

# SEGUIMENT TEMPORAL DE LA GORGONIA *Paramuricea clavata* DE LES ILLES MEDES. EXERCICI 2002.

Rafel Coma<sup>1</sup>, Cristina Linares<sup>2</sup>, Emilià Pola i Mikel Zabala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC). Ctra de Sant Berbara s/n. Blanes 17300, Girona

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

## INTRODUCCIÓ

L'objectiu d'aquest apartat del programa de monitorització del patrimoni natural de l'Àrea Marina Protegida (d'ara endavant AMP) de les Illes Medes és estudiar l'evolució demogràfica de les poblacions de la gorgònia roja *Paramuricea clavata*. La gorgònia roja *Paramuricea clavata* és una espècie que ve ser seleccionada com objectiu de monitorització del Patrimoni Natural submarí de les Illes Medes degut a tres raons principals. És un dels elements que més contribueix a la bellesa dels paisatges submarins coral. lígens pels que les Illes Medes són tan renombrades entre els bussejadors; en aquest sentit té un valor patrimonial extraordinari i econòmicament explícit. A més, aquesta gorgònia és una espècie ecològicament important pels ecosistemes bentònics als que contribueix com espècie enginyera (o arquitecta) aportant molta de la seva estructura tridimensional, biomassa i complexitat. Per últim, la gorgònia roja resulta molt adequada pels objectius de monitorització d'un espai protegit que, en estar basats en censos visuals, reclamen d'una banda espècies grans, abundants i representatives del sistema, i de l'altra que tinguin prou sensibilitat a les pertorbacions com per a ser bones indicadores de la "salut" de l'ecosistema.

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 espècie d'alta longevitat, baixa taxa de creixement somàtic, edat de primera reproducció molt tardia, i taxes de reclutament anuals molt baixes (Coma et al. 1995a,b, 1998, informe 2001). Aquests treballs 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 és

situa en promig per sota de 1 cm, essent donç una de les espècies més longeves i de creixement més lent de les comunitats bentòniques de substrat rocós mediterrani. S'estima que un exemplar de 60 cm d'alçada té a les Illes Medes 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 exhibir uns valors dels paràmetres demogràfics de reclutament i mortalitat baixos i controlats (Margalef 1984, Lasker 1990, Yoshioka 1994) en concordància amb l'ambient circalitoral (fons) en què viuen on les grans pertorbacions ambientals (temporals, minves, canvis de temperatura, baixades de salinitat, contaminació per aigües continentals menys denses, ...) no deuen existir o són events de molt baixa freqüència.

Recentment, un esdeveniment de baixa freqüència però elevada intensitat va afectar les poblacions circalitorals d'esponges, gorgònies, tunicats i briozous a la costa lligur italo-francesa, entre Portofino i Marsella (Cerrano et al. 2000, Perez et al. 2000). Aquest esdeveniment va ser enormement nociu per a les poblacions de gorgònies roges i hom estima que varen morir molts milers d'exemplars; centenars de milers més varen quedar afectats i es va perdre més del 60 % de la biomassa total de les poblacions situades a menys de 35 metres de fondària (Cerrano et al. 2000, Perez et al. 2000, Coma et al. 2001). Encara que aquell episodi, que hom ha associat a un escalfament inusualment persistent de la capa d'aigua soma resultant de l'estratificació estival (Romano et al. 2000), no va afectar a les poblacions de l'AMP de les Illes Medes, res no garanteix que nous episodis no es repeteixin amb freqüència creixent degut al procés d'escalfament global.

A les poblacions de gorgònies roges de les Illes Medes les causes de mortalitat accidental més freqüents semblen ser unes altres. Si bé és cert que durant el seguiment dels darrers deu anys (1991-2001) hom ha observat episodis de mortalitat en massa per necrosi seguida de posterior epibiosi dels teixits necrosats, aquests events varen ser sempre puntuals en el temps i d'una extensió molt moderada (p.e. mortalitat de 1992 al Salpatxot: menys de 0,05 Ha afectades, veure informe any 1992). En canvi, la presència repetida i intensiva de bussejadors ha fet progressar una altra causa de mortalitat que no per involuntària resulta menys preocupant. A diferència de la mort per necrosi en la qual els esquelets morts de les gorgònies romanen llarg temps visibles a la comunitat, la mortalitat induïda pels escafandristes produeix la desaparició immediata de tota (o part de) la colònia que resulta arrabassada per la tracció o per l'excés pes carregat sobre ella. És això realment greu? L'erosió involuntària produïda pels bussejadors és molt menys agressiva que un episodi de mortalitat en massa com el que acabem d'esmentar; però quan la freqüència i intensitat del buceig són tan elevades com és el cas de les Medes té l'inconvenient d'actuar constantment. El resultat final pot ser tan o més catastròfic, encara que la visió habitual de dues o tres colònies arrencades sobre el fons no ens sembli preocupant a primera vista.

El programa de monitorització de la gorgònia *Paramuricea clavata* va ser iniciat al 1990 amb el marcatge de parcel·les fixes que aportaren informació sobre la densitat i estructura de talles de les poblacions de l'espècie a l'AMP. Al primers anys es va detectar una alarmant taxa de mortalitat en les àrees més freqüentades. Per tal de confirmar aquest alarmant resultat varem decidir un reorientament de l'esforç de la monitorització cap a la problemàtica de la mortalitat. El nostre disseny experimental va plantejar comparar la taxa de mortalitat en dues àrees sotmeses a diferent intensitat de buceig. Per això varem buscar una zona poc bucejada fora de la reserva (control). La lògica del disseny era mostrar que els elevats nivells d'intensitat de buceig a la AMP haurien de causar taxes de mortalitat més elevades que les observades en la zona control (poc bucejada). Sent la taxa anual de mortalitat un valor baix, es necessita de l'estudi d'una mostra poblacional elevada per a garantir la significació de les diferències observades entre diferents situacions experimentals. L'acumulació d'evidències al llarg

d'una sèrie d'anys ens va semblar la única forma prudent d'establir les relacions de causalitat. Aquest estudi va durar 9 anys, des del seu inici al 1992 fins el any 2000 i va mostrar clarament que els elevats nivells d'intensitat de buceig a l'AMP provoquen un augment de la taxa de mortalitat natural de *Paramuricea clavata*. L'efecte ha pogut ser quantificat i mostra que els actuals nivells de buceig de l'AMP provoca multiplicar per 3 la taxa de mortalitat natural de l'espècie (informe any 2000). L'any 2001, varem intentar examinar les conseqüències a llarg plaç d'aquest increment en la taxa de mortalitat. Per a això varem tornar a examinar les parcel·les fixes que havíem marcat al inici d'aquesta monitorització (informe any 1990). Aleshores varem utilitzar tota la informació provinent d'aquesta monitorització i dels treballs de recerca paral·lels recollida des del 1990 sobre el paràmetres demogràfics de la espècie per a alimentar un model que permetés simular l'evolució de la població en el futur. El model consisteix en un procés markovià de transició a partir de l'estructura poblacional inicial i dels valors dels paràmetres demogràfics que descriuen la dinàmica de l'espècie (informe 2001). La comparació de les dades sobre la densitat i l'estructura de la població de *Paramuricea clavata* amb l'evolució de la població simulada pel model per a l'any 2001 varen confirmar la parsimoniosa demogràfia de les poblacions de l'espècie. Aquest any l'esforç de la monitorització s'ha centrat en examinar la densitat i l'estructura de talles de les colònies de les parcel·les fixes remarcades al any 2001 a l'AMP donat que, un cop identificats els principals agents que afecten la dinàmica demogràfica de l'espècie, l'evolució de les parcel·les en proporciona la informació actualitzada sobre l'estat de les poblacions de la gorgònia *Paramuricea clavata* a l'AMP.

## MÉTODES

Actualment, la monitorització de les poblacions de *Paramuricea clavata* a l'AMP es basa en el seguiment de 5 parcel·les fixes (Fig. 1). Els límits de les parcel·les de varen ser marcats amb cargols de plàstics que foren instal·lats sobre la roca amb massilla de dos components. Això, facilita la localització de les parcel·les en controls posteriors. A més, els cargols permeten l'anclatge de gomes elàstiques entre els diferents angles de la parcel·la i aquesta instal·lació temporal facilita la

visualització de l'àrea mapada i l'obtenció de dades. La localització exacta de les colònies dins de la parcel·la es mapada en àrees de 40x40 cm. El mostreig és totalment incruent i consisteix en mesurar la llargada màxima i el grau d'epibiosi de totes les colònies presents dins de la parcel·la. Això ens permet determinar el paràmetres demogràfics bàsics de la població com son el nombre de naixements (reclutament) i morts

(mortalitat), i el creixement. L'àrea inicialment (1990) balisada en cadascuna de les estacions tenia la forma d'un sol quadre de 1 m<sup>2</sup> ; per tal de facilitar la tasca de mapat i per augmentar la representativitat de la mostra, aquesta superfície va ser redissenyada i ampliada durant la repetició del any 2001 a una parrilla de 20 (10x2) quadres contigus de 40x40 cm<sup>2</sup> de superfície/quadre, el que suposa una superfície total de 3.2 m<sup>2</sup>.

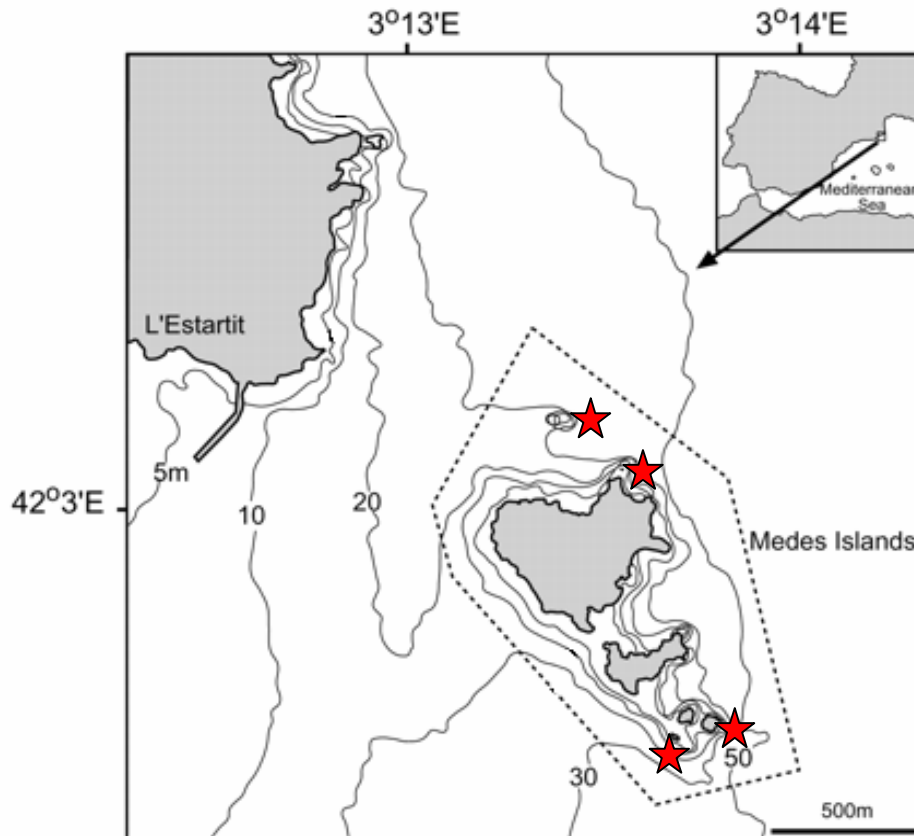


Fig. 1. Localització de les parcel·les fixes que estan essent objecte de seguiment per a la monitorització de les poblacions de la gorgònia *Paramuricea clavata*.

## RESULTATS

Les Figures 2, 3, 4 i 5 contrasten les estructures de talles observades aquest any a les diferents parcel·les amb les del any 2001. L'estructura de talles de les colònies varia en algunes de les parcel·les. Però, no s'observen dràstiques

variacions en l'estructura de les talles de les diferents parcel·les entre ambdós anys.

Els anys de monitorització de la gorgònia *Paramuricea clavata* conjuntament amb els estudis paral·lel de la seva biologia i ecologia ens han mostrat que els paràmetres demogràfics de l'espècie presenten una elevada variabilitat tan en l'espai com en el temps. Degut a aquest fet,

mentres els resultats de les diferents parcel·les no mostri pautes clares de diferenciamnt, seran considerades com a répriques de cara a aportar una

imatge única i més representativa de l'evolució dels paràmetres demogràfics de les poblacions de la gorgònia *Paramuricea clavata* a l'AMP.

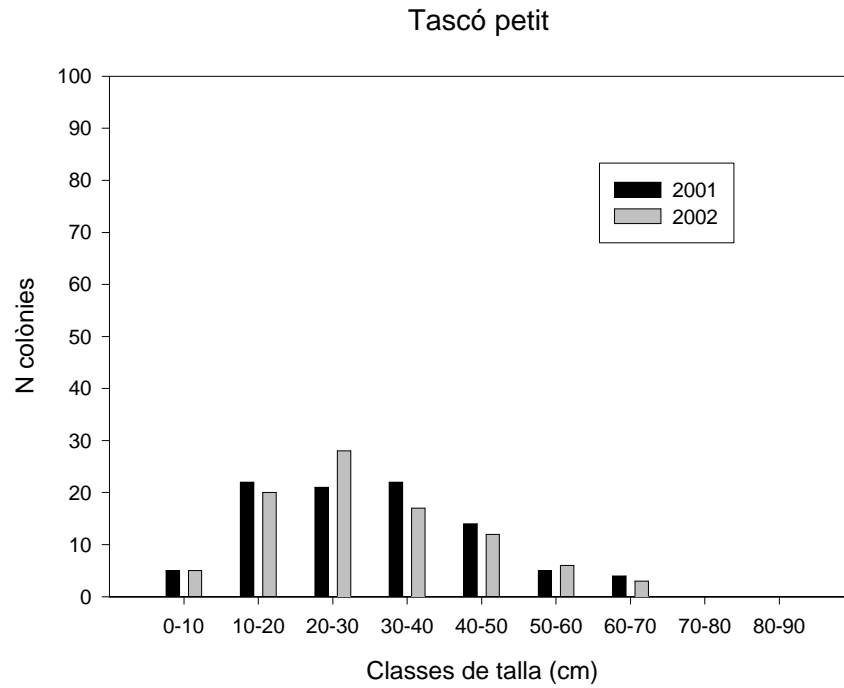


Fig. 2. Comparació de les estructures de talles observades als anys 2001 i al 2002 a la parcel·la del Tascó petit.

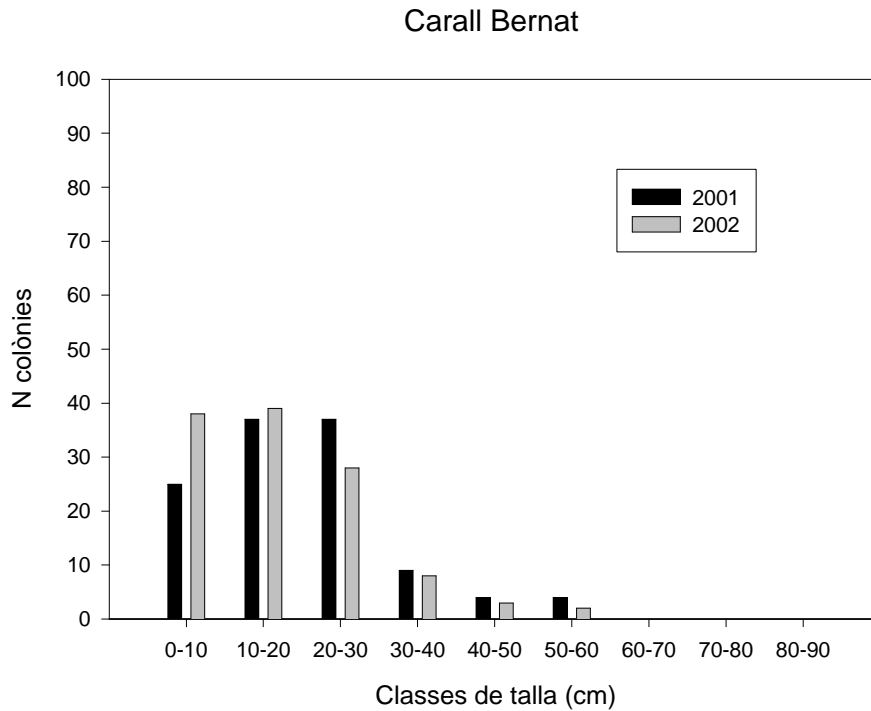


Fig. 3. Comparació de les estructures de talles observades als anys 2001 i al 2002 a la parcel·la del Carall Bernat.

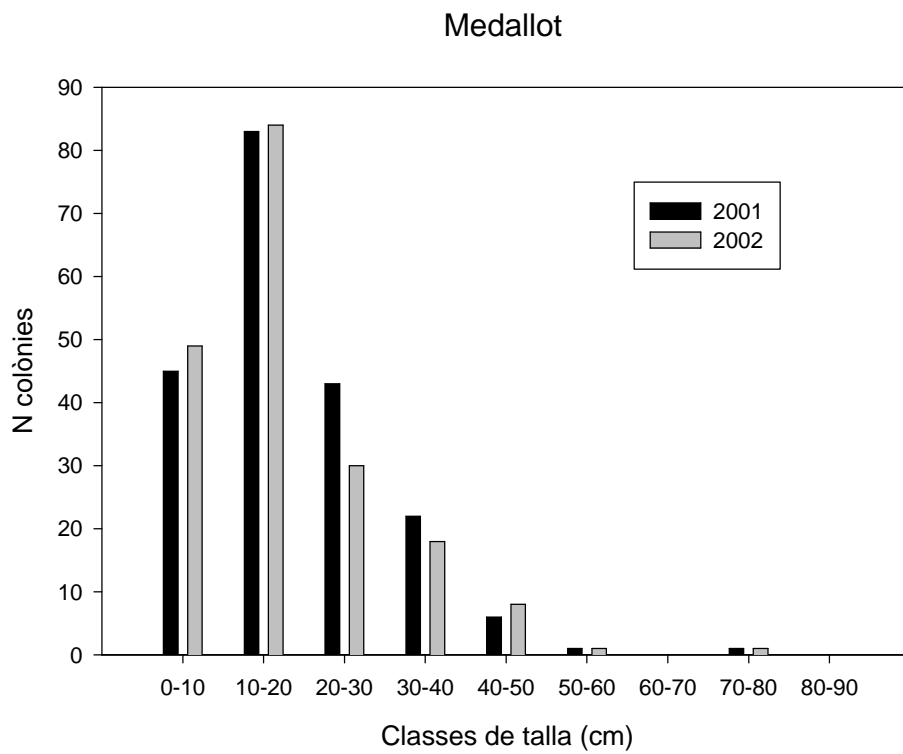


Fig. 4. Comparació de les estructures de talles observades als anys 2001 i al 2002 a la parcel.la del Medallot.

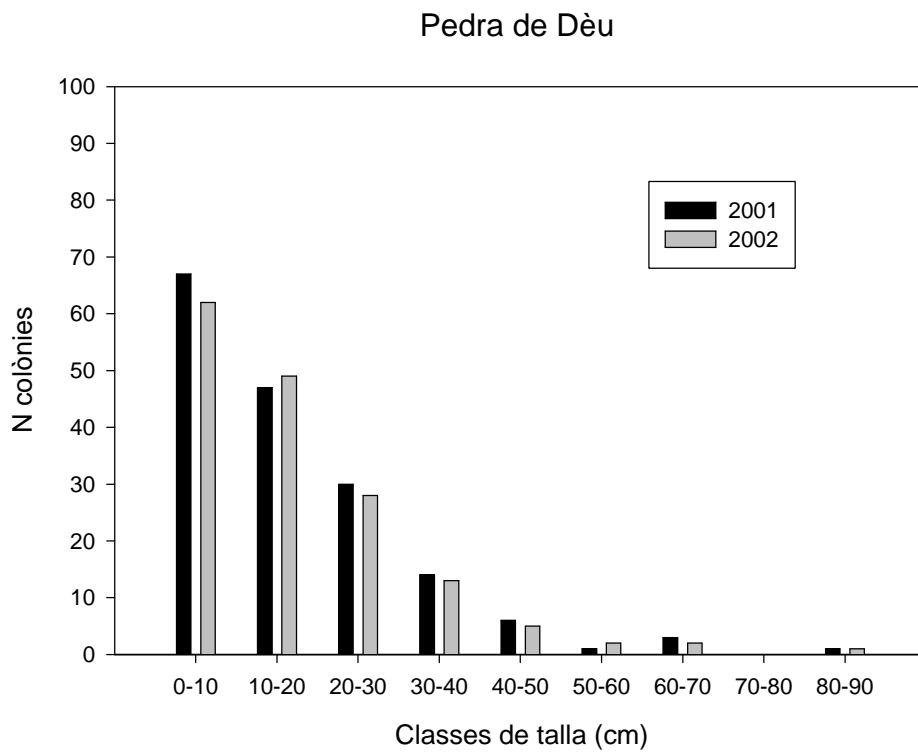


Fig. 5. Comparació de les estructures de talles observades als anys 2001 i al 2002 a la parcel.la de la Pedra de Dèu.

La taxa de mortalitat promig que hem observat aquest any a les parcel·les ha estat de  $6.9 \pm 2.1$  % (mitjana desviació  $\pm$  desviació estandard). La mortalitat per recobriment de les colònies de *Paramuricea clavata* per altres organismes ha estat del  $0.5 \pm 2.1$  % afectant principalment a les colònies grans (Taula 1). La major contribució a la mortalitat de les colònies prové de la mort per

arrabassament (6.4 %) que ha afectat més a les colònies grans ( $> 10$  cm, 4.3%) que a les petites ( $< 10$  cm, 2.1%, Taula 1). La taxa de reclutament promig que hem observat aquest any a les parcel·les ha estat de  $1.9 \pm 1.1$  reclutes per m<sup>2</sup> (mitjana desviació  $\pm$  desviació estandard), que representa un entrada de noves colònies a la població del  $3.7 \pm 1.9$  %.

Taula 1. Mortalitat i reclutament de les colònies de la gorgònia *Paramuricea clavata* observat en les diferents parcel·les fixes a l'AMP.

#### Taxa de mortalitat (percentatge anual)

	Total	Recobriment		Arrabassament	
		<10cm	>10 cm	<10cm	>10 cm
<b>Tascó Petit</b>	4,2	0,0	0,0	0,0	4,2
<b>Carall Bernat</b>	6,3	0,0	0,8	0,8	4,7
<b>Medallot</b>	8,6	0,0	0,0	2,4	6,2
<b>Pedra de Dèu</b>	8,4	0,0	1,1	5,1	2,2
<b>Promig</b>	6,9	0,0	0,5	2,1	4,3

#### Taxa de reclutament anual

	Superfície (m <sup>2</sup> )	N total colònies	N reclutes	Percentatge %	Densitat (Colònies/m <sup>2</sup> )
<b>Tascó Petit</b>	3,2	95	1	1,1	0,3
<b>Carall Bernat</b>	3,2	127	7	5,5	2,2
<b>Medallot</b>	3,2	210	9	4,3	2,8
<b>Pedra de Dèu</b>	3,2	178	7	3,9	2,2
<b>Promig</b>				3,7	1,9

## DISCUSSIÓ

La variabilitat en les estructures de talles de les diferents parcel·les es un fet que ha estat identificat des de l'inici d'aquesta monitorització i que molt probablement es fruit de l'elevada variabilitat espacio-temporal present en el reclutament i la mortalitat d'espècies amb característiques de alta longevitat i baix creixement tals com *Paramuricea clavata* (Coma et al. 1998) i altres espècies semblants (Garrabou 1999, Garrabou & Harmelin 2002).

Els resultats d'aquest any mostren una taxa de mortalitat total anual d'un 6.9%. Aquesta taxa de mortalitat anual ha estat deguda principalment al arrabassament de colònies (6.4%), el qual ha més

alt en colònies grans ( $>10$  cm, 4.3%) que en les petites ( $<10$  cm, 2.1%). La mortalitat per recobriment ha estat baixa (0.5%) i ha afectat tan sols a les colònies grans. Per contrastar les estimes d'aquest any amb les d'anys precedent hem de tindre en compte que les estimes de mortalitat en els anys precedent feien referència a colònies de grans ( $>10$  cm). Tenint en compte aquest fet, la mortalitat per arrabassament en colònies grans estimada aquest any a l'AMP (4.3%) es inferior al promig dels valors observats des del inici de la monitorització a la reserva (6.2%). No obstant, el valor observat aquest any (4.3%) es molt superior al estimat com a taxa natural de mort per arrabassament en poblacions poc sotmeses a la

sobrefreqüentació per part de l'home (1.5%) (veure informe any 2000).

La taxa anual de reclutament estimada (3.7 %) ha estat inferior al promig observat durant els darrers anys (7%), però dins del rang normal de valors estimats des del inici del seu estudi (0-12%, veure informe any 2000).

Les estimes d'aquest any indiquen un balanç poblacional negatiu en el sentit de que l'entrada de noves colònies a la població (reclutament) ha estat inferior al de la sortida de colònies de la població (mortalitat). Aquest fet no ha de ser preocupant a nivell de un any concret. Hauria de començar a ser més preocupant el fet de que aquest balanç ha estat essent negatiu durant els darrers 10 anys. No obstant, tots els estudis fins el moment apunten al fet de que l'estrategia demogràfica de les gorgònies no es basa en el balanç d'uns pocs anys sino en un balanç a llarg termini (Lasker 1990, Yoshioka 1994, Garrabou & Harmelin 2002). En aquest sentit, una característica comuna dels paràmetres demogràfics de les gorgònies es que el reclutament es normalment baix i sols molt de tan en tant es produeixen episodis importants de reclutament elevat. D'aquí que la baixa mortalitat de les colònies adultes tingui un paper fonamental en el manteniment de les poblacions d'espècies d'elevada longevitat com es el cas de *Paramuricea clavata*. Així doncs, tan la raresa de reclutament com la baixa mortalitat de les colònies adultes ajuden a entendre la parsimoniosa dinàmica demogràfica de les poblacions de l'espècie. Aquestes característiques son conseqüents amb la dinàmica de l'ambient circalitoral que està sotmés a relativament poques e infreqüents perturbacions ambientals. Però, es en aquesta parsimoniosa dinàmica demogràfica on rau la fragilitat de l'espècie. Els baixos valors de mortalitat natural de les colònies grans jugen un paper fonamental en la demografia de les espècies de vida llarga com *Paramuricea clavata* perquè atenuen els efectes de llargs períodes de reclutament molt baix i de l'elevada mortalitat natural de les colònies petites. Es per això que un petit increment en la taxa de mortalitat anual de les colònies grans pot produir efectes a llarg termini insostenibles per a la població si es manté al llarg d'un període llarg de temps, com es el cas de l'elevada intensitat de buceig.

## BIBLIOGRAFIA

- Cerrano, C., Bavestrello, G., Bianchi, C.N., Cattaneo-Vietti R., Bava, S., Morganti, C., Morri, C., Picco, P., Sara, G., Schiaparelli, S., Siccardi, A. & F. Sponga, 2000. A Catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters*, 3: 284:293.
- Coma, R., J.M. Gili & M. Zabala &, 1995a. Reproduction and cycle of gonadal development in the the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata* . *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 117: 173-183.
- Coma, R., M. Zabala & J.M. Gili, 1995b. Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata* . *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 117: 185-192.
- Coma, R., M. Ribes, M. Zabala & J.M. Gili, 1998. Growth in a modular colonial marine invertebrate. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 47: 459-470. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 162: 89-103.
- Coma, R., Dantart, L., Diaz, D, Garrabou, J., Hereu, B, Linares, C. & M. Zabala, 2001. Mass mortality and recover of red gorgonian (*Paramuricea clavata*) in the Port-Cros Marine National Park (Var, FRANCE). *Projet TOTAL. Rapport de mission a Port-Cros.*
- Garrabou, J., 1999. Life-history traits of *Alcyonium acaule* and *Parazoanthus axinellae* (Cnidaria, Anthozoa), with emphasis on growth. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 178: 193-204.
- Garrabou, J., Harmelin, J.G., 2002. A 20-year study on life-history traits of a harvested long-lived temperate coral in the NW Mediterranean: insights into conservation and management needs. *J Animal Ecol.* 71: 966-978.
- Lasker, H.R., 1990. Clonal propagation and population dynamics of a gorgonian coral. *Ecology* 71: 1578-1589.
- Margalef, R., 1984. *Ecología*. Omega. Barcelona.
- Perez, T., Garrabou, J., Sartoreto, S., Harmelin, J.G., Francour, P. & J. Vacelet, 2000. Mass mortality of marine invertebrates: an unprecedented event in the North Occidental Mediterranean. *C.R. Acad. Sci. Paris.* 323(10): 853:865.
- Romano, J-C., Bensoussan, N., Younes, W.A.N., & D. Arlhac, 2000. Anomalie thermique dans les eaux du golfe de Marseille durant l'été 1999. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 323 : 415-427.
- Yoshioka, P.M., 1994. Size-specific life history pattern of shallow-water gorgonian. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 184: 111-122.