

# SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GORGONIA *Paramuricea clavata* DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 1999

Rafel COMA<sup>1,2</sup> i Emilià POLA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, Passeig Joan de Borbó s/n. 08039 Barcelona

<sup>2</sup>Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.  
Diagonal 645, 08028 Barcelona.

## INTRODUCCIO

L'objectiu d'aquest apartat del programa de monitorització del patrimoni natural de les Illes Medes és estudiar la mortalitat de la gorgònia *Paramuricea clavata*, provar de separar les causes de mortalitat naturals i antròpiques, i avaluar les taxes de mortalitat degudes a cadascuna d'elles. La finalitat última és la proposta de criteris de gestió que permetin reduir la regressió poblacional de l'espècie si tal regressió existeix (Weinberg, 1991)

Gràcies als treballs de recerca duts a terme de forma paral·lela a aquest programa de monitorització, ara sabem que la gorgònia *Paramuricea clavata* és una de les espècies més longeves i de creixement més lent de les comunitats bentòniques de substrat rocós mediterrani (Mistri i Ceccherelli, 1994; Coma et al. 1998a). Aquest treball conjuntament amb el seguiment a llarg termini del creixement de l'espècie (en curs) mostren una taxa anual d'increment de l'alçada de les colònies que es situa en promig per sota de 1 cm. Les estimacions més conservatives dirien que un exemplar de 60 cm d'alçada té a les Illes Medes pel cap baix una edat d'uns 50 anys. A d'altres localitats de la Mediterrània han estat observades gorgònies de més de 120 cm d'alçada màxima. Els organismes d'aquestes característiques (espècies k; Pianka, 1970) acostumen a exhibir uns valors baixos i controlats dels paràmetres demogràfics de reclutament i mortalitat (Margalef, 1974).

Es per això que la comprovació des de l'any 1991 (vegeu Memòria-1991) de l'existència d'una forta mortalitat de les gorgònies a les zones més visitades de les Illes Medes ens va posar sobre la pista del que podia ser una disfunció poblacional greu. La gravetat d'aquest procés rau en que pot comprometre seriosament el valor patrimonial de les Illes Medes, atès que es tracta d'una de les espècies que més contribueixen al seu atractiu.

L'interès d'aquesta espècie té dues vessants: d'una banda, la seva pròpia bellesa; de l'altra, el seu valor com a suport de persistència i complexitat per a la resta de la comunitat del coral. Lígen, una de les comunitats que congrega els valors més preuats dels fons rocosos mediterranis.

Com volent donar més vigència a aquest estudi, durant els mesos de Setembre-Novembre de 1999, un episodi de mortalitat massiva de gorgònies ha estat detectat en una ampla regió geogràfica que abasta des de les costes de Portofino (Itàlia) fins a Marsella. Un elevat percentatge (de l'ordre del 80 % al Parc Nacional de Port-Cros) de les gorgònies situades a fondàries inferiors a 35 metres han mort víctimes d'un agent desconegut (Ballesteros et al., 1999). Aquest episodi de mortalitat de gorgònies no és el primer detectat a la Mediterrània (Rivoire, 1991; Baves-trello et al., 1994; Harmelin i Marinopoulos, 1994) però sí el d'efectes més catastròfics. Per la forma com s'ha estès la mortalitat, afectant només a les colònies situades per sobre del nivell estival mig de la termoclina, hom ha especulat amb el paper que ha pogut jugar la temperatura; però de moment tot és una pura hipòtesi i estem lluny de conèixer les causes. En tot cas, aquest episodi de mortalitat massiva no ha arribat a Catalunya. I encara que ens podem felicitar de la nostra sort, el que resulta evident és que no sabríem com afrontar un episodi semblant si es repetís l'estiu proper a casa nostra. Un altre detall que ha posat en evidència aquest episodi és que enlloc, excepte a les Illes Medes, existia un programa de seguiment adequat per mesurar amb precisió l'impacte d'un episodi de mortalitat semblant. Ara, les dades recollides a les Medes durant els últims deu anys seran l'única referència existent de les taxes de mortalitat en condicions naturals o de freqüentació humana que podran ser confrontades amb les d'aquesta catàstrofe.

## MATERIAL I METODES

A les memòries dels anys 1992 i 1993 es descriuen els mètodes utilitzats per aquests controls. Resumint podem dir que, si inicialment s'utilitzaren paral·lelament dues metodologies diferents, les parcel·les de 1 m<sup>2</sup> i els transectes de colònies de més de 10 cm d'alçada, els segons han donat millors resultats que les primeres, desplaçant-les totalment en les nostres preferències. Les parcel·les de 1 m<sup>2</sup> han resultat ser un mètode més lent i imprecís, per la dificultat de relocalització tant de la parcel·la com a unitat (menor front de contacte), com de les colònies dins la mateixa (risc d'oblit o de doble recompte).

Com la mort es produeix principalment per arrabassament de les colònies, la hipòtesi de partida més versemblant atribueix aquesta mortalitat a l'activitat dels escafandristes. Però aquest extrem ha de ser curosament comprovat, tota volta que existeixen altres causes de mortalitat naturals - com la depredació o la competència d'altres organismes pel substrat- o induïdes per l'home, com la contaminació.

Sent la mortalitat anual un valor forçosament residual, es necessita l'estudi d'una mostra poblacional molt elevada per garantir la significació estadística de les diferències observades entre diverses situacions experimentals. L'acumulació d'evidències al llarg d'una sèrie llarga d'anys ens ha semblat l'única forma prudent d'establir les relacions de causalitat. Així doncs, aquest any s'han afegit colònies a la població inicial per tal de mantenir el nombre total de colònies aproximadament constant.

Els resultats presentats a continuació constitueixen la recopilació i actualització de tots els controls realitzats sistemàticament des de l'any 1990 fins a la data. Aquests resultats estan basats en el seguiment inicial de diferents parcel·les de 1

*Taula 1. Característiques dels transectes considerats en aquest estudi.*

Transecte	Lloc	Reserva
6	Carall Bernat	SI
7	Carall Bernat	SI
8	Pota del Llop	SI
9	Roques del Guix	SI
10	Montgrí	NO
11	Montgrí	NO
12	Montgrí	NO
13	Montgrí	NO

*Taula 2. Nombre de colònies per any i transecte.*

Transecte	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
6	50	47	46	42	50	53	50	48
7	50	45	41	38	52	56	52	47
8	50	47	44	42	50	50	52	51
9	50	48	48	46	50	51	52	48
10	50	50	47	44	50	50	50	47
11	50	50	47	43	38	50	50	47
12	50	50	49	48	47	50	50	45
13	50	50	50	48	44	53	53	52
Totals	400	387	372	351	381	413	409	385

m<sup>2</sup> i, després (1992-1999), del seguiment sistemàtic de gorgònies individuals marcades amb anelles. Aquestes colònies estan distribuïdes en 8 transectes independents, quatre dels quals estan dins la Reserva (206 colònies) i quatre fora de la Reserva (203 colònies). La Taula 1 descriu les característiques i localització geogràfica d'aquests transectes.

Al llarg dels nou anys de seguiment s'han realitzat uns 3200 controls de colònies de gorgònies (Taula 2). El nombre total de colònies controlades durant l'any 1999 es de 409.

## RESULTATS

### Mortalitat per arrabassament 1999

Al llarg del any 1999, han causat baixa un total de 24 colònies de les 409 controlades. D'aquestes 24 baixes, 12 provenen dels transectes de dins la Reserva i 12 dels transectes de fora de la Reserva (Taula 3a). 7 d'aquestes 24 colònies han mort ofegades per l'epibiosi, 4 dins la Reserva i 3 fora, (Taula 3b). Les altres 17 han sigut arrabassades, 8 dins de la Reserva i 9 fora de la Reserva (Taula 3c).

En general, fins l'exercici de 1995, la mortalitat fora de la Reserva havia estat inferior a la mortalitat dins de la Reserva (Taula 4). En l'exercici d'aquest any (1999), igual que ja hem anat esmentant en els darrers anys (exercicis 1996-98), no s'observen diferències en la mortalitat de les colònies de *Paramuricea clavata* dins i fora de la Reserva. Dins la Reserva, el nombre de colònies que han causat baixa representen de l'ordre del 6 % de les colònies mostrejades, una part (2 %) de les quals han mort totalment epibiotades

Taula 3a. Percentatge de colònies que han causat baixa per any i transecte. Valor absolut (v.a.), percentage sobre el total (%).

Transecte	1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999	
	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%
6	3	6	1	2	4	9	6	14	2	4	6	11	2	4
7	5	10	4	9	3	7	1	3	1	2	4	7	5	10
8	3	6	3	6	2	5	3	7	6	12	12	24	1	2
9	2	4	0	0	2	4	4	9	4	8	6	12	4	8
10	0	0	3	6	3	6	4	9	2	4	9	18	3	6
11	0	0	3	6	4	9	5	12	3	8	8	16	3	6
12	0	0	1	2	1	2	1	2	5	11	7	14	5	10
13	0	0	0	0	2	4	4	8	1	2	6	11	1	2

b. Colònies que han causat baixa per mortalitat naturals.

6	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	2	2	5	0	0	0	0	0	0	2	4
8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	3	6	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
10	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	1	2	2	4
11	0	0	0	0	2	4	1	2	0	0	1	2	0	0
12	0	0	0	0	1	2	0	0	5	11	0	0	1	2
13	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0

c. Colònies que han causat baixa per arrabassament.

6	3	6	1	2	3	7	5	12	2	4	6	11	2	4
7	5	10	3	7	1	2	1	3	1	2	4	7	3	6
8	3	6	3	6	2	5	3	7	3	6	9	18	1	2
9	2	4	0	0	2	4	4	9	4	8	6	12	2	4
10	0	0	3	6	0	0	4	9	2	4	8	16	1	2
11	0	0	3	6	2	4	4	9	3	8	7	14	3	6
12	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	7	14	4	8
13	0	0	0	0	0	0	4	8	0	0	6	11	1	2

(Taula 4). Fora de la Reserva, el nombre de colònies que han causat baixa és també de l'ordre del 6 % de les colònies mostrejades, una part (1.5 %) de les quals ha estat també trobada totalment epibiotada. Així doncs, el percentatge de colònies arrabassades dins la Reserva ha sigut del mateix ordre que fora de la Reserva (Taula 4).

Anàlisi de la mortalitat al llarg del període 1991-1999

A la Reserva

En examinar les taxes de mortalitat anuals estimades dins de la Reserva entre els anys 1991 i 1999 veiem una pauta constant al llarg del temps caracteritzada per tres aspectes. El primer són els elevats valors absoluts de les taxes de mortalitat (7.2 % a-1); el segon és que la mortalitat per arrabassament (6.2 % a-1) és molt superior a

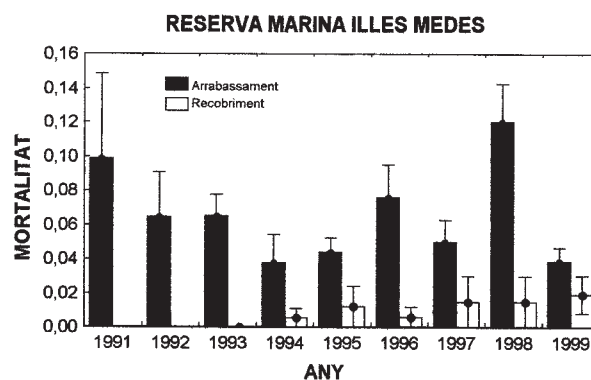


Figura 1. Taxa de mortalitat anual de la gorgònia *Paramuricea clavata* per recobriment i per arrabassament a la Reserva marina de les Illes Medes al llarg del període 1991-99.

la mort per recobriment d'epibionts (1.0 % a-1). El tercer és l'elevada variabilitat inter-anual en la taxa de mort per arrabassament (forques entre 4-12% a-1).

Taula 4. Evolució de les causes de la mortalitat dins i fora de la reserva.

RESERVA	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	93-95	96-99	TOT
Morts naturals:										
Promig (%)	0,0	0,6	1,2	0,6	1,5	2	1,9	0,6	1,4	1,0
Desviació	-	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02			
Arrabassades:										
Promig (%)	6,5	3,8	4,4	7,6	5,0	12	3,9	4,9	7,1	6,2
Desviació	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02			
NO RESERVA	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999			
Morts naturals:										
Promig	0,0	0,0	3,6	0,6	2,7	1	1,5	1,2	1,4	1,3
Desviació	-	-	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02			
Arrabassades:										
Promig (%)	0,0	3,5	1,1	7,2	3,0	14	4,5	1,5	7,1	4,7
Desviació	-	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03			

### Fora de la Reserva

L'evolució de la mortalitat de gorgònies a la zona de fora de la Reserva, seleccionada inicialment com a control de no freqüentació, presenta entre els anys 1993-1999 dos períodes clarament diferenciats (veure Fig. 2). Durant els tres primers anys (1993-95) es varen observar molt baixes taxes de mortalitat, sia per arrabassament (promig: 1.5 % a-1; forques: 0 - 4 % a-1), sia per recobriment d'epibionts (que va ser del mateix ordre que la mort per arrabassament). Durant els quatre darrers anys (període 1996-99) s'ha produït un canvi dràstic en les taxes de mortalitat, amb un increment net de la mortalitat global.

## DISCUSSIO

### La freqüentació del control de fora de la Reserva

En dissenyar el nostre programa de monitorització en 1990, i per tal d'estudiar l'efecte erosiu del buceig sobre les poblacions de gorgònies, varem cercar fons poblats amb gorgònies roges d'equivalents característiques ambientals (p.e. fondària) però que diferissin en el grau de freqüentació. Com resultava impossible trobar fons amb gorgònies poc visitats dins les Medes (excepte si eren molt fondos), varem buscar un control al punt més proper possible de la costa circumdant del Montgrí. En aquesta costa les gorgònies roges són rares i només varem trobar un petit enclau que acomplís aquestes condicions. En aquell moment (1990) el punt indicat

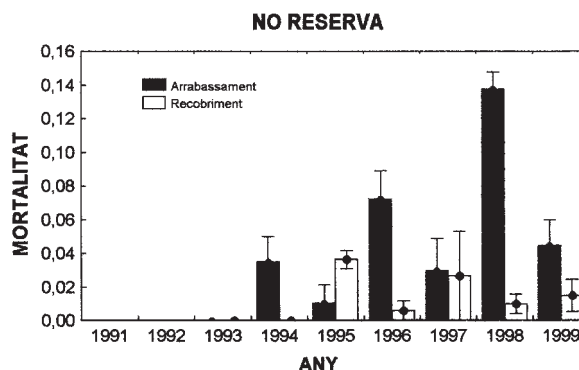


Figura 2. Taxa de mortalitat anual de la gorgònia *Paramuricea clavata* per recobriment i per arrabassament a fora de la Reserva al llarg del període 1993-99.

acomplia amb el requisit de ser poc visitat. Però a mida que s'imposava un límit al nombre d'immersions autoritzades a les Medes i que la indústria del turisme de buceig seguia creixent, aquest lloc va començar a rebre una pressió de visites creixent, fins arribar als valors actuals que probablement són propers als de molts punts de les Medes. Durant els tres últims anys aquest increment ha estat especialment accentuat. Fa anys que assenyalem que aquest punt ja no pot ser considerat com un control vàlid que representi la mortalitat natural de les gorgònies en condicions de feble pressió de buceig. Tanmateix, l'evolució temporal de la mortalitat de gorgònies en aquesta zona esdevé en sí mateix un experiment de l'efecte d'aquesta activitat.

### Causes de mortalitat.

La majoria de les gorgònies moren arrabassades. L'arrabassament es pot produir de forma

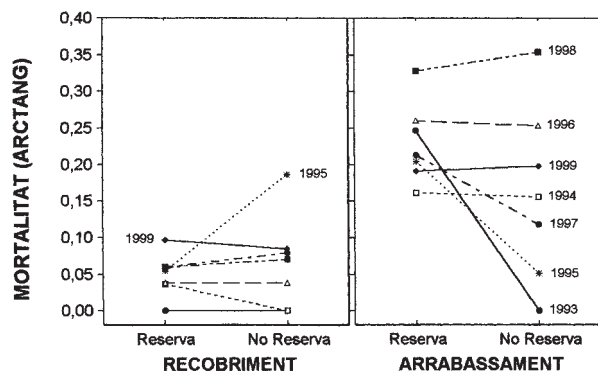


Figura 3. Taxa de mortalitat anual de la gorgònia *Paramuricea clavata* per recobriment i per arrabassament, dins i fora de la Reserva marina de les illes Medes al llarg del període 1993-99. Taxa de mortalitat expressada com a arc tang per requeriments estadístics de l'anàlisi.

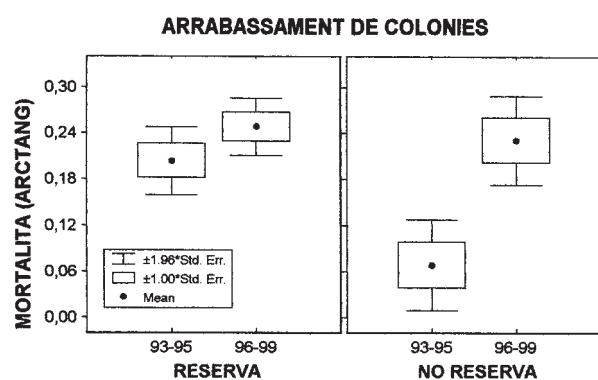


Figura 4. Taxa de mortalitat anual de la gorgònia *Paramuricea clavata* per arrabassament dins i fora de la Reserva marina de les illes Medes agrupada en els períodes 1993-95 i 1996-99. Taxa de mortalitat expressada com a arc tang per requeriments estadístics de l'anàlisi.

natural en casos de temporals excepcionals o de fragilitat del substrat al que es troben agafades les

colònies (Yoshioka i Yoshioka, 1987, 1991). Tanmateix, l'arrabassament natural per efecte de les onades és produïx principalment en les aigües més somes (i.e. fins a 10 m de fondària), d'on de forma natural es troben excloses les gorgònies a casa nostra a casa nostra a casa nostra. A les fondàries on habitualment es troba l'espècie (25–60 m), la taxa de mortalitat natural per arrabassament hauria de ser molt baixa, en congruència amb el que cap esperar de la seva baixíssima dinàmica de creixement i reclutament (Grigg, 1977; Bavestrello et al., 1986; Coma, 1994; Coma et al., 1995b; Coma et al., 1998b).

Les dades de la Taula 5, que resumeix les taxes de mortalitat anuals observades dintre i fora de la Reserva al llarg del període 1993-99, permeten fer una estimació del efecte que exerceixen sobre la taxa de mortalitat de les gorgònies els actuals nivells de freqüentació per escafandristes. Les dades mostren que la mort per recobriment no varia al llarg del període estudiat, ni entre anys, ni entre dins i fora de la Reserva (veure Fig. 3a), mostrant que aquesta causa de mort no es veu afectada per les visites dels escafandristes (almenys durant aquest període de temps). Això ens permet proposar una taxa anual promig de mortalitat per recobriment del 1.2 %, aplicable tant dins com fora de la Reserva. En quant a la mort per arrabassament, la Taula 5 mostra de forma sintetitzada els dos punts que cal destacar:

- que durant el període 1993-95 la mort per arrabassament va ser molt superior dins (4.9 % a-1) que fora de la Reserva (1.5 % a-1); i
- el dràstic increment que es produeix en la mortalitat fora de la Reserva durant el període 96-99, fent-la similar als valors de dins la Reserva.

Taula 5. Estimació del efecte de la freqüentació sobre les gorgònies en funció de les dades de mortalitat anual del període 1993-99.

Causa	RESERVA 1993-99		Promig	NO RESERVA 1993-99		TOTAL Promig
Recobriment	1,0%			1,3%		1,2%
Arrabassament	1993-95	1996-99	6,2%	1993-95	1996-99	7,1%
	4,9%	7,1%		1,5%	7,1%	
Mortalitat natural	Recobriment	1,2%	2,7%			
	Arrabassament	1,5%				
Mortalitat sota nivells actuals de freqüentació	Recobriment	1,2%	7,4%			
	Arrabassament	6,2%				

A què es degut aquest canvi en la mortalitat de les gorgònies fora de la Reserva ?

Al llarg dels dos períodes la taxa de mortalitat per arrabassament dins la Reserva ha estat del mateix ordre. El canvi es produeix en la taxa de mortalitat de la zona de no Reserva i es degut a l'augment de la mort per arrabassament (promig: 8.1 % a-1; forques: 4-14% a-1); com ja hem assenyalat, la taxa de mortalitat per epibiosi no ha canviat (1.5 % a-1).

Així, assumint que la taxa de mortalitat natural per arrabassament fos la observada fora de la Reserva durant el període de temps 1993-95 (1.5 % a-1), podem proposar que la taxa de mortalitat total per causes naturals seria del ordre del 2.7 % anual (recobriment: 1.2 % a-1, arrabassament: 1.5 % a-1). En contraposició, la taxa de mortalitat total sota els actuals nivells de freqüentació seria del 7.4 % a-1, el que inclou la mateixa taxa de mort per recobriment (1.2 % a-1) i el promig de la taxa de mortalitat per arrabassament durant el període 1993-99 (6.2 % a-1). Aquest càlcul ens permet determinar que els elevats nivells de freqüentació per escafandristes tripliquen la mortalitat natural de les gorgònies (Taula 5).

Què impliquen aquests valors de mortalitat? Per entendre'ls hem de considerar-los en el context demogràfic de l'espècie, en referència a la taxa de creixement somàtic, i a la taxa de reclutament. Tal com ja apuntàvem en la introducció, estudis paral·lels (Coma et al. 1998a, conjuntament amb l'estudi a llarg termini encara en curs) han permès estimar que la gorgònia *Paramuricea clavata* és una de les espècies amb taxa de creixement més baixa de totes les espècies examinades fins al moment (veure Taula 5 en Coma et al. 1998a), amb un increment en alçada inferior a 1 cm per any.

Des de 1991 estem estimant els episodis anuals de reclutament de l'espècie. Al llarg d'aquest període el reclutament anual ha estat bastant variable entre anys, oscil·lant entre el 2 i 12 % de la població. Aquest model de reclutament (normalment baix però amb elevada variabilitat entre anys) es una característica pròpia d'espècies longeves i de baixa dinàmica, com son les gorgònies i els coralls. De forma temptativa, podem proposar una taxa promig de reclutament de 7% a-1.

El 7.4 % de mortalitat per a la Reserva enfront del valor preliminar de reclutament del 7 % podria suggerir un cert equilibri entre ambdós paràmetres. Tanmateix, hem de recordar que el seguiment de la mortalitat està centrat en colò-

nies de més de 10 cm d'alçada màxima. Per tant estem parlant de la substitució de colònies grans per petites colònies just post-asetades, i per tant d'una gran pèrdua de biomassa. A més, les colònies petites només inverteixen en creixement; i no és fins que assoleixen una alçada superior als 10 cm que comencen a invertir també en reproducció (Coma et al. 1995, 1998b). Encara més greu, i tal com succeeix en moltes altres espècies longeves i de baixa dinàmica (Grigg 1977), la mortalitat dels estadis juvenils pot ser molt superior a la dels estadis adults. Un estudi paral·lel al seguiment, iniciat al 1997, ens ha permès comparar la mortalitat de les colònies de mida inferior a 10 cm amb les de mida superior pel període anual 1997-99. Aquests resultats preliminars suggereixen que, tal com era esperable, la mortalitat de les colònies de menys de 10 cm es molt superior a la de les colònies grans. Tot plegat, la dinàmica demogràfica de les gorgònies roges de les Medes denota una preocupant pèrdua de densitat, biomassa i capacitat reproductora.

## CONCLUSIONS

Dins la Reserva de les Illes Medes, la mort de les gorgònies es produeix bàsicament per arrabassament de les colònies, en contraposició a altres formes de mortalitat (p.e. recobriment per altres organismes) que es reconeixen amb claredat perquè la gorgònia roman fixada al fons. La importància de l'arrabassament, procés observat i quantificat des de l'inici d'aquest seguiment (1990-91), ens es confirmada cada any per la reiterada observació de gorgònies mortes acumulades al fons.

La millor estima existent sobre la magnitud de la mortalitat per arrabassament natural prové de les dades recollides fora de la Reserva durant el període 1993-95, i confirma que aquesta és molt moderada.

La mortalitat per recobriment d'altres organismes, sigui amb necrosi prèvia dels teixits, o per "l'ofegament" dels pòlips després d'un llarg procés de competència amb els epibionts (p.e. algues, celenteris, briozous, poliquets, etc.), és l'altra causa principal de mortalitat natural, i aporta valors del mateix ordre. Aquesta mortalitat natural per recobriment d'epibionts podria veure's indirectament afavorida per activitats humanes com l'eutrofització de l'aigua o la contaminació per agents tòxics, com demostra l'episodi de mortalitat en massa descobert a les costes

del Mar Lligur durant l'estiu de 1999. Tanmateix, a casa nostra la mort per necrosi i/o epibiosi no és actualment una causa de mortalitat important. En canvi, la reiterada observació del procés erosiu (involuntari) que suposa el pas dels escafandristes, permet atribuir amb certitud un origen humà a la mortalitat per arrabassament de les gorgònies roges de les Medes. Aquesta mortalitat afegida suposa multiplicar per tres la mortalitat natural i és responsable, per tres vies diferents (densitat, biomassa i reclutament) del evident desequilibri entre els paràmetres demogràfics de l'espècie.

Aquests resultats venen a confirmar les conclusions d'altres estudis realitzats a les Illes Medes amb el briozou de la mateixa comunitat *Pentapora fascialis* (Sala et al. 1996, Garrabou et al. 1998). Tots dos estudis suggereixen que els actuals nivells de freqüentació de les Illes Medes podrien estar provocant important perjudicis sobre el Patrimoni Natural submarí (i ara veiem que el mateix pot estar succeint a alguns sectors de la costa del Montgrí). La preocupació prové no sols dels nivells d'erosió detectats sobre aquestes dues espècies, sinó dels efectes paral·lels que inevitablement es deuen estar produint sobre el conjunt de la comunitat del coral·lígen. La baixa dinàmica (Garrabou, 1997) de la major part d'espècies que la componen, fa del coral·lígen probablement una de les comunitats amb més lenta capacitat de recuperació i per tant una de les més vulnerables a l'erosió induïda per la freqüentació dels escafandristes.

## BIBLIOGRAFIA

- Ballesteros, E., Coma, R., Dantart, L., Diaz, D., Hereu, B., Martiny, L. et M. Zabala. 1999. Étude de l'impact de la plongée sous marine sur le coralligène. Protocole d'observation et études comparatives entre espaces protégés. Projet TOTAL. Rapport de mission a Port-Cros. Novembre 1999. 26 pp.
- Bavestrello, G., and F. Boero, 1986. Necrosi e regenerazione in *Eunicella cavolinii* (Anthozoa, Cnidaria) in Mar Ligure. Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, 52 suppl.: 295-300.
- Bavestrello, G., Bertone, S., Cattaneo-Vietti, C., Cerrano, C., Gaino, E., and D. Zanzil, 1994. Mass mortality of *Paramuricea clavata* (Anthozoa, Cnidaria) on Portofino promontory cliffs (Ligurian Sea). Mar. Life, 4: 15-19.
- Coma, R., 1994. Evaluación del balance energético de dos especies de cnidarios bentónicos marinos. PhD Thesis, Université de Barcelone, 247 pp.
- Coma, R., Ribes, M., Zabala, M., and J.M. Gili. 1995a. Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 117: 173-183.
- Coma, R., Zabala, M. and Gili, J.M. 1995b. Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 115: 185-192.
- Coma, R., Ribes, M., Zabala, M. and Gili, J.M. 1998a. Growth in a modular colonial marine invertebrate. Estuar. Coast. Shelf Sci., 47: 459-470.
- Coma, R., Ribes, M., Gili, J.M. and Zabala, M. 1998b. An energetic approach to the study of life-history traits of two modular colonial benthic invertebrates. Mar. Ecol. Prog. Ser. 162: 89-103.
- Harmelin, J.-G., and J., Marinopoulos, 1994. Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the North-Western Mediterranean (France, Port Cros Island). Mar. Life, 4(1): 5-13.
- Garrabou, J. 1997. Structure and dynamics of north-western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient: a Geographical Information System (GIS) approach. Ph D Thesis. Université de Barcelone. 214 pp.
- Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A. and Zabala, M. 1998. The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. Conserv. Biol., 12: 302-312.
- Grigg, R.W. 1977. Population dynamics of two gorgonian corals. Ecology 58: 278-290.
- Margalef, R. 1974. Ecología. Ed. Omega. Barcelona.
- Mistri, M., and V.U., Ceccherelli, 1993. Growth of the Mediterranean gorgonian *Lophogorgia ceratophyta* (L.1758). P.S.Z.N.I., Mar. Ecol., 14: 329-340.
- Mistri, M., and V.U., Ceccherelli, 1994. Growth and secondary production of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 103 : 291-296.
- Pianka, E.R. 1970. On r- and k-selection. Am. Nat., 104: 592-599.
- Rivoire, G., 1991. Mortalité du corail et des gorgones en profondeur au large des côtes provençales. In : Les espèces marines à protéger en Méditerranée. Boudouresque, C.-F., Avon, M., and V. Gravez eds. GIS Posidonie publ.,pp 53-59.
- Sala, E., Garrabou, J. and Zabala, M. 1996. Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. Mar. Biol., 126:451-459.

- Yoshioka, P.M., and B.B., Yoshioka, 1987. Variable effects of Hurricane David on the shallow-water gorgonians of Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.*, 40 : 132-144.
- Yoshioka, P.M, and B.B.,Yoshioka, 1991. A comparison of the survivorship and growth of shallow-water gorgonian species of Puerto Rico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 69 : 253-260.
- Weinberg, S. 1991. Faut-il protéger les gorgones de Méditerranée. *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*. Boudouresque C.F, Avon M., & Gravez V. (edit.), GIS Posidonie publ., Fr., 47-52.