

ACTUACIÓ DE RESTAURACIÓ DE POBLACIONS DE BRIOZOUS (*Pentapora fascialis* i *Myriapora truncata*) AL PARC NATURAL DEL MONTGRÍ, LES ILLES MEDES I EL BAIX TER



Novembre 2017

Parc natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter – Universitat de Barcelona

Actuació de restauració de poblacions de briozous (*Pentapora fascialis* i *Myriapora truncata*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Comanda :

Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter, comanda núm. 72/17

Passeig del Port, s/n, Espigó de Llevant

17258 L'Estartit

Tel.: 972 75 17 01

Fax: 972 75 20 04

Realització:

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències ambientals, Universitat de Barcelona.

Diagonal 643, 08028 Barcelona

Tél. 934 021 509 Fax : 934 111 438 <http://www.ub.edu/ecologia>

Corresponsal per aquest estudi: hereu@ub.edu

Direcció del projecte i coordinació:

Bernat HEREU

Investigadors involucrats:

Cristina LINARES, Alba MEDRANO, Marta PAGES

En cas d'utilització total o parcial d'aquest document, citar com:

HEREU B., LINARES, C., MEDRANO A., PAGES M. 2017. Actuació de restauració de poblacions de briozous (*Pentapora fascialis* i *Myriapora truncata*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Any 2017. *Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter i Universitat de Barcelona*, 15 pp.

Introducció

El canvi global i els impactes antropogènics directes estan tenint un greu impacte sobre la biosfera (Steffen et al., 2007), especialment al medi marí, on actuen simultàniament diverses perturbacions, incloent el canvi climàtic i acidificació (Crain et al., 2008; Mora et al., 2013).

El canvi global està transformant els mars europeus a un ritme més elevat que altres mars regionals (Jones et al., 2013; Costello et al., 2010) agreujats pels efectes sinèrgics i perjudicials de l'intens ús humà de la natura (Scheffer et al., 2015). A més, es preveu que les pressions humanes directes i indirectes sobre els ecosistemes marins augmentin considerablement en les pròximes dècades, fet que comportarà una greu pèrdua de biodiversitat i la degradació del seu funcionament i els serveis que subministren (Worm et al., 2006; Thurber et al., 2014). Aquest fet és especialment greu a la Mediterrània, un mar tancat i sobrepoblat, on la degradació de l'hàbitat, sobrepesca, contaminació orgànica i química, canvi climàtic, espècies invasores i aqüicultura són els principals responsables d'aquests canvis (Coll et al., 2010).

Per a pal·liar aquests efectes, s'han desenvolupat eines de conservació, entre les que destaquen l'ús de reserves marines com a una figura de gestió en la que es minimitzen els impactes (Kelleher and Kenchington, 1991). No obstant, es dona la circumstància que, al ser zones de particular interès, les reserves marines acumulen una gran freqüència de visitants, que a través de les diverses activitats derivades de les visites (navegació, submarinisme, pesca, etc.) causen impactes que poden ser molt importants a nivell local (Garrabou et al., 1998; Lloret et al., 2008; Linares et al., 2012; Capdevila et al., 2016) malgrat el grau de protecció. Aquests impactes afecten especialment a espècies estructurals, com gorgònies, briozous, corall o algues, que solen ser espècies amb estructures fràgils, molt longeves i amb dinàmiques poblacionals molt lentes, que limiten la seva capacitat de recuperació.

Així, hi ha evidències que la mera protecció dels hàbitats marins per algunes activitats no és del tot efectiva, al menys per algunes espècies i comunitats, ja que la seva recuperació és molt lenta degut als canvis dràstics soferts i a la seva limitada i lenta capacitat de recuperació.

En aquest context, recentment s'ha demostrat que es poden obtenir òptims resultats de conservació a través de la restauració d'hàbitats degradats (Possingham et al., 2015). La restauració ecològica s'ha aplicat amb èxit en ecosistemes terrestres (Young et al., 2005), però no es fins recentment que s'ha començat a aplicar en ecosistemes marins, generalment amb accions de restauració centrades en espècies estructurals com coralls, gorgònies, ostres o fanerògames (Bayraktarov et al., 2016).

El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter inclou la reserva Marina de les Illes Medes, una reserva de les més antigues de la Mediterrània i una de les millor estudiades i monitoritzades (Hereu i Quintana, 2012). Tot i l'èxit de la reserva en alguns aspectes, com la recuperació de les poblacions de peixos o l'important èxit econòmic derivat de les seves visites, en altres aspectes el seu estat de conservació no ha millorat, inclús ha empitjorat (Hereu i Quintana, 2012). Es el cas de les poblacions d'organismes estructurals de vida llarga, com les gorgònies o els briozous, que han sofert els efectes erosius de la sobrefreqüentació per submarinistes (Garrabou et al., 2008; Linares et al., 2012), a més dels efectes derivats del canvi climàtic (Hereu et al., 2016).

Els briozous són organismes clonals, amb una estructura calcària que dona suport a la colònia que, en moltes espècies, forma una estructura tridimensional que aporta complexitat estructural a l'hàbitat. *Pentapora fascialis* i *Myriapora truncata* són dues espècies de briozous molt comuns a la costa catalana, i habiten comunitats de precoral·ligen i coral·ligen. Degut al seu port erecte calcari, aquestes espècies són molt vulnerables a les perturbacions físiques, i concretament a l'efecte erosiu involuntari dels submarinistes, especialment en les zones més freqüentades, tal com s'ha constatat en diversos treballs i en el programa del Seguiment de la Biodiversitat dels Parcs Naturals de Catalunya. Els briozous, com la majoria d'organismes clonals amb una estructura rígida, tenen una certa capacitat de sobreviure un cop

han estat arrencats del fons, tot i que a mig termini no tenen possibilitats de sobreviure degut al trencament o ofegament de la colònia. Aquest fet pot permetre recuperar les colònies arrencades encara vives, i fixar-les novament al fons, reincorporant així aquests organismes al seu hàbitat natural, i poder restaurar així les poblacions pertorbades.

En aquest context, aquest treball pretén implementar mesures de restauració a la gestió del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Concretament, l'objectiu d'aquest projecte és desenvolupar tècniques de restauració de colònies de briozous de les espècies banya d'ant (*Pentapora fascialis*), el corall bord (*Myriapora truncata*), i fer una prova pilot aplicant aquestes tècniques en la restauració d'una zona pertorbada de la Reserva Marina de les Illes Medes, trasplantant colònies arrencades d'altres indrets degut a l'efecte de xarxes i arts de pesca abandonats extrets en el projecte "Evitem la pesca fantasma" que es desenvolupa a la mateixa zona.

Material i mètodes

Una de les bases de qualsevol actuació de restauració és no malmetre les poblacions naturals de l'espècie o comunitat objecte de restaurar, per això no té sentit treure colònies de poblacions naturals per a fer actuacions de restauració. És per això que, en aquest projecte, les colònies trasplantades es varen extreure de xarxes perdudes i que es varen detectar i extreure dins del projecte "Evitem la pesca fantasma" (Hereu et al., 2017).

Aquest projecte es va desenvolupar en diverses fases: 1) desenvolupament de tècniques de trasplantament de briozous, 2) recuperació i manteniment de colònies arrencades provinent de xarxes abandonades i 3) trasplantament de colònies en una àrea afectades per freqüentació de submarinistes.

1- Desenvolupament de tècniques de trasplantament de briozous

Una fase preliminar d'aquest projecte va consistir en el disseny i posta a punt de diverses tècniques que permetin un trasplantament efectiu de les colònies de briozous i la seva supervivència a llarg termini. Degut a les diferències morfològiques de *P. fascialis* i *M. truncata*, les tècniques de trasplantament varen variar.

Per això, ens vàrem basar en diversos materials utilitzats en tècniques de trasplantaments per altres espècies com gorgònies (Linares et al., 2008), corall vermell (Montero et al., 2017) i algues (Hereu 2006; Capdevila 2016). Com a base dels trasplantaments es va fer servir massilla epoxídica (IVEGOR), que té una textura de plastilina que s'endureix al cap de unes dues hores. Aquesta massilla permetia fer una base enganxada al substrat i alhora fixar-hi la colònia, bé directament, o fixant-hi un suport plàstic rígid al qual s'hi lligaven les colònies mitjançant fils o brides. Així, es varen testar les següents modalitats:

- A) Colònies enganxades directament a la massilla epoxídica: es disposava massilla epoxídica enganxada al fons, i a la mateixa massilla s'hi fixava la base de les colònies (Figura 1a).
- B) Colònies lligades *in situ* amb brides a un suport rígid: es disposava la massilla epoxídica enganxada al fons, i una base de plàstic rígid de uns 2 cm d'alçada enganxada a la massilla. Un cop la massilla quedava endurida, s'hi enganxava *in situ* les colònies utilitzant brides fines (Figura 1b).
- C) Colònies lligades *in situ* amb fil de niló a un suport rígid: es disposava la massilla epoxídica enganxada al fons, i una base de plàstic rígid de uns 2 cm d'alçada enganxada a la massilla. Un cop la massilla quedava endurida, s'hi enganxava *in situ* les colònies lligant-les amb fil de niló de pesca fi (Figura 1c).

- D) Colònies lligades *ex situ* amb brides a un suport rígid: primer es fixaven les colònies a un suport plàstic rígid a l'embarcació mitjançant brides. Les colònies lligades al suport es transportaven posteriorment al lloc on es trasplantaven, on es disposava la massilla al substrat i s'hi enganxava el suport plàstic rígid amb la colònia lligada (Figura 1d).
- E) Colònies lligades *ex situ* amb fil de niló a un suport rígid: primer es fixaven les colònies a un suport plàstic rígid a l'embarcació mitjançant fil de niló de pesca fi. Les colònies lligades al suport es transportaven posteriorment al lloc on es trasplantaven, on es disposava la massilla al substrat i s'hi enganxava el suport plàstic rígid amb la colònia lligada (Figura 1e).

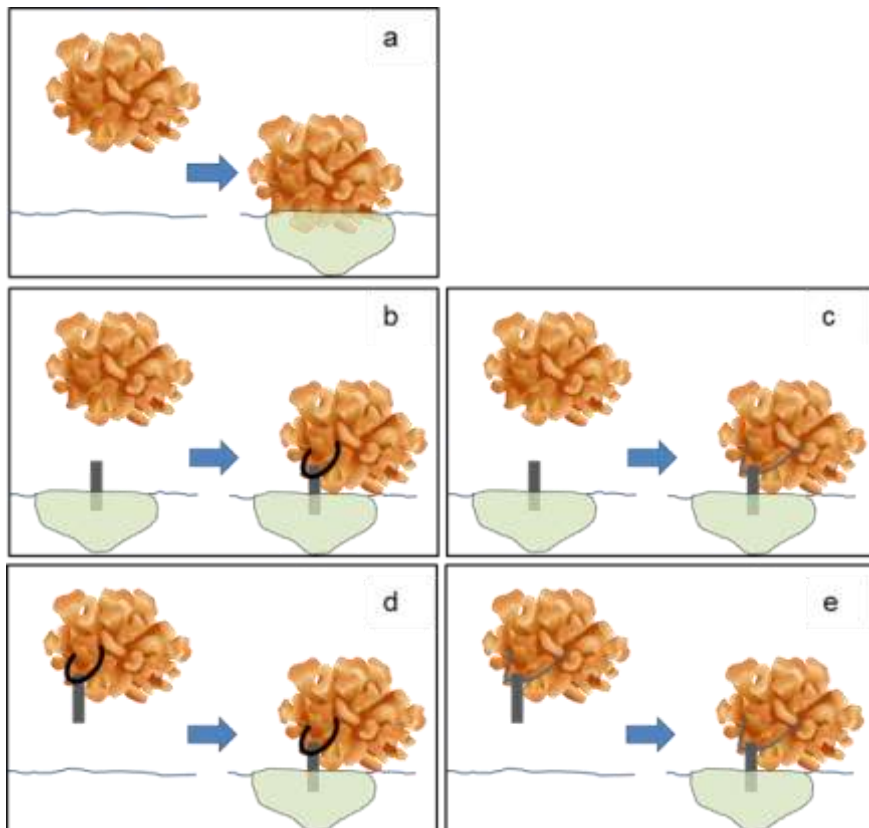


Figura 1- Esquema de les diferents tècniques de trasplantament de colònies de briozous testats en aquest estudi. a) colònies enganxades directament, b) colònies lligades *in situ* amb brides a un suport rígid, c) colònies lligades *in situ* amb fil de niló a un suport rígid, d) colònies lligades *ex situ* amb brides a un suport rígid, e) colònies lligades *ex situ* amb fil de niló a un suport rígid

Aquestes diverses tècniques es varen testar amb *P. fascialis*, mentre que amb *M. truncata*, una espècie que forma colònies arborescents amb una sola base, es va utilitzar només la tècnica d'enganxar la base directament a la massilla i al substrat emprada amb èxit anteriorment amb corall vermell (Montero-Serra et al., 2017), ja que la morfologia d'ambdues espècies es molt similar.

Per a testar l'efectivitat d'aquestes diferents modalitats, es va fer una prova pilot a Cap Castell (Figura 2). Per això, es varen extreure 35 colònies de la xarxa perduda detectada a Cap Castell dins del projecte "Evitem la pesca fantasma" (Taula 1). Aquesta era una xarxa vella (probablement més de 4 anys) enrocada sobre un fons de coral-ligen a uns 35 metres de fondària, en la que hi havia una gran quantitat de colònies de *P. fascialis* i *M. truncata*, ja sigui arrencades o que havien crescut sobre la mateixa estructura de la xarxa. Per aquesta actuació prèvia es varen extreure *in situ* les colònies de la xarxa deixant-la al fons per a una posterior extracció.

Les colònies es varen extreure *in situ* i s'anaven disposant en una caixa de plàstic. Un cop a superfície, aquestes colònies es disposaven en un tanc amb aigua de mar oxigenada per a la seva conservació i manipulació. Les colònies preparades es disposaven en una caixa de plàstic, que servia per a transportar-les de nou al fons.

El trasplantament es va fer el 3/08/2017, i es va fer un control posterior al cap d'un mes, el 7/09/2017, per a determinar la supervivència de les colònies en cada una de les modalitats.

Finalment i degut a les limitacions que pot tenir trasplantar les mateixes colònies o fragments d'aquestes si no es troben colònies trencades al fons o en xarxes, també s'ha testat una tècnica per afavorir el reclutament de *P. fascialis*. Aquesta tècnica consisteix en instal·lar fragments de reixetes de plàstic enganxades amb un cargol de nylon mitjançant una brida i aquest cargol fixat al fons amb massilla tal com apareix en la figura 1. La idea es que aquestes reixetes s'instal·len en una població ben desenvolupada i en bon estat de conservació i un cop obtinguts els reclutes en les reixetes aquestes s'agafen i es traslladen en un població que ha sofert una degradació de les poblacions com les que s'observen en alguns indrets del Parc (Hereu et al., 2016). Aquestes reixetes s'han instal·lat a l'Abril de 2017 i s'han anat seguint durant els mesos posteriors.

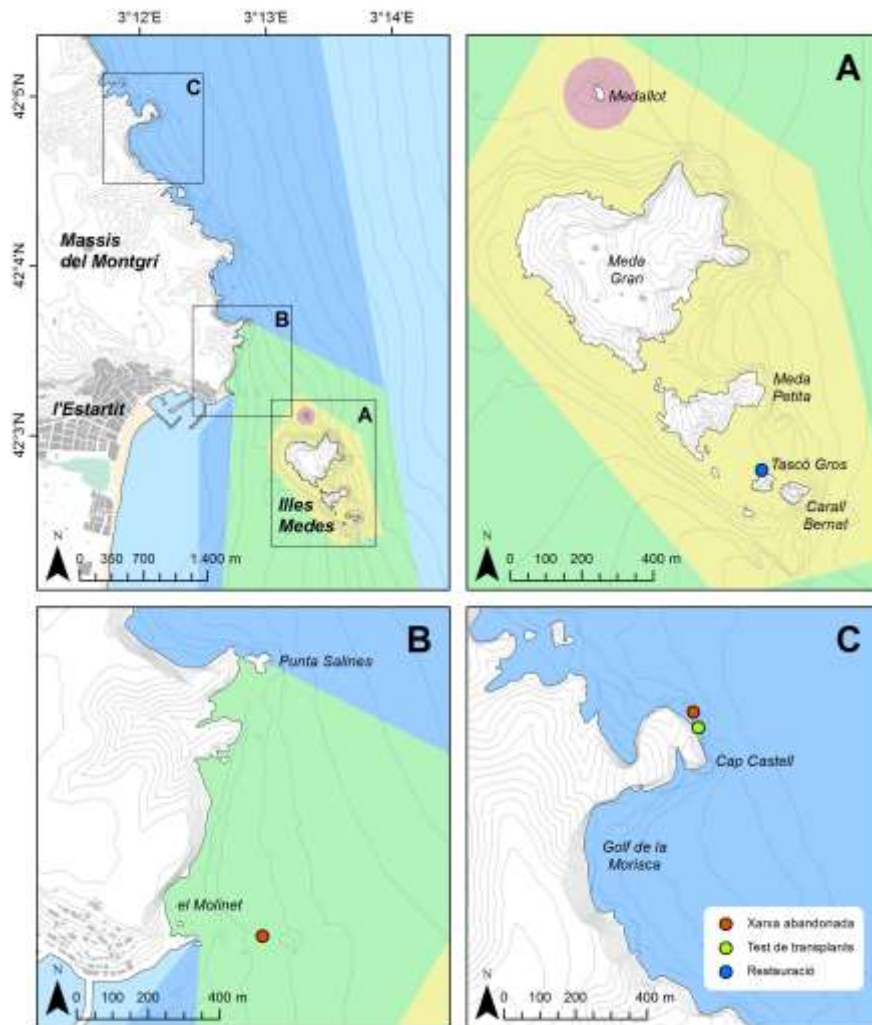


Figura 2- Localització de les zones on es varen extreure les xarxes abandonades (vermell), es varen fer els trasplantaments per a testar la metodologia (verd) i on es va fer l'acció de restauració (blau).

2) Recuperació i manteniment de colònies arrencades provinent de xarxes abandonades

Dins el projecte “Evitem la pesca fantasma”, durant l'estiu de 2017 es varen extreure 9 xarxes abandonades als fons del Montgrí (Hereu et al., 2017). En dues d'aquestes (Molinet i Cap Castell), en l'operació d'extracció es varen conservar les colònies vives per al seu trasplantament. Les xarxes estaven sobre fons de coral-ligen, i tenien colònies arrencades de *P. fascialis* i *M. truncata*. En una d'elles (Cap Castell), hi havia també colònies de *P. fascialis* enganxades a la pròpia estructura de la xarxa degut al temps que portava al fons. Aquestes xarxes es varen extreure seguint el procediment descrit a Hereu et al. (2017), desenganxant la xarxa del fons amb cura i amb l'ajut de tisores per alliberar els organismes enganxats, tot i que les colònies de briozous arrencades que quedaven atrapats es mantenien a la xarxa. Un cop la xarxa quedava lliure, es procedia a la fixació de globus d'aire i al seu inflat, i l'hissat de la xarxa a superfície. Un cop aquesta xarxa estava a superfície es recollia i es disposava dins l'embarcació. És durant l'operació d'embarcar la xarxa que s'anaven traient les colònies de briozous vives amb cura de no ser trencades. Aquestes colònies vives es disposaven en tancs d'aigua oxigenada on es mantenien vives. Aquestes colònies vives es varen transportar al laboratori per a la seva conservació en aquaris fins el moment en el que es varen tornar a transportar per al seu trasplantament.

3) Trasplantament de colònies en una àrea afectades per freqüentació de submarinistes

Un cop es va seleccionar la millor tècnica per al trasplantament (enganxant les colònies directament a la massilla, i lligant-les amb fil *ex situ* a suports plàstics rígids, veure resultats), es va procedir a fer una acció de restauració. La zona escollida per a la restauració de les poblacions de briozous va ser una zona del Tascó gran en la que anteriorment s'havien fet censos d'aquestes poblacions (Hereu et al., 2014, 2015), en les que s'havia detectat densitats elevades (3,2 Ind/m² de *P. fascialis* i 0,42 Ind/m² per *M. truncata* el 2014) i, posteriorment, les colònies varen desaparèixer (0,57 Ind/m² de *P. fascialis* i 0 Ind/m² per *M. truncata* l'Octubre de 2015, i cap colònia observada el 2017), probablement deguts als efectes de la proliferació d'algues filamentoses detectat l'estiu de 2015 i 2017, i a l'efecte erosiu dels submarinistes, ja que aquesta zona queda molt a prop de un punt d'amarrament de les embarcacions de busseig comercial que operen a les Illes Medes.

Així doncs, es va procedit a marcar un transsecte de 6 x 2 m (un total de 12 m²) de substrat rocós de precoral-ligen amb una cinta mètrica, marcant l'inici i el final del transsecte amb marques plàstiques i massilla epoxi. Dins del transsecte, es varen trasplantar 28 colònies de *P. fascialis* i 12 colònies de *M. truncata* recuperades de xarxes perdudes, distribuïdes aleatòriament.

Es va mesurar l'alçada de totes les colònies abans i després del trasplantament, i mitjançant quadres de 1x0,5 m referenciats espacialment a la cinta mètrica, es va fer un mapa de la distribució espacial de les colònies per a un posterior control a nivell individual. A més, es va fotografiar cada colònia per a fer posteriors mesures de creixement.

Resultats

1) Tècnica de trasplantament

Per *Pentapora fascialis*, la tècnica que va mostrar una major supervivència de les colònies i que tenia una major facilitat logística va ser la de lligar les colònies *ex situ* en un suport rígid, i inserir, posteriorment, el suport rígid a la massilla prèviament enganxada al substrat. Aquesta metodologia va mostrar una supervivència de totes les colònies trasplantades.

Lligar les colònies al suport rígid mitjançant brides també va donar un bon resultat, amb la supervivència del 71% de les colònies. No obstant, degut a la fragilitat de les colònies, les brides plàstiques causaven algun trencament de les colònies.

Aquestes tècniques no varen tenir tant d'èxit quan es varen fer *in situ*. Contràriament al que es pensava a priori, es causa un major impacte en la manipulació de les colònies quan es fixaven al suport plàstic *in situ*, degut a la limitació dels moviments pel fet que el suport ja estava fixat al substrat. A més, enganxar les colònies *in situ* presenta també una limitació logística, ja que aquesta operació s'ha de fer en immersió en fondàries en les que el temps de treball és molt limitat.

No obstant, una altra tècnica que també va funcionar va ser enganxar les colònies directament a la massilla *in situ*. No obstant, aquesta operació també té certes limitacions logístiques, ja que la manipulació directa de les colònies causa trencaments i, per tant, l'operació ha de ser molt més lenta, i també s'ha de fer *in situ*, amb la corresponent limitació en el temps de treball.

No obstant, aquesta tècnica va ser del tot exitosa, i més fàcil d'aplicar per a *Myriapora truncata*, degut a la seva estructura arborescent amb un peu basal, i la seva major resistència a la manipulació.

Taula 1- Nombre de colònies de *P. fascialis* trasplantades amb cada una de les tècniques provades, amb el nombre de colònies supervivents, i el percentatge de supervivència.

	Transpl	Sup	% sup
A) Enganxades directament a la massilla	5	4	67
B) Lligades <i>in situ</i> amb brides	2	1	50
C) Lligades <i>in situ</i> amb fil	16	5	31
D) Lligades <i>ex situ</i> amb brides	7	5	71
E) Lligades <i>ex situ</i> amb fil	6	6	100

La tècnica de les reixetes per obtenir reclutes de *P. fascialis* i posterior translocació a altres indrets degradats sembla que pot funcionar, tot i que de moment únicament hem arribat a la primera fase d'obtenir reclutes en les reixetes. Està previst continuar avaluant aquesta tècnica i provar l'èxit de les fases posteriors com alternativa a obtenir colònies quan no es troben xarxes abandonades o trencades als fons.



Figura 3- Fotografies de les diferents tècniques de trasplantament de colònies briozous testats en aquest estudi. a) colònia de *P. fascialis* enganxada directament sobre massilla, b) colònia de *P. fascialis* fixada amb brides a un suport rígid enganxat a massilla, c) colònia de *P. fascialis* lligada amb fil de niló a un suport rígid enganxat a massilla, d) colònia de *M. truncata* enganxada directament sobre massilla.

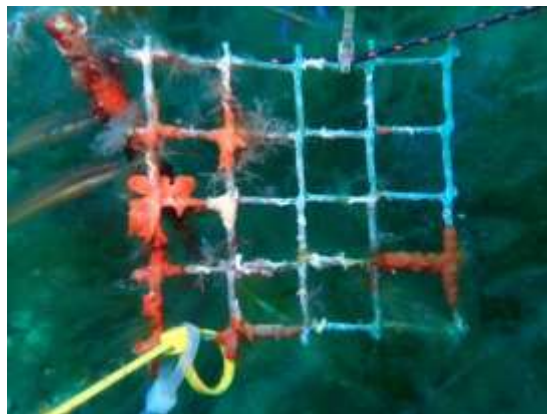


Figura 4-Reixeta on s'han instal·lat noves colònies del briozou *P. fascialis* que seran utilitzades després d'assolir una talla més gran en llocs degradats.

2) Recuperació i manteniment de colònies arrencades provinent de xarxes abandonades

Les operacions d'extracció de les xarxes abandonades varen permetre extreure i mantenir vives les colònies de briozous arrencades per arts de pesca perduts. Aquestes colònies es varen poder mantenir vives a l'embarcació, es varen transportar al laboratori per al seu manteniment en aquaris, i, de nou, es

varen tornar a portar a l'embarcació per a ser finalment trasplantades en el seu hàbitat. Aquesta operació va demostrar que aquesta metodologia és vàlida per a mantenir vives les colònies de briozous, i probablement d'altres espècies de coralls i gorgònies, arrencades del fons per l'efecte de xarxes i arts de pesca abandonats, i el seu posterior trasplantament.

3) Trasplantament de colònies en una àrea afectades per freqüentació de submarinistes

Es va trasplantar un total de 28 colònies de *P. fascialis* i 12 colònies de *M. truncata* recuperades de xarxes perdudes, distribuïdes aleatòriament, utilitzant la tècnica de lligar les colònies amb fil en una base rígida *ex situ* per a 23 de les colònies de *P. fascialis*, i enganxant la base directament a la massilla per a les colònies de *M. truncata* i per a 5 colònies de *P. fascialis*.

Es va fer un mapa per a situar aquestes colònies espacialment per a poder fer controls posteriors de la seva supervivència, creixement i de la recuperació de la zona restaurada.

Discussió

Els resultats d'aquest estudi mostren que no només és possible restaurar les comunitats de briozous pertorbades, sinó que, a més, aquesta acció de restauració es pot combinar amb altres accions de protecció com l'extracció de xarxes i arts de pesca abandonats al fons, que es realitza en un programa paral·lel al Parc natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, i que el proper any s'implementarà a tot Catalunya a través de la Direcció General de Pesca de la Generalitat de Catalunya. La combinació d'aquestes direccions i tècniques, per tant, ens permetrà no només pal·liar els efectes de les pertorbacions puntuals, sinó també poder restaurar les poblacions i hàbitat afectats. Les tècniques de trasplantament desenvolupades en aquest estudi per a briozous, i en altres treballs per altres espècies de gorgònies i corall vermell i algues (Linares et al., 2008; Montero-Serra et al., 2017; Hereu et al., 2006, Capdevila 2016), permetran poder restaurar les zones afectades pels arts de pesca abandonats, o altres pertorbacions que afectin a les comunitats del coral·ligen.

No obstant, s'ha de tenir en compte que aquestes accions de restauració mitjançant el trasplantament de colònies de briozous i altres espècies arrencades del fons tenen les seves limitacions. Per una part, l'obtenció de colònies per al seu trasplantament pot ser limitat, ja que si es considera que per a fer una acció de restauració no s'han de pertorbar les poblacions naturals, les colònies trasplantades s'han d'obtenir un cop han estat arrencades, sense possibilitat de sobreviure per elles mateixes. En aquest sentit, el projecte 'Evitem la pesca fantasma' és una mar idoni no només per a evitar l'erosió dels fons, sinó també per a poder mantenir vives i reimplantar les colònies arrencades, i restaurar els hàbitats pertorbats.

Altres formes d'obtenir colònies per al seu trasplantament es promouen el seu reclutament i translocar aquests nous reclutes en llocs degradats. Com hem mostrat anteriorment i s'ha pogut constatar que en xarxes i arts de pesca abandonats i altres estructures rígides algunes espècies de briozous, especialment *P. fascialis* s'hi adhereixen, de forma que es poden extreure d'aquestes estructures artificials i es poden trasplantar als seus hàbitats naturals. Així, es podria pensar en la instal·lació d'estructures artificials per al cultiu de briozous, tot i que, a més del fet de incorporar estructures artificials al fons, el temps necessari per a que es formin colònies suficientment grans és elevat (tot i que el nostre grup de recerca està actualment investigant la dinàmica i el creixement d'aquestes espècies, calculem que el temps mínim per a poder obtenir colònies amb una talla adequada per al seu trasplantament serien un 3 ó 4 anys).



Figura 4- diverses fases del procés d'extracció de la xarxa perduda a Cap Castell, recuperació de les colònies vives de briozous, preparació i trasplantament, i mapatge i cens de les colònies trasplantades.

Una altra forma d'obtenir colònies per al seu trasplantament seria trencar trossos de colònies més grans. Degut a que són organismes clonals i el trencament parcial és un procés natural, les colònies no veurien afectada la seva supervivència pel fet de perdre una part. Tot i així, aquesta tècnica requeriria tenir un nombre de colònies suficientment grans com per a poder treure-hi trossos, i degut a les darreres mortalitats de briozous enregistrades a la costa del Montgrí i les Medes degut als episodis de creixement d'algues filamentoses, aquestes actualment són molt escasses, i es troben a fondàries considerables.

Una altra limitació d'aquesta tècnica és que l'escala espacial de les restauracions és limitada, ja que es requereix un esforç important, no només en la obtenció de les colònies (comentat més amunt) sinó també d'instal·lació. Així, aquestes mesures de restauració no són efectives a gran escala per a pal·liar els efectes de mortalitats massives degut a l'escalfament de l'aigua o a la proliferació d'algues filamentoses. No obstant, sí que creiem que pot ser d'utilitat per zones concretes on s'han produït impactes puntuals, com és el cas del busseig, ja que l'impacte més important dels bussejadors es produeix en les zones més properes als punts d'amarrament de les embarcacions, o el cas de l'impacte de xarxes abandonades.

Així doncs, sembla clar que aquestes tècniques de restauració s'han d'implementar conjuntament amb altres mesures de gestió orientades a reduir els impactes. En el marc del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, on hi ha una freqüència d'usos intensa, aquestes accions de restauració, juntament amb la gestió que es realitza a l'àrea, pot millorar considerablement l'estat de conservació dels hàbitats.

Bibliografia

- Bayraktarov, E., Saunders, M.I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H.P., Mumby, P.J. and Lovelock, C.E. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecological Applications*, 26(4), pp.1055-1074.
- Capdevila, P., Hereu, B., Riera, J. L., Linares, C. (2016). Unravelling the natural dynamics and resilience patterns of underwater Mediterranean forests: insights from the demography of the brown alga *Cystoseira zosteroides*. *Journal of Ecology*, 104(6), 1799-1808.
- Capdevila, P. (2017). Population ecology, life history and conservation of deep-water macroalgae assemblages: insights from the long-lived algae *Cystoseira zosteroides*. PhD Thesis, Universitat de Barcelona.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F. B. R., Aguzzi, J., ... Danovaro, R. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PLoS one*, 5(8), e11842.
- Costello, M. J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., & Miloslavich, P. (2010). A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PLoS one*, 5(8), e12110.
- Crain, C., Kroeker, K., Halpern, B. (2008). Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecology letters*, 11(12), 1304-1315.
- Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A., & Zabala, M. (1998). The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conservation Biology*, 12(2), 302-312.
- Hereu, B. (2006). Depletion of palatable algae by sea urchins and fishes in a Mediterranean subtidal community. *Marine Ecology Progress Series*, 313, 95-103.
- Hereu, B., Aspillaga, E., Atienza, I., Burgués, I., Capdevila, P., Díaz, D., García-Rubies, A., Linares, C., Mariani, S., Martínez-Ricart, A., Matamalas, N., Medrano, A., Pagès, M., Pérez, M., Romero, J., Rovira, G., Sanmartí, N., Zabala, M. (2014). Seguiment del medi marí al Parc natural del Cap de Creus i al Parc natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria 2016. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.
- Hereu, B., & Quintana, X. (2012). El Fons Marí de les Illes Medes i el Montgrí: Quatre Dècades de Recerca per a la Conservació. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis.
- Hereu, B., Aspillaga, E., Capdevila, P., Linares, C., Pagès, M. (2014). Estudi de les poblacions de briozous de la Reserva Marina de les Illes Medes com a indicadors de l'efecte de la freqüentació de submarinistes sobre les comunitats bentòniques. Informe tècnic per a la Reserva Marina de les Illes Medes.
- Hereu, B., Pagès, M., Atienza, I., Aspillaga, E., Capdevila, P., Montero, I. (2015). Estudi de la dinàmica de la població de l'espècie de briozou *Pentapora fascialis* de la Reserva Marina de les Illes Medes. Informe tècnic per al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.
- Hereu, B., Aspillaga, E., Capdevila, P., Medrano, A., Pagès, M. (2017). Evitem la pesca fantasma. Protocol per a la retirada de xarxes i altres arts de pesca abandonats al Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter. Any 2017. Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter i Universitat de Barcelona, 16 pp.
- Jones, D., Yool, A., Wei, C., Henson, S., Ruhl, H., Watson, R., Gehlen, M. (2014). Global reductions in seafloor biomass in response to climate change. *Global change biology*, 20(6), 1861-1872.
- Kelleher, G., Kenchington, R. A. (1991). Guidelines for establishing marine protected areas (Vol. 3). IUCN.

- Linares, C., Garrabou, J., Hereu, B., Diaz, D., Marschal, C., Sala, E., & Zabala, M. (2012). Assessing the effectiveness of marine reserves on unsustainably harvested long-lived sessile invertebrates. *Conservation Biology*, 26(1), 88-96.
- Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D., Riera, V. (2008). Impacts of recreational boating on the marine environment of Cap de Creus (Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*, 51(11), 749-754.
- Montero-Serra, I., Garrabou, J., Doak, D. F., Figuerola, L., Hereu, B., Ledoux, J. B., & Linares, C. (2017). Accounting for Life-History Strategies and Timescales in Marine Restoration. *Conservation Letters*.
- Kelleher, G., & Kenchington, R. A. (1991). Guidelines for establishing marine protected areas (Vol. 3). IUCN.
- Mora, C., Wei, C. , Rollo, A., Amaro, T., Baco, A., Billett, D., ... Gooday, A. (2013). Biotic and human vulnerability to projected changes in ocean biogeochemistry over the 21st century. *PLoS Biology*, 11(10), e1001682.
- Possingham, H., Bode, M., Klein, C. (2015). Optimal conservation outcomes require both restoration and protection. *PLoS biology*, 13(1), e1002052.
- Scheffer, M., Barrett, S., Carpenter, S., Folke, C., Green, A., Holmgren, M., ... Van Nes, E. (2015). Creating a safe operating space for iconic ecosystems. *Science*, 347(6228), 1317-1319.
- Steffen, W., Crutzen, P. , McNeill, J. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- Thurber, A., Sweetman, A., Narayanaswamy, B., Jones, D., Ingels, J., Hansman, R. (2014). Ecosystem function and services provided by the deep sea. *Biogeosciences*, 11(14), 3941-3963.
- Worm, B., Barbier, E., Beaumont, N., Duffy, J., Folke, C., Halpern, B., ... Sala, E. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *science*, 314(5800), 787-790.
- Young, T., Petersen, D., Clary, J. (2005). The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology letters*, 8(6), 662-673.