquest episodi va acabar amb més del 99 % de les nacres presents a les aigües de la mar Balear i el 90 % de les presents a la costa mediterrània espanyola, a causa de l'arribada d'un protozou (*Haplosporidium pinnæ*) que parasita el teixit digestiu de la nacra, la debilita i li causa la mort per inanició.^{12, 13}

Entre d'altres amenaces secundàries que la van catalogar com a espècie vulnerable al final del segle XX, destaquen la degradació del seu hàbitat, els ancoratges d'embarcacions, la pesca furtiva, la contaminació, la pesca de ròssec i les espècies invasores (com les macroalgues *Lophocladia lallemandii* i *Caulerpa cylindracea*).^{3, 6, 12}

Desafortunadament, la mortalitat s'ha expandit cap a la Mediterrània oriental.¹⁴ Per combatre aquesta situació, actualment hi ha projectes de seguiment d'individus resistents i de monitoratge del reclutament de larves de *P. nobilis*, especialment en àrees marines protegides (AMP), ja que s'ha demostrat que la densitat, talla i creixement en aquestes zones és més gran que en àrees no protegides.^{3, 12, 15}

El Parc Nacional Marítime-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera és una de les zones de la mar Balear que presenten un hàbitat clímax, protegit i que — abans de l'episodi de mortalitat— comptava amb una de les densitats màximes d'aquesta espècie de la Mediterrània, de 37,33 ind./100 m².^{16, 17} Per tant, és una zona on es reubiquen individus de *P. nobilis* quan la seva integritat es troba en risc en l'àrea on es troben.¹² En canvi, si la zona on han estat detectats no presenta amenaces, els individus no es canvien de lloc, però se'n fa monitoratge.

Per assegurar la supervivència de la nacra cal monitoritzar la presència del patògen al medi i les seves vies de dispersió.

Adicionalment, hi ha accions d'avaluació de reclutament larvari,¹⁸ on és important conèixer la connectivitat entre poblacions a través dels corrents oceànics a fi de determinar la procedència de les larves/reclutes i, per tant, identificar poblacions reproductores.¹⁹ Des de l'any 2008 hi ha un programa que avalua anualment l'esdeveniment de reclutament de *P. nobilis* a la mar Balear, que des de la tardor del 2016 té com a objectiu detectar la possible recuperació de poblacions reproductores i l'arribada de larves.^{14, 20}

Finalment, és indispensable detectar supervivents de *P. nobilis*, ja que podrien proporcionar descendència resistent al patògen i revertir l'estat crític de l'espècie.

NORMATIVA

- Ordre del Conseller d'Agricultura i Pesca, del 22 de gener de 1987, en la qual queda prohibida la captura de *P. nobilis* (Article 8) (BOIB núm. 29).
- Annex II del Conveni de Berna.

→ Annex IV de la Directiva Hàbitats (92/43/CEE).

→ Annex II del Conveni de Barcelona (1995).

→ Annex II del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades (categoria: vulnerable)

→ Reial decret 139/2011, de 4 de febrer, per al desenvolupament de la Llista d'espècies silvestres en règim de protecció especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades.

→ Decret 26/2015, de 24 d'abril de 2015, pel qual es regula el marisqueig professional i recreatiu a les Illes Balears i es prohibeix la captura de *P. nobilis* en aquesta Comunitat Autònoma.

→ Ordre TEC/1078/2018, de 28 de setembre, per la qual es declara la situació crítica de diverses espècies, entre elles *Pinna nobilis*, i es declaren d'interès general les obres i projectes encaminats a la recuperació dels seus taxons. Canvi de categoria al catàleg: en perill d'extinció.

→ Llista vermella de la IUCN: en perill d'extinció.⁹

METODOLOGIA

Des de l'any 2007 es fan transectes amb escafandre autònom a praderies de posidònia per tal d'obtenir informació de les poblacions de nacra. Al projecte PINNA (2011-2013) «Estat de conservació del bivalve amenaçat *Pinna nobilis* al Parc Nacional de Cabrera» (024/2010) es van fer mostratges continuats amb parcel·les de seguiment per obtenir informació sistemàtica sobre la seva població. Actualment, es continua fent seguiments poblacionals de *P. nobilis*,¹² que van ser interromputs per l'episodi de mortalitat massiva, però que són necessaris per conèixer els hàbitats on prosperava aquesta espècie.

1. Densitat d'individus (individus/100 m²) (abans de l'episodi de mortalitat)

Mesurada d'acord amb el nombre d'individus vius trobats mitjançant censos visuals en transectes lineals i estandarditzat a individus per 100 m².

2. Distribució de talles de nacra (abans de l'episodi de mortalitat)

Mesura de l'amplada màxima en centímetres de la valva. Per a cada grup de mides cal realitzar una correcció per obtenir nombres fiables, ja que els juvenils són més difícils de distingir entre les fulles de posidònia.²¹ Per tant, és més indicat realitzar els censos d'acord amb l'època de l'any, idealment per tardor-hivern, quan les fulles de les praderies de posidònia són més curtes i això permet detectar els juvenils amb més facilitat.

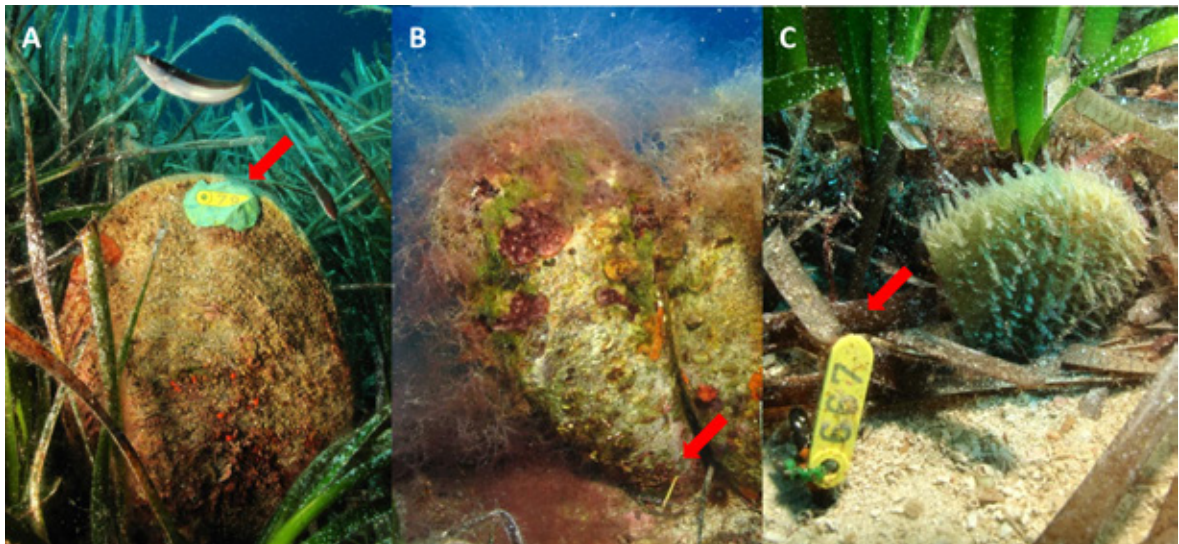


Figura 2. Exemple de tres nacres (A, B y C) marcades utilitzades en el seguiment poblacional. La imatge (C) mostra un individu juvenil. FONT: Maite Vázquez-Luis.

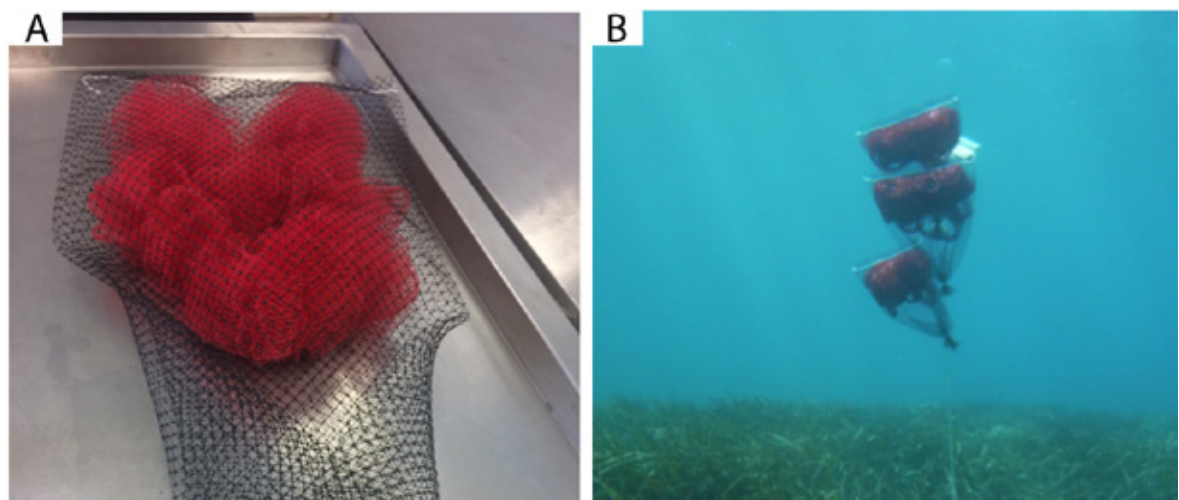


Figura 3. Imatges de col·lectors de larves de nacra fora (A) i dins de l'aigua (B). FONT: Iris Hendriks.

3. Edat (abans de l'episodi de mortalitat)

L'edat es mesura amb el recompte de registres interns de les valves i mitjançant la relació de la taxa de creixement i la mida.²²

4. Demografia de població (abans de l'episodi de mortalitat)

Es van instal·lar 8 parcel·les de 100 m² a 10, 20 i 30 m de fondària, on es van marcar totes les nacres amb sistemes de marcatge no invasiu, i 2 parcel·les de control—fora del Parc Nacional— a Sant Elm, a 10 m de fondària (figura 2). Des de l'any 2011 fins al 2015 es van fer visites anuals a aquestes zones.^{3, 19} A les parcel·les s'avalua la supervivència, les taxes de mortalitat i reclutament, l'estructura de talles i el creixement net de la població.

5. Taxa d'assentament larvari

La instal·lació de col·lectors larvaris serveix per detectar la presència de larves i la seva abundància relativa, i també com a indicador de presència d'exemplars adults vius i reproductors (figura 3).

Des de l'any 2017 s'han instal·lat col·lectors a les zones següents:

L'any 2017

Mallorca: Magaluf, Pollença, Andratx, cala Blava, cala Gat, Formentor, Alcanada.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: Son Saura, Favàritx, la Mola, Illa de l'Aire.

Eivissa: caló de s'Oli.

L'any 2018

Mallorca: Magaluf, Pollença, Andratx, cala Gat.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: Son Saura, la Mola, Illa de l'Aire.

L'any 2019

Mallorca: Magaluf, Pollença, Andratx.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: Son Saura, la Mola, Illa de l'Aire.

L'any 2020

Mallorca: Porto Cristo, cala Tuent, Magaluf, Pollença, cala Gat.

Cabrera: cala Santa Maria.

Menorca: es Grau, cala Fornells.

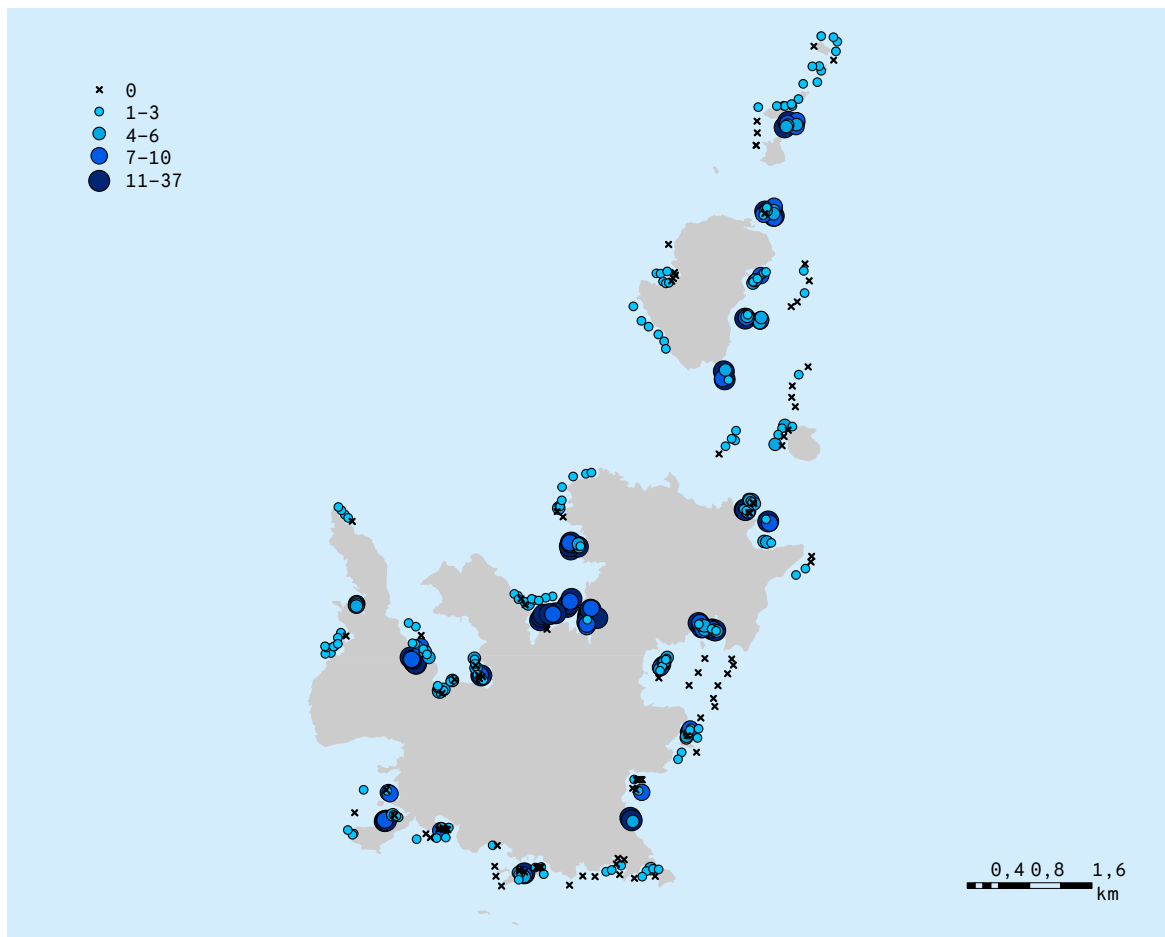


Figura 4. Mapa de Cabrera mostrant la densitat d'individus (en nombre d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. Censos del projecte PINNA. FONT: Vázquez-Luis *et al.*¹⁷, Vázquez-Luis *et al.*¹²

6. Nre. de nacles localitzades vives des de l'episodi de mortalitat massiva

La Conselleria de Medi Ambient i Territori (Servei de Protecció d'Espècies), el Centre Oceanogràfic de Balears de l'Institut Espanyol d'Oceanografia (IEO) i l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, UIB-CSIC) estan col·laborant per localitzar nacles vives. Addicionalment, la plataforma de ciència ciutadana Observadors del Mar (<https://www.observadoresdelmar.es>) disposa del Projecte Nacra, que recull totes les observacions que fan els ciutadans, posteriorment validades per l'equip científic de l'IMEDEA (UIB-CSIC) i COB-IEO que el gestiona.

A zones amb supervivents de *P. nobilis*, en alguns casos els individus es protegeixen amb gàbies que els exclouen de possibles depredadors.

La informació dels indicadors 1-4 s'extreu de Deudero *et al.*⁶ i Vázquez-Luis *et al.*¹² abans de l'episodi de mortalitat, mentre que l'indicador 5 s'extreu de Kersting *et al.*¹⁴ i el 6 s'elabora amb informació proporcionada pel Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient i Territori i els grups d'investigació del COB-IEO i IMEDEA (UIB-CSIC), que col·laboren en la localització i el seguiment de les nacles supervivents.

RESULTATS

1. Densitat d'individus (abans de l'episodi de mortalitat)

Parc Nacional Maritimo-terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera

A les zones de mostratge de l'AMP de Cabrera, abans de l'episodi de mortalitat es van comptabilitzar 1.873 individus entre els 2-46 m de profunditat, dels quals el 15,22 % eren morts.¹² La densitat mitjana era de $3,76 \pm 0,25$ ind./100 m² (figura 3).

Aquest indicador variava segons l'hàbitat. La majoria de nacles es trobaven en praderies de *P. oceanica*, on la densitat mitjana era de $5,13 \pm 0,32$ ind./100 m². Els valors màxims de 37,33 ind./100 m² es van donar a 8 m de fondària a cala Santa Maria. En aquesta mateixa zona, Coll *et al.*²³ —nou anys després de la declaració de Parc Nacional— van censar 3,3 ind./100 m². Això implicava que durant vint anys de protecció de l'AMP de Cabrera la densitat de nacra s'havia multiplicat per onze (37 ind./100 m²).

Les densitats més grans es van registrar a una fondària d'entre 10-20 m, mentre que a profunditats superiors la densitat d'individus de *P. nobilis* disminuïa. Un estudi de model de predicció va demostrar que l'espècie pot viure fins als 50 m de profunditat en aigües del Parc Nacional.²⁴

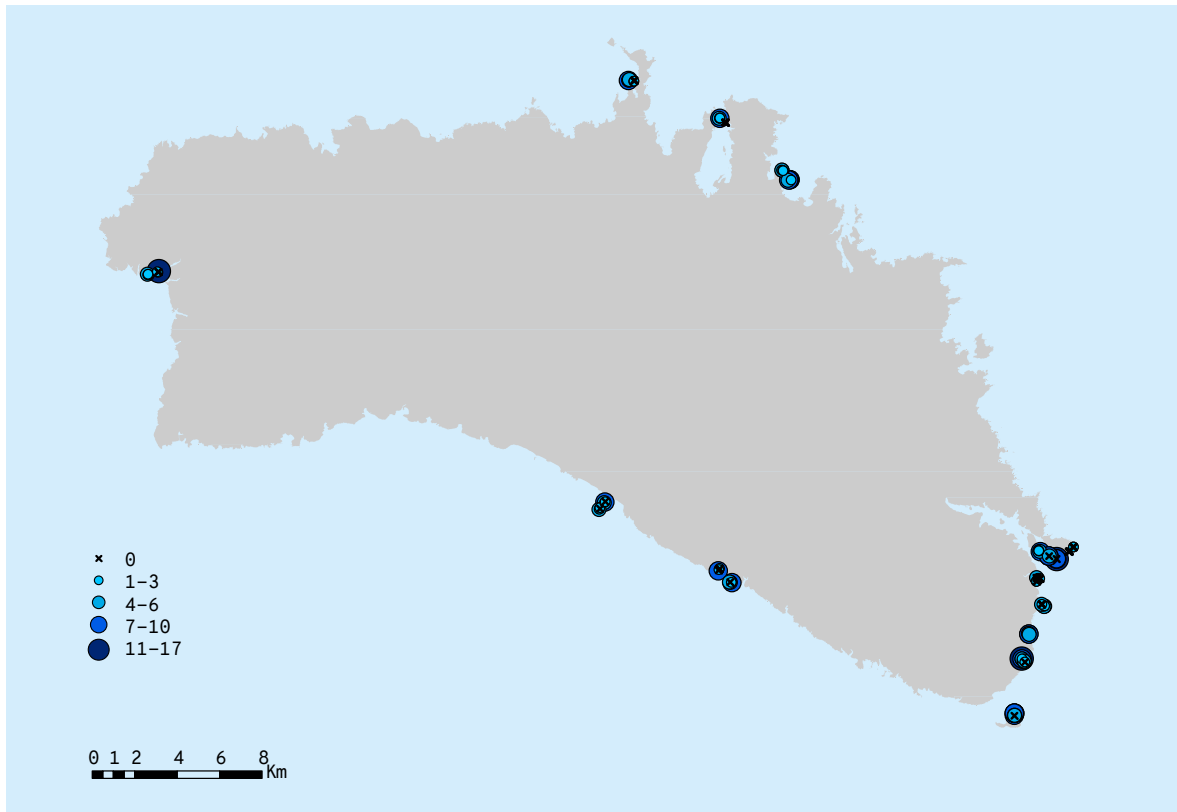


Figura 5. Mapa de Menorca mostrant la densitat d'individus (en nre. d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. FONT: Deudero *et al.*⁶

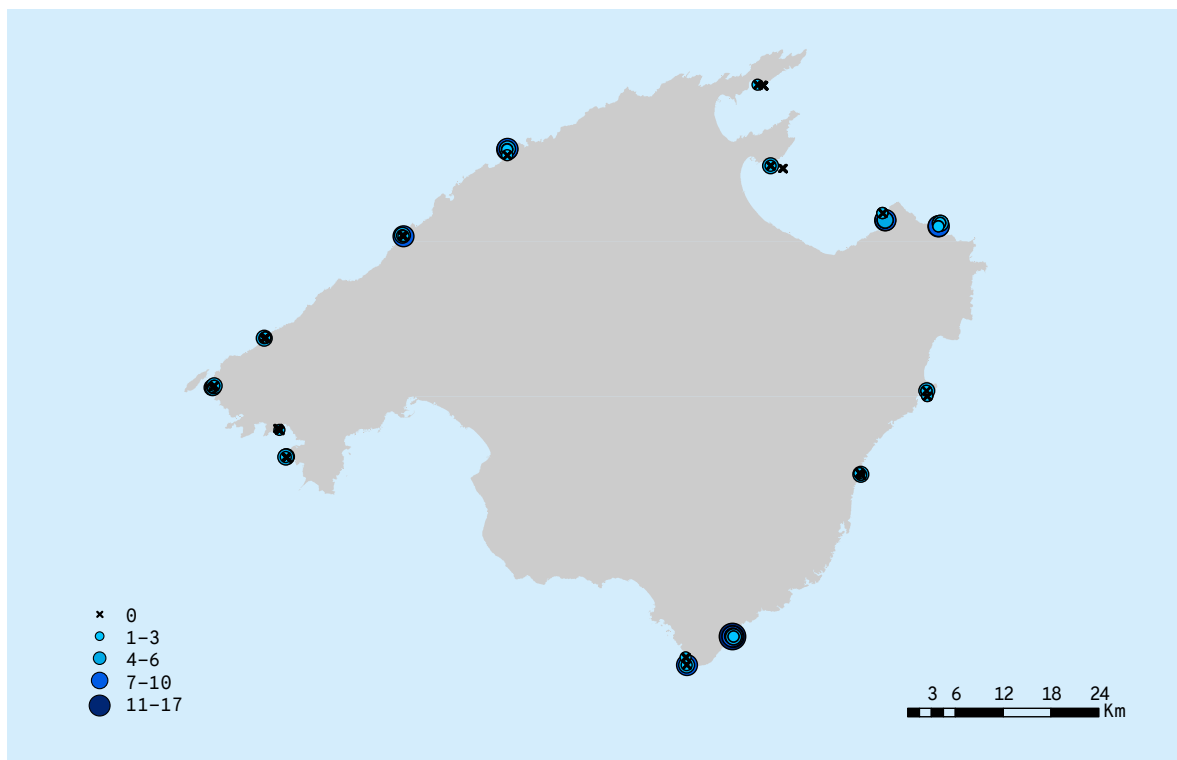


Figura 6. Mapa de Mallorca mostrant la densitat d'individus (en nre. d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. FONT: Deudero *et al.*⁶

Menorca

Abans de l'episodi de mortalitat massiva, a Menorca es van censar 323 individus. Es va localitzar un 13 % d'individus morts. Diverses zones de Menorca (sa Farola, Son Saura, la Mola i Illa de l'Aire) presentaven poblacions de *P. nobilis* en molt bon estat de conservació, on les densitats arribaven als 15 individus/100 m² (figura 5).

Mallorca

A Mallorca es va censar un total de 247 individus abans de l'episodi de mortalitat. Es va localitzar un 15,8 % d'individus morts. Al sud de Mallorca es van assolir els valors més alts de densitat d'individus (11-17 ind./100 m²) (figura 6).

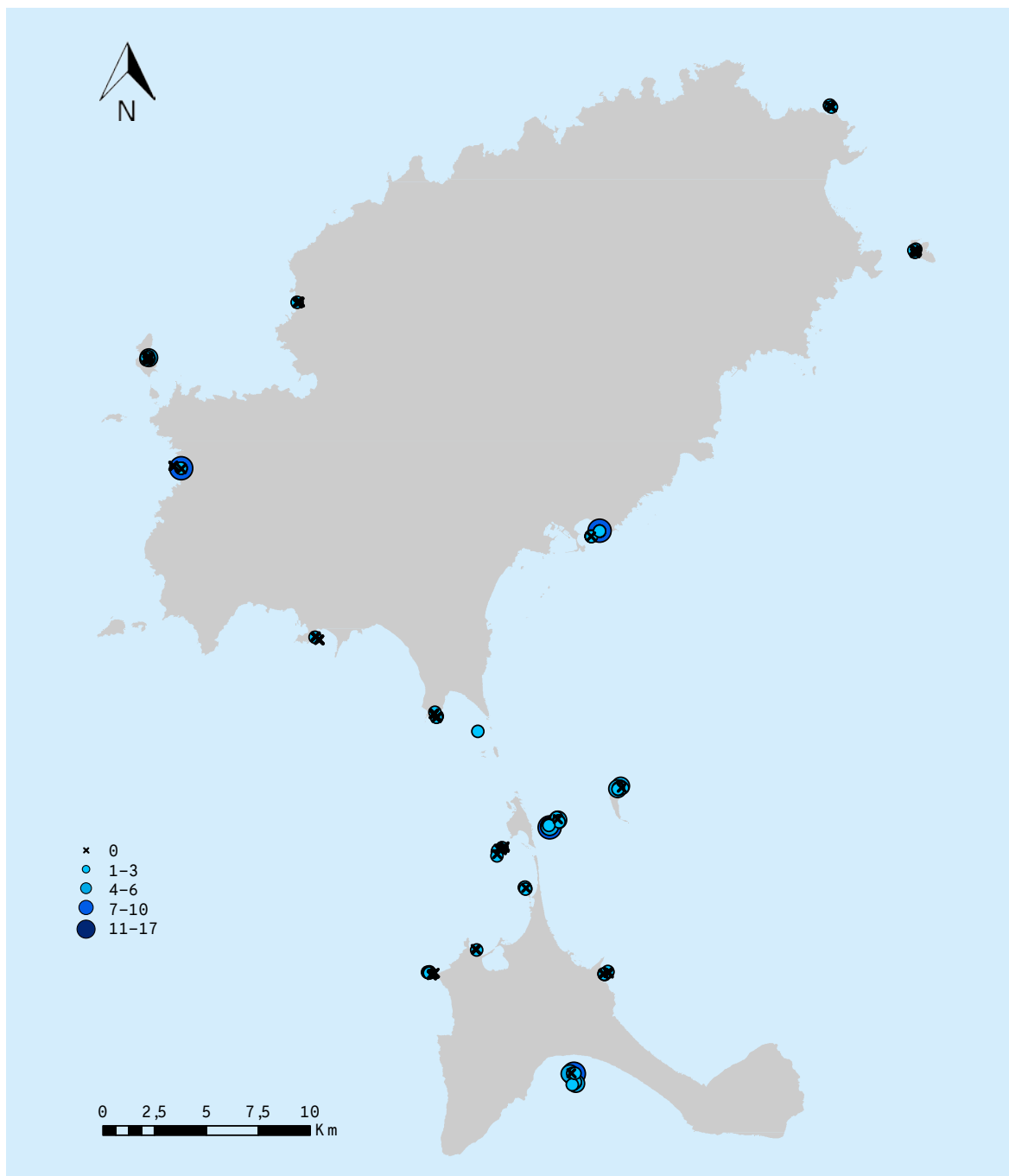


Figura 7. Mapa de les Pitiüses mostrant la densitat d'individus (en nre. d'individus/100 m²) de *Pinna nobilis* abans de l'episodi de mortalitat. FONT: Deudero *et al.*⁶

Pitiüses

Abans de l'episodi de mortalitat es van censar 113 individus a Formentera i 70 a Eivissa. El percentatge d'individus morts va ser del 19,5 % i el 30 %, respectivament. La densitat més petita d'individus de totes les Illes (0,83 ind./100 m²) es va detectar a Eivissa (figura 7).

2. Distribució de talles de nacra (abans de l'episodi de mortalitat)

Al Parc Nacional de Cabrera es van detectar individus de totes les classes de talla, d'entre 2,2 i 30 cm, essent l'amplada predominant 15-20 cm d'individus pertanyents a una població madura i reproductora.²⁵

Les valves de *P. nobilis* més grans es van trobar a Cabrera i Menorca, mentre que les més petites es van observar a Mallorca, Formentera i Eivissa.⁶ En general, a 20 m de fondària es van trobar els individus més grans.⁶

3. Edat (abans de l'episodi de mortalitat)

L'edat màxima de les nacres estudiades a Cabrera va ser de 27 anys. Però en zones més exposades a l'onatge i els corrents, així com zones sense protecció, només s'assoliren els 14 anys d'edat.²⁶

4. Demografia de població (abans de l'episodi de mortalitat)

El seguiment de les parcel·les abans del període de mortalitat, entre els anys 2011-2015, va comp-

tabilitzar 278 individus, dels quals 248 eren al Parc Nacional de Cabrera (156 a 10 m; 68 a 20 m; i 24 a 30 m) i els 30 restants a les parcel·les de Sant Elm (zona de control a 10 m de fondària).

Inicialment, l'any 2011 la supervivència dels individus marcats a Cabrera va ser elevada, del 82,45 % a 10 m; 88,38 % a 20 m; i 96,43 % a 30 m. A la zona de control la supervivència va ser molt inferior, del 38,64 %, ja que és una zona més exposada on les condicions hidrodinàmiques són molt diferents a les de Cabrera.

Les taxes de mortalitat van ser similars a totes les profunditats estudiades del Parc Nacional de Cabrera (10-30 m). No obstant això, la zona de control de Sant Elm duplicava la mortalitat comparada amb la de Cabrera. A zones protegides es va localitzar un 10-17 % dels individus morts, mentre que a zones no protegides va ser un 44-60 %. Cal seguir investigant aquestes variacions, i possiblement podrien estar relacionades amb les diferències hidrodinàmiques d'ambdues zones (un lloc arrecerat vs. un lloc exposat) i no amb el grau de protecció.

Les taxes de reclutament de Sant Elm van duplicar les del Parc Nacional de Cabrera durant tot el seguiment, amb un 30,68 % a 10 m; 23,74 % a 20 m; i 3,57 % a 30 m. A Cabrera van ser estables, mentre que a Sant Elm van superar el 70 % del total d'exemplars censats, la qual cosa va poder resultar en una renovació significativa de la població. Per tant, la zona més exposada experimentava una renovació superior a la de la zona arrecerada, tot i que el creixement net es mantenia a les dues zones.

L'estructura de talles de la població del Parc Nacional de Cabrera mostrava talles d'entre 3,3 i 27,5 cm d'amplada màxima de valva; a cotes més somes predominaven els 15-20 cm d'amplada, i a una profunditat més gran els 20-25 cm. La zona de control, a 10 m de fondària, presentava un rang de talles d'entre 2,4-16,9 cm d'amplada màxima de valva, amb una classe de talla de 10-15 cm.

5. Taxa d'assentament larvari

Els col·lectors larvaris instal·lats després de l'episodi de mortalitat han capturat només un recluta de *P. nobilis* a Menorca.¹⁴ La resta de zones han estat més impactades pel paràsit *H. pinnae* i no s'han trobat reclutes als col·lectores. Cal considerar que, prèviament a l'episodi de mortaldat, es registrava reclutament anual al voltant de les Illes Balears per aquesta espècie.²⁰

6. Nombre de nacres localitzades vives des de l'episodi de mortalitat massiva

Dades des de l'any 2016 mostren que la població de nacra ha sofert un declivi de més del 90 % a l'Estat espanyol i del 99 % a les Balears. Des que

van començar les feines de rastreig i seguiment d'exemplars supervivents —a l'inici de l'episodi de mortalitat massiva—, fins avui s'han monitoritzat prop de 150 exemplars a les cinc comunitats autònomes mediterrànies. La majoria no ha sobreviscut. En l'actualitat (desembre 2020) sobreviuen al voltant d'una vintena d'exemplars a la Mediterrània espanyola, la meitat dels quals són a la mar Balear, repartits entre les diferents Illes. Gràcies a la col·laboració ciutadana cada any es localitzen nous exemplars resistents, la supervivència dels quals serà bàsica per a la recuperació de l'espècie.

Per acabar, un estudi genòmic —publicat l'any 2021— dut a terme en tres exemplars de nacra supervivents evidencia una hibridació entre *P. nobilis* i la nacra de roca *P. rudis*.²⁷ Calen més dades per determinar si aquesta hibridació és un fet aïllat o si, al contrari, forma part d'un procés d'especiació que els proporciona resistència.²⁷

CONCLUSIONS

- El seguiment dels indicadors de *P. nobilis* abans de l'episodi de mortalitat evidencia que la protecció de les aigües de la mar Balear, en concret la figura del Parc Nacional de Cabrera, és un element clau per a la conservació d'aquesta espècie. Això es manifesta especialment en els indicadors de densitat, longevitat i creixement.
- L'episodi de mortalitat massiva de l'any 2016 ha interromput aquest seguiment; malgrat això, aquesta informació és útil per entendre l'hàbitat d'aquesta espècie i les dinàmiques poblacionals en vista a futurs programes de recuperació.

Abans de l'episodi de mortalitat:

- La densitat mitjana de les estacions de Cabrera era de $3,76 \pm 0,25$ ind./100 m². Els valors màxims es van registrar en hàbitats de *P. oceanica* (densitat mitjana = $5,13 \pm 0,32$ ind./100 m²). El valor màxim detectat va ser de 37,33 individus/100 m² a cala Santa Maria, a 8 m de fondària.
- La densitat d'individus a la resta de les illes va mostrar que les Pitiüses presentaven els valors més petits, amb la densitat mínima a Eivissa de 0,83 ind./100 m².
- Les densitats màximes d'individus a la mar Balear es van registrar a fondàries d'entre 10-20 m.
- La talla predominant de les nacres estudiades va ser de 15-20 cm d'amplada, indicant una població reproductora. A fondària inferior predominaven les nacres de 15-20 cm, mentre que a una fondària superior (20 m) les nacres assolien 20-25 cm. Cabrera i Menorca presentaven nacres més grans que les de Mallorca, Formentera i Eivissa.

- L'edat màxima, mostrejada a Cabrera, va ser de 27 anys.
- La supervivència al Parc Nacional de Cabrera va ser del 82,45 % a 10 m; 88,38 % a 20 m; i 96,43 % a 30 m; mentre que a la zona de control (Sant Elm) la supervivència va ser molt inferior, del 38,64 %.
- La taxa de mortalitat es va duplicar a Sant Elm (zona de control exposada) en comparació amb les zones de Cabrera més arrecerades.
- La taxa de reclutament es va duplicar a Sant Elm (zona de control exposada) en comparació amb la zona de Cabrera, d'hidrodinamisme inferior.

Després de l'episodi de mortalitat:

- A Menorca es va obtenir un recluta de *P. nobilis* amb col·lectors larvaris l'any 2018.
- L'any 2020 hi ha una desena de nacres localitzades vives a la mar Balear.

REFERÈNCIES

- ¹ ROUANET, E.; TRIGOS, S.; VICENTE, N. (2015). «From youth to death of old age: the 50-year story of a *Pinna nobilis* fan mussel population at Port-Cros Island (Port-Cros National Park, Provence, Mediterranean Sea)». *Sci Reports Port-Cros Natl Park*, 29, 209-22.
- ² ZAVODNIK, D.; HRS-BRENKO, M.; LEGAC, M. (1991). «Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic sea». A: Boudouresque C. F.; Avon, M.; Gravez, V. (ed.). A: *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie.
- ³ VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2017). «Proposal of action plan for *Pinna nobilis* in the Mediterranean Sea in the frame of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD)». Instituto Español de Oceanografía (IEO); Centre Oceanogràfic de Balears.
- ⁴ KATSANEVAKIS, S.; THESSALOU-LEGAKI, M. (2009). «Spatial distribution, abundance and habitat use of the protected fan mussel *Pinna nobilis* in Souda Bay, Crete». *Aquatic Biology*, 8, 45-54. DOI: 10.3354/ab00204.
- ⁵ HENDRIKS, I. E. *et al.* (2013). «Boat anchoring impacts coastal populations of the pen shell, the largest bivalve in the Mediterranean». *Biological Conservation*, 160, 105-13. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.01.012.
- ⁶ DEUDERO, S.; VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E. (2015). «Human stressors are driving coastal benthic long-lived sessile fan mussel *Pinna nobilis* population structure more than environmental stressors». *PLoS One*, 10(7), -14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134530>.
- ⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2015). «Influence of boat anchoring on *Pinna nobilis*: A field experiment using mimic units». *Marine and Freshwater Research*, 66, 786-94.
- ⁸ ALOMAR, C. *et al.* (2015). «Evaluating stable isotopic signals in bivalve *Pinna nobilis* under different human pressures». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 467, 77-86. DOI: 10.1016/j.jembe.2015.03.006.
- ⁹ KERSTING, D. *et al.* (2019). «*Pinna nobilis*. The IUCN Red List of Threatened Species» [Internet].
- ¹⁰ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2017). «S.O.S. *Pinna nobilis*: A mass mortality event in western Mediterranean Sea». *Front Mar Sci*, 4, 1-6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00220>.
- ¹¹ CABANELLAS-REBORDO, M. *et al.* (2019). «Tracking a mass mortality outbreak of pen shell *Pinna nobilis* populations: A collaborative effort of scientists and citizens». *Scientific Reports*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49808-4>.
- ¹² VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2020). «Històries d'èxit després de 25 anys de protecció: el cas de *Pinna nobilis* i *Pinna rudis*». A: Grau, A. *et al.* *Arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30. ISBN: 978-84-09-23487-5.
- ¹³ CATANESE, G. *et al.* (2018). «*Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea». *J Invertebr Pathol*. 157:9-24. DOI: 10.1016/j.jip.2018.07.006.
- ¹⁴ KERSTING, D. K. *et al.* (2020). «Recruitment Disruption and the Role of Unaffected Populations for Potential Recovery After the *Pinna nobilis* Mass Mortality Event». *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.594378>.

¹⁵ MARTÍNEZ, A. *et al.* (2014). «Comparative study of growth of the endangered bivalve *Pinna nobilis* in marine protected areas vs. unprotected areas of the western Mediterranean Sea». XVIII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina.

¹⁶ BASSO, L. *et al.* (2015). «The Pen Shell, *Pinna nobilis*: A Review of Population Status and Recommended Research Priorities in the Mediterranean Sea». *Advances in Marine Biology*, 71, 109-160. DOI: 10.1016/bs.amb.2015.06.002editor.

¹⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2014). «Colonisation on *Pinna nobilis* at a Marine Protected Area: extent of the spread of two invasive seaweeds». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94.

¹⁸ GONZÁLEZ-WANGÜEMERT, M. *et al.* (2019). «Gene pool and connectivity patterns of *Pinna nobilis* in the Balearic Islands (Spain, Western Mediterranean Sea): Implications for its conservation through restocking». *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst.*, 29(2), 175-88.

¹⁹ VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S. (2015). «Estado de conservación del bivalvo amenazado *Pinna nobilis* en el Parque Nacional de Cabrera». A: Amengual, J.; Asensio, B. (ed.). *Proyectos de investigación en parques nacionales 2010-2013*. Madrid: Naturaleza y Parques Nacionales, Serie de investigación en la red.

²⁰ PÉREZ-CRUZ, C.; HENDRIKS, I. E.; KERSTING, D. (2020). «Vínculos entre los patrones de reclutamiento de *Pinna nobilis* y la variabilidad ambiental y climática». Barcelona: Universitat de Barcelona [Tesi de màster].

²¹ HENDRIKS, I. E.; DEUDERO, S.; TAVECCHIA, G. (2012). «Recapture probability underwater: predicting the detection of the threatened noble pen shell in seagrass meadows». *Limnol Oceanogr Methods.*, 10(11), 824-31.

²² HENDRIKS, I. E. *et al.* (2012). «Relative growth rates of the noble pen shell *Pinna nobilis* throughout ontogeny around the Balearic Islands (Western Mediterranean, Spain)». *J Shellfish Res.*, 31(3), 749-56.

²³ COLL, J. *et al.* (2000). «Evaluación y control ambiental de algunos indicadores del estado de conservación del medio bentónico en aguas del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera». Pandion S.L.

²⁴ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2014). «Spatial distribution modelling of the endangered bivalve *Pinna nobilis* in a Marine Protected Area». *Mediterranean Marine Science*, 15. DOI: 10.12681/mms.796.

²⁵ DEUDERO, S. *et al.* (2017). «Reproductive investment of the pen shell *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 in Cabrera National Park (Spain)». *Mediterranean Marine Science*, 18(2), 271-84. <https://doi.org/10.12681/mms.1645>.

²⁶ GARCÍA-MARCH, J. R. *et al.* (2020). «Age and growth of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in the western Mediterranean Sea». *Marine Environmental Research*, 153.

²⁷ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2021). «Natural hybridization between pen shell species: *Pinna rudis* and the critically endangered *Pinna nobilis* may explain parasite resistance in *P. nobilis*». *Molecular Biology Reports*, 48, 997-1004. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-06063-5>.

CITAR COM

BARRIENTOS, N.; VAQUER-SUNYER, R.; VÁZQUEZ-LUIS, M.; ÁLVAREZ, E.; DEUDERO, S.; HENDRIKS, I.E. (2021). «Nacra (*Pinna nobilis*)». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2021* <<https://informemarbalea.org/ca/especies-emblematicques/imb-especies-emblematicques-pinna-nobilis-cat.pdf>>.