

# REPRODUCCIÓ DEL MERO *Epinephelus marginatus* A LES ILLES MEDES DURANT L'ESTIU 1997

Lluís Dantart<sup>2</sup>, Antoni Garcia-Rubies<sup>3</sup>, Quim Garrabou<sup>1</sup>, Bernat Hereu<sup>1</sup>, Marc Marí<sup>1</sup>, Josep Pascual<sup>5</sup>, Anna Sabatés<sup>4</sup> i Mikel Zabala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Diagonal, 645. 08028, Spain

<sup>2</sup>Departament de Biologia Animal, Unitat de Zoologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Diagonal, 645. 08028, Spain

<sup>3</sup>Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC). Camí de Sta. Barbara s/n. 17300 Blanes.

<sup>4</sup>Institut de Ciències del Mar. CSIC. Passeig Joan de Borbó s/n. 08013 Barcelona. Spain

<sup>5</sup>Carrer Sta. Anna, 13.17258 L'Estartit (Girona). Spain.

## INTRODUCCIÓ

L'estiu de 1996 es va observar per primera vegada la reproducció del mero *Epinephelus marginatus* (Lowe 1837) a les Illes Medes. Encara que molts detalls dels que envolten la fresa es varen observar en aquella ocasió (Zabala et al., 1997 a; Zabala et al., 1997b), la inesperada ocurrència de l'episodi, en agafar-nos desprevinguts, ens va privar d'observar molts d'altres. De forma que durant la campanya de seguiment de 1997 varem decidir realitzar un esforç suplementari per a aquest objectiu. En particular ens interessava abordar dues qüestions diferents, una referida al comportament dels progenitors, l'altra referida a les postes i al comportament larvari.

L'any precedent, el període de postes que hom va poder observar va durar només cinc dies del mes d'Agost (dies 16 a 21), i ens va semblar sospitosament vinculat a la fase llunar de lluna nova (que va tenir lloc el dia 15). La vinculació no sembla gratuïta per quant es sap que altres espècies de meros tropicals sincronitzen les seves postes al voltant de fases llunars definides (Colin et al., 1992; Tucker et al., 1993; Samoilyis and Squire, 1994; Sadovy et al., 1994). D'altra banda hom sap que la majoria dels meros, de distribució circumtropical, es reproduïen quan la temperatura de l'aigua del mar assoleix un rang de valors bastant estret, en general entre 22 i 26 °C (Tucker et al., 1993). Hom havia suggerit que la (suposada ?) fallida de la reproducció del mero mediterrani en aigües del Mediterrani NW podia ser deguda a unes temperatures estivals insuficientment càlides (Chauvet, 1991; GEM, 1996). Les observacions de 1996 a les Illes

Medes semblaven corroborar aquesta possibilitat, ja que la fresa es va produir precisament la setmana que l'aigua de mar superficial assolí els seus màxims anuals (Zabala et al., 1997a). Però les mateixes observacions varen permetre comprovar que, en el rang de fondàries on es situa la majoria dels territoris dels mascles reproductors (20-30 m), podien succeir-se oscil·lacions tèrmiques superiors a 6 °C en el curs d'unes poques hores o dies, a causa de la proximitat del límit superior de la termoclina i a un règim de corrents molt variable en aquesta època de estratificació termo-halina. Com l'episodi de fresa observat en 1996 no va ser un fet continu, d'intensitat sostinguda, sino més aviat un procés irregular, ple d'alts i baixos, hom es preguntava fins quin punt els canvis sobtats del règim de corrents i temperatures podien governar aquest procés.

D'altra banda, resulta evident l'interès que té tant per al coneixement general com per l'aplicat (piscicultura, repoblació, gestió de vedes), la descripció d'un dels aspectes més desconeguts de la biologia del mero mediterrani: la vida larvària, des de la posta i eclosió de les larves fins a l'assentament en l'ambient bentònic. Resulta sorprenent que la seqüència de desenvolupament larvari d'aquesta espècie no hagi estat mai il·lustrada i que l'informació existent provingui d'espècies veïnes (Spartà, 1935) o d'espècies properes de mars tropicals (Leis, 1991; Shapiro, 1987d). En particular, ens va semblar especialment interessant estudiar l'èxit de fecundació i eclosió de les postes de les Illes Medes, així com la supervivència larvaria i les possibilitats del seu desenvolupament en condicions semi-naturals.

Els estudis de supervivència larvària en mesocosms (grans boses de malla fina d'uns quants metres cúbics de cabuda i ancorats al mig del mar), varen començar a la dècada dels 80 (Grice and Reeve, 1982; Lafontaine et al., 1987) i segueixen en plena fase d'expansió (Lalli, 1990) havent demostrat la seva utilitat per l'estudi de larves d'engròulids (Houde et al., 1994).

Avaluar les possibilitats d'aquests mesocosms per el desenvolupament "in situ" dels mersos ens va semblar un repte especialment atractiu. Aquesta proposta tenia l'interés afegit de basar-se en postes naturals, recollides sense extracció ni manipulació dels progenitors i, per tant, sense afectar el valor patrimonial de la Reserva.

Resumidament, els objectius d'aquesta campanya varen ser dos: a) estudiar la durada del procés i la seva relació amb paràmetres ambientals tals com la temperatura, els corrents o el cicle llunar, i b) analitzar les possibilitats dels mesocosms per estudiar la supervivència de les postes i el desenvolupament larvari.

## MATERIAL I MÈTODES

Període d'activitat reproductora i posta, i relació amb els paràmetres ambientals. L'estudi

de les condicions ambientals imperants durant els dies d'activitat reproductora va ser possible gràcies als esforços d'un de nosaltres (Josep Pascual). Dues estacions meteorològiques de registre continu situades a les Roques Maures i al port de L'Estartit brindaven tots els paràmetres que acompanyen una descripció atmosfèrica convencional (pressió, temperatura, força i direcció del vent, pluviometria, humitat, irradiància, etc.). Els mapes baromètrics regionals eren requerits via telefònica i gravats informàticament 2 cops al dia (matí i tarda). Un mareògraf situat al mateix port va registrar l'evolució del nivell del mar i l'amplitud de marea. L'estructura hidrogràfica de la columna d'aigua va ser analitzada amb freqüència diària a una estació situada a 1 milla aigües enfora de les Illes Medes i amb 80 m de fons (Fig. 1); una tirada de CTD model OS200 realitzada entre les 9 i les 11 h GM subministrava les dades de pressió, temperatura i salinitat sobre intervals d'1 m de fondària (després d'integrar, promitjar i/o interpolar 99 lectures per interval), recollides durant la fase descendent de cada tirada (durada 4 min; velocitat 20 ms<sup>-1</sup> aprox.). Les interpolacions per la representació gràfica dels perfils de temperatures es varen fer utilitzant el paquet informàtic Surfer (Microsoft®). Els corrents es varen medir

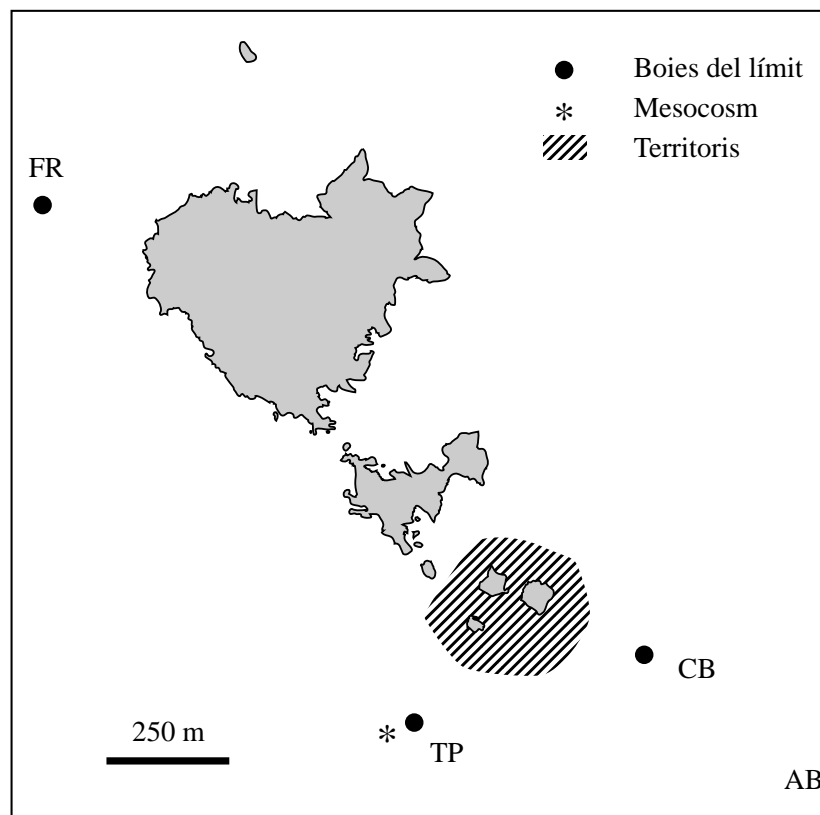


Fig. 1. Localització de les boies, el mesocosm, els territoris dels mascles reproductors i l'estació oceanogràfica (AB).

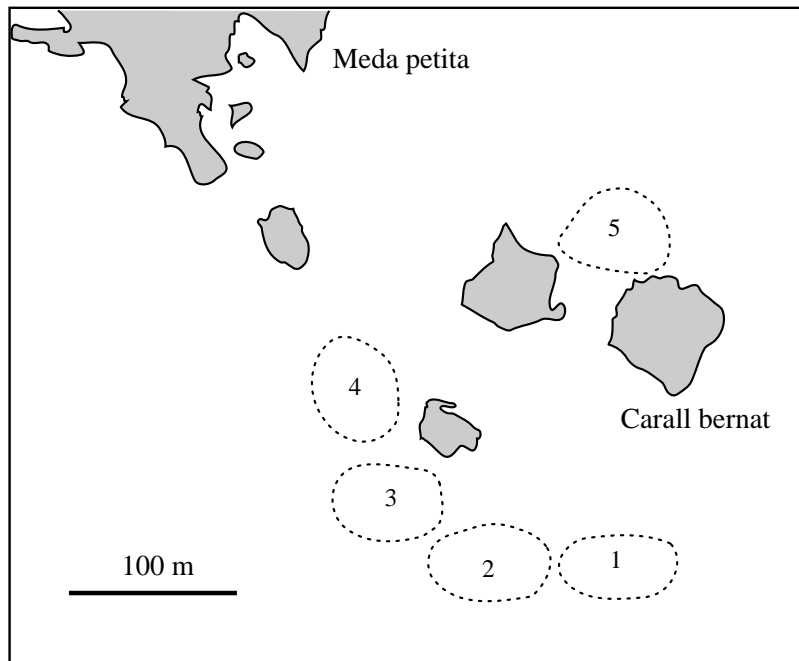


Fig. 2. Mapa de localització dels territoris dels meros mascles. 1, Cua-negra; 2, Michelin; 3, Indurain; 4 Croissant; 5 Cua de lluna.

a partir del desplaçament de les 5 boies que marquen els límits de la zona estrictament protegida, respecte a la seva posició virtual en dies d'aigua inmòvil, mitjançant un sistema d'enfilacions definit prèviament sobre l'escollera del port de l'Estartit; les mesures es varen repetir dos cops al dia. La direcció (a les Medes hi ha dues direccions de corrent dominant: de Nord o tramuntana i de Sud o garbí) i l'intensitat del desplaçament es mesuraven en una escala semiquantitativa que podia oscil·lar entre els valors extrems + 3 (=fort corrent de N) i -3 (= fort corrent de S) amb el valor 0 corresponent a la situació de calma. Aquestes estimes es varen poder convertir groserament a valors de velocitat de corrent després d'un període de calibrat del moviment de les boies amb un correntímetre Doppler col·locat immediatament a sota d'una d'elles. Empíricament hem pogut comprovar que la concordància o discrepància entre la direcció del desplaçament de les boies situades respectivament enfora (Carall Bernat) i a terra (Freu) de les Medes (Fig. 1) permeten saber quan els corrents de fons es mouen en sentit contrari (discrepància) o en el mateix sentit (concordància) que els corrents superficials. Així, la discrepància entre el comportament d'aquestes dues boies ha estat seleccionada, junt amb el comportament independent de cadascuna d'elles, com un descriptor útil del règim de corrents.

Les observacions de l'activitat reproductora es varen realitzar a la zona compresa entre el Carall Bernat i els Tascons (Fig 1), on la densitat de meros i especialment de mascles territorials és més elevada (Zabala et al.,1997). De forma esporàdica des de finals de Juny, i durant els primers dies de Setembre, però fe forma sistemàtica durant tots els vespres compresos entre el 25 de Juliol i el 28 d'Agost es va observar el comportament de 5 mascles reproductors els territoris dels quals eren contigus i ben coneguts (Fig. 2). Els mascles en qüestió, que obeeixen als noms de Cua de Lluna, CuaNegra, Michelin, Indurain i Croissant, són identificats per fendures a les aletes caudals i pel disseny particular de les taques de la seva lliurea reproductora (Zabala et al.,1997b). Aquests individus varen ser localitzats des de finals de Juny sempre en els mateixos territoris, que en alguns casos utilitzen repetidament des fa almenys 3 (Indurain) a 6 (Cua de Lluna) anys. Entre les 15:30 h GM i l'hora en que la manca de llum feia impossible continuar les observacions (19:00 h - 19:45 h GM) diferents escafandristes situats tan amunt a la columna d'aigua com ho permetia la visibilitat, espiaven la presència al territori, el comportament de patrulla, agressió i festeig dels mascles seleccionats. Quan el nombre d'observadors era insuficient per assignar-ne un a cadascun dels 5 mascles, cada individu era visitat de forma circular per un període d'uns 5 a 15 minuts. En cada

cas l'observador anotava: 1) la presència o absència del mascle al seu territori, 2) l'existència o no d'activitat de patrulla, 3) el nombre d'episodis d'expulsió d'intrusos de dins el territori, 4) el nombre d'intents de festeig de femelles que desembocaven en falses pujades, i per fi 5) el nombre de freses reeixides. L'hora, la fondària de partida i de final de la pujada, la mida de la femella i el nombre d'intents i freses repetits amb la mateixa femella eren també curiosament anotats. Es varen realitzar diversos intents de filmar aquestes activitats amb càmeres de vídeo de format professional i amateur.

### Desenvolupament larvari en mesocosmos.

Els dies que es varen observar freses, les postes varen ser recollides immediatament en una bossa de deixalles de gran mida per evitar la depredació per part de les omlades. Tancades dins les bosses, les postes varen ser mantingudes "in situ" durant 5-10 minuts pels escafandristes per tal de garantir la fecundació. Després i encara dins l'aigua, el contingut de la bossa era transferit a un sistema de dos recipients cilíndrics encaixats i de gran volum. Damunt l'embarcació es reduïa el volum a uns 5 l, per desplaçament del recipient interior (proveït en el seu fons d'un tamís de 50 µm de malla) evitant en tot moment que els ous toquesin la xarxa del tamís o quedessin en contacte amb l'aire. D'aquest volum reduït hom prenia una al·lquota de 250 cc que hom traslladava al laboratori per estimar el nombre d'ous capturats i seguir la seva evolució posterior; la resta de la pesca (4750 cc) es transferia immediatament al mesocosm situat escasament a 150 m de distància de la captura (Fig. 1). Tot el procediment requeria sempre menys de 20 minuts.

El mesocosm va ser construït seguint el disseny de Houde et al., (1994) i els consells del Prof. Barnabé (Sète; Univ. de Montpellier). El cilindre tenia 5 m de llarg i 1 m de diàmetre, amb un embut cònic en l'extrem terminal que acabava en un cubilet de PVC i obertura roscada proveït de finestra de buidat i tancament controlat des de la superfície (Fig. 3). La malla era de Nylal de 200 µm i mantenia la seva forma articulada per 4 anells circulars d'acer inoxidable. 4 caps de corda pasats per sengles anelles soldades als aros metàlics permetien recollir la xarxa des de la superfície. Tota la instal·lació es va penjar d'un flotador de poliestiré expandit d'un metre de gruix protegit per una matriu d'acer inoxidable i una protecció perifèrica de malla de plàstic. El



Fig. 3. Aspecte general del mesocosm

mesocosm va ser ancorat a la boia (Fig. 4) més propera a la zona de reproducció de les que marquen els límits de la zona estrictament protegida (Fig. 1) uns dies després de l'observació de les primeres freses.

Els ous traslladats al laboratori varen ser conservats en petits recipients (0.5 l) en condicions d'il·luminació i temperatura (20- 24 °C) domèstiques. Les observacions es varen realitzar cada 2 hores, durant el primer dia, i cada 6 hores els dos següents col·locant el recipient durant uns segons sota una lupa binocular il·luminada per fonts de llum freda. Per cadascuna de les diferents fases observades es va retirar una petita mostra (4-10 ous o larves) que es va fixar en formol tamponat diluït al 5%.

El 7 d'agost (2 i 1 dia després de la col·locació dels ous) es va realitzar un mostreig dins el mesocosm mitjançant una pesca vertical amb una petita xarxa de zooplancton de 20 cm de diàmetre. El dia 10 d'agost (5 i 4 dies després de la col·locació dels ous) es va recollir una mostra després de procedir a la remontada de tota la xarxa del mesocosm, replegant-la sobre ella mateixa de baix cap a dalt fins a la superfície.



*Fig. 4. Part emergida del mesocosm ancorat a la boia.*

Per últim, el 12 d'Agost (8 i 7 dies després de la col·locació dels ous), a la vista de la mort de totes les larves controlades al laboratori, es va mostrejar definitivament l'evolució dels ous depositats al mesocosm.

## RESULTATS

Període d'activitat reproductora i posta, i relació amb els paràmetres ambientals

El període de postes observades es va dilatar des de l'1 fins al 25 d'Agost de 1997. En total es varen observar 13 postes repartides en 8 dies, i en les que es varen veure involucrats almenys 4 dels 5 mascles. Només en 4 ocasions va ser possible recollir mostres d'aquestes postes. No sols l'activitat de fresa sino també l'activitat de festeig prèvia a les postes es varen mostrar com precesos d'intensitat fluctuant intercalats per dies d'activitat pràcticament nula.

Les observacions de 1996 i d'aquest mateix any ens permeten proposar un esquema de gradació de l'intensitat en l'activitat reproductora basada en l'observació del comportament dels mascles territorials, i que comença per una activitat:

0) NULA, quan el mascle no és ni tan sols observat dins el seu territori (encauat, fora ?),

1) MÍNIMA quan el mascle, observat al seu territori, no patrulla activament els seus límits i

exhibeix la lliurea argentada reproductora només intermitentment i/o molt apagada,

2) MODERADA, quan el mascle, exhibint una lliurea argentada encesa, patrulla intensament nedant vigorosament i empen contínues expulsions contra els intrusos,

3) INTENSA, quan en presència de femelles, el mascle realitza repetidament el protocol de festeig, iniciant remuntades que no tenen resposta en les femelles,

4) MÀXIMA quan les femelles receptives al festeig dels mascles inicien remuntades que acaven en falses pujades però no en freses,

5) FRESSA, normalment el darrer nivell d'activitat demostra que hi han femelles madures i disposades a fresar i aquests dies s'observa la fresa amb un rush final després de varies falses pujades.

A la Taula 1 hom ha consignat el nombre de vegades que va ser observada la repetició de cadascuna d'aquestes fases en l'activitat acumulada dels mascles monitoritzats (1 a 5) cada dia al llarg del mes d'Agost de 1997. Aixó ens dona una idea de l'activitat diària en aquest període. Aquestes dades han servit de base per confeigir la Fig. 5, en la que hom pot observar com l'activitat reproductora arriba de manera sobtada els últims dies de Juliol, es concentra en la primera setmana d'Agost, disminueix ostensiblement entre el 8 i el 13 d'Agost, i es repren però de forma menys intensa entre el 14 i el 25 del mateix mes. No es va poder observar cap signe

**Taula 1.** Valors d'activitat. Per a l'explicació vegeu el text.

dia	data	nº de mascles controlats	dintre el territori	lliurea blanca	patrulla	nº expulsions	nº cortejos	nº falses pujades	nº freses	activitat ponderada
1	25/07/97	5	4	4	4	14	0	0	0	80
2	28/07/97	4	4	4	4	8	0	0	0	80
3	29/07/97	4	4	4	3	7	2	0	0	59
4	30/07/97	3	2	2	2	0	3	0	0	27
5	1/08/97	1	1	1	1	3	13	11	0	149
6	2/08/97	3	2	2	2	9	29	22	1	327
7	3/08/97	3	2	2	2	0	6	9	2	101
8	4/08/97	4	3	3	3	0	17	12	2	179
9	5/08/97	4	3	3	2	3	5	3	1	72
10	6/08/97	3	3	2	2	0	3	2	1	42
11	7/08/97	5	3							
12	8/08/97	5	5							
13	9/08/97	2	2	2	2	9	3	2	0	75
14	10/08/97	4	3	3	3	4	5	2	0	71
15	11/08/97									
16	12/08/97									
17	13/08/97	4	4	4	3	13	5	0	0	98
18	14/08/97	3	3	3	3	1	2	1	0	38
19	15/08/97	3	2	2	2	16	16	9	2	215
20	16/08/97	2	2	2	2	10	9	3	0	115
21	17/08/97									
22	18/08/97	3	3	3	3	8	11	10	1	167
23	19/08/97	2	2	2	2	3	5	3	0	67
24	20/08/97	2	2	2	2	11	13	8	2	176
25	21/08/97	2	2	2	2	12	7	1	0	101
26	29/08/97	4	4	4	4	0	1	0	0	29
total		75	65	56	53	131	155	98	12	2168

d'activitat reproductora el mes de Setembre, tot i que els mascles encara arboraven la lliurea platejada intermitentment. Hom no va observar cap dia d'una activitat desenfrenada i sincrònica dels 5 mascles. Tampoc sembla haver un període sos-

tingut d'activitat que es perllongui varios dies. Mes aviat l'activitat sembla fraccionada i independent per a cada mascle.

La Figura 5 mostra també els perfils de temperatura del aigua obtinguts a l'estació exterior a

**Taula 2.** Correlacions entre alguns paràmetres físics i l'ocurrència de falses pujades (esquerra) o l'ocurrència de fresa de fresa (dreta).

Environmental factors	falses pujades			freses			casos N
	r	p		r	p		
Fondària de la termoclina	-0,24	0,315	ns	-0,17	0,466	ns	20
Temperatura a 10m	0,13	0,594	ns	0,09	0,702	ns	19
Temperatura a 25m	-0,44	0,060	(ns)	-0,49	0,033	*	19
Temperatura a 30m	-0,60	0,007	**	-0,53	0,020	*	19
Temperatura a 40m	-0,67	0,002	**	-0,52	0,022	*	19
Temperatura a 50m	-0,47	0,043	*	-0,45	0,055	(ns)	19
Temperatura a 60m	0,01	0,974	ns	-0,17	0,485	ns	19
Dif. Temperatura 10 - 40m.	0,67	0,002	**	0,43	0,065	(ns)	19
Dif. Temperatura 25 - 50m	-0,16	0,506	ns	-0,36	0,129	ns	19
Dif. Temperatura 30 - 60m	-0,55	0,016	*	-0,52	0,022	*	19
Pressió atmosfèrica	-0,65	0,002	**	-0,36	0,123	ns	20
Nivell del mar	-0,22	0,343	ns	0,05	0,818	ns	20
Amplitud de la marea	0,65	0,002	**	0,47	0,037	*	20
Alçada de les ones	0,10	0,671	ns	-0,02	0,919	ns	20
Corrents (Freu mooring)	0,11	0,657	ns	-0,04	0,863	ns	20
Corrents (Carall Bernat)	0,28	0,234	ns	0,19	0,417	ns	20
Corrents discordança	-0,04	0,862	ns	-0,15	0,535	ns	20

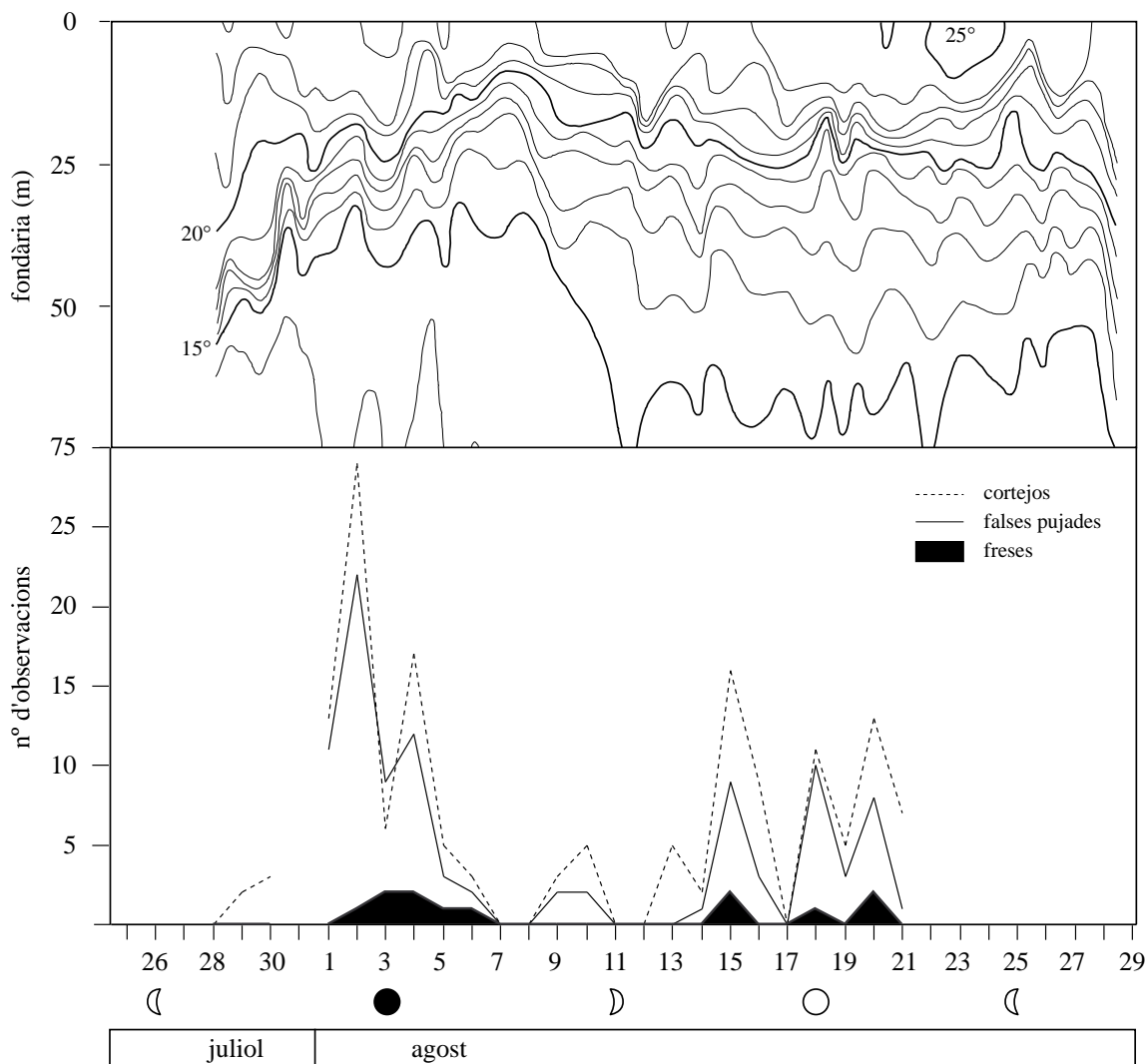


Fig. 5. Evolució de l'activitat amb relació a la temperatura de l'aigua (dalt; en °C) i la fase lunar (baix; ● lluna nova; ○ lluna plena).

les Medes mostrejada diàriament durant el període de Juliol - Setembre. Sobre la figura s'assenyalen els dies en que es varen observar postes efectives. És fàcil observar que l'estructura tèrmica de la columna d'aigua és molt variable d'uns dies a altres, probablement com a resultat de canvis sobtats en el règim atmosfèric. En concret, la posició del límit superior de la termoclina, i en conseqüència les temperatures imperants en el rang de fondàries que ens interessen (15-30 m), són altament variables. Tanmateix, i malgrat el feble nombre de casos (N=23), l'anàlisi de correlacions múltiples entre les variables d'activitat reproductora i els paràmetres físics monitoritzats a la columna d'aigua (Taula 2) mostra que la millor relació s'estableix amb el règim tèrmic. Aquest pot ser esquematitzat en la posició ocupada per la termoclina i en els valors de la temperatura de l'aigua a les fondàries on es situa l'activitat reproductora dels meros (10-40 m). L'acti-

vitat reproductora sembla màxima els dies que la termoclina es troba tan somera que el gradient tèrmic entre 10 i 40 m de fondària es fa màxim (entre 6 i 8 °C); la correlació de l'activitat reproductora amb la temperatura observada a les diferents fondàries, passa de ser inexistente a les aigües molt somes (5-10 m) a augmentar de forma progressiva amb la fondària, de forma que és altament significativa amb la temperatura registrada a les fondàries de 30 i 40 m. El signe de la correlació és negatiu, el que vol dir que (dintre del període de fressa, perquè a escala anual la correlació amb la temperatura té signe positiu; Zabala et al., 1996a) els dies més favorables són aquells en que l'aigua és més freda, degut previsiblement a una remontada d'aigua més fonda (Fig. 6).

Amb la reserva que mereix l'anàlisi d'un nombre tan limitat de casos, l'anàlisi de la sincronització amb els ritmes lunars sembla mostrar una pauta bastant evident. Quan els dies en que

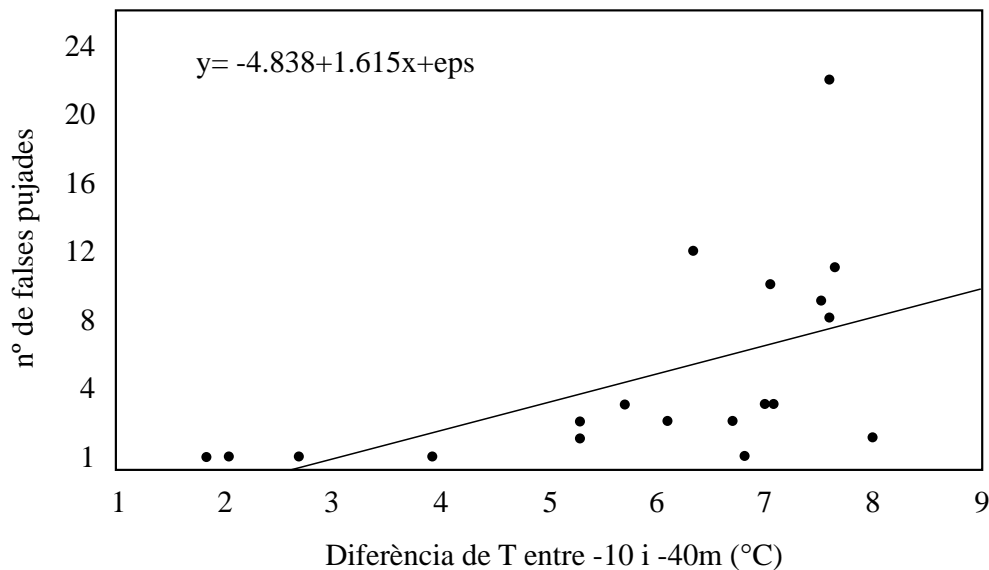


Fig. 6. . Relació entre l'activitat reproductora del mero (*Epinephelus marginatus*) i la discrepància tèrmica entre 10 i 40 m de fondària

varen ser observades falses pujades i fresses s'ordenen entre els quatre quarts d'un cilce llunar (lluna plena, quart menguant, lluna nova i quart creixent) (Taula 3) hom pot notar que en 12 dels 13 dies monitoritzats durant els períodes de lluna plena i lluna nova es varen detectar falses pujades, incloent-hi la totalitat dels 8 dies de fresses observades; mentre que en només 3 dels 10 dies monitoritzats en fases de quart menguant o creixent es varen anotar falses pujades, que en cap cas varen conduir a a l'observació de fresses. La fase d'activitat màxima va coincidir amb la lluna nova del 3 d'Agost i un segon episodi de menys intensitat es va detectar al voltant de la lluna plena del 17 d'Agost. Per contra, cap activitat de fresa va poder ser observada durant les llunes plena del 17 de Juliol i nova del 31 d'Agost.

El règim de corrents va caracteritzar-se per la dominància de la component Nord durant la primera quinzena de Juliol, que va donar pas a corrents dominants de Garbí durant la segona quinzena de Juliol i inicis d'Agost. Entre el 8 i el 13 d'Agost el sentit dels corrents s'inverteix i predomina el corrent de Nord com a conseqüència d'un moderat cop de tramuntana. La situació de corrent de garbí es restableix el 14 d'Agost i es manté així, amb canvis només detectables en la

seva intensitat al menys fins al 29 d'Agost (data final del període reproductor observat).

Encara que la qualitat de les dades no permet una anàlisi numèrica seriosa, sembla ostensible la correlació positiva (Taula 2, Fig. 7) de l'activitat reproductora amb les situacions en que la boia exterior del Carall Bernat assenyalava current de garbí (S) de força moderada (0 a 1.5 en l'escala de Pascual). En canvi, l'activitat de fresa desapareix totalment quan el corrent de garbí és fort (entre 1.5 i 3 en l'escala de Pascual) o quan és corrent de tramuntana (N) moderat (la situació de corrent fort de Nord no es va presentar en aquest període). Una anàlisi no paramètrica dona diferències altament significatives per a l'efecte combinat de la direcció i intensitat del corrent ( $p < 0.02$ ).

### Desenvolupament larvari en mesocosmos.

La descripció gràfica de les formes de desenvolupament observades en els ous fecundats i en les larves just eclosionades es resumeix en les Fig. 8 i 9. En la seqüència d'evolució observada podem distingir tres fases: una fase inicial, entre la fertilització i el tancament del blastoporus; una fase intermitja, entre el tancament del blastoporus i el començament de la separació del tronc de

Taula 3. Cicle lunar i dies d'activitat reproductora.

	Lluna plena 3 BFM-3 AFM	Quart 4 AFM- 10 AFM	Lluna nova 11 AFM- 11 BFM	Quart creixent 10 BFM- 4 BFM	TOTAL
dies d'observació	6	5	7	5	23
falses pujades	6	1	6	2	15
fresses	3	0	5	0	8



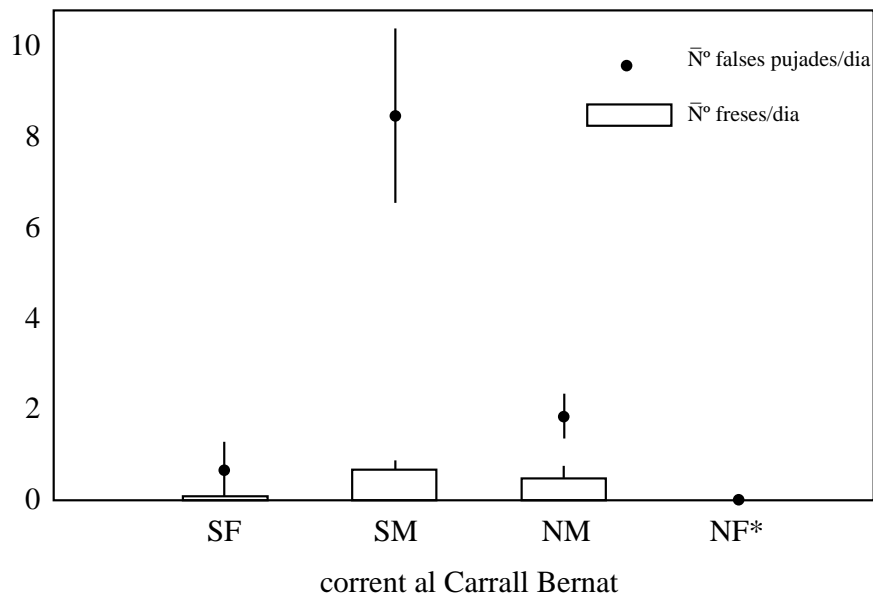


Fig. 7. Relació entre l'activitat reproductora del mero (*Epinephelus marginatus*) i el tipus i intensitat del corrent dominant. SF, sud fort; SM, sud moderat; NM, nord moderat; NF, nord fort, situació no observada. La barra indica la desviació estàndard.

la masa de vitel; i una fase avançada, des de l'anterior fins l'eclosió de la larva.

Els ous són esfèrics. El seu diàmetre oscil·la entre 0.85 i 0.88 mm (mitjana 0.86). Están proveïts d'una única gota d'oli, d'entre 0.16 i 0.19 mm (mitjana 0.17) de diàmetre, situada a la part posterior del sac vitel·lí. Abans i durant les hores posteriors a la fecundació, els ous no presenten pigmentació. A les 14 hores de ser fecundats ja és visible l'embrió. El vitel és homogeni i es troba pigmentat per acúmuls de melanòfors. L'espai perivitel·lí és estret. La coberta exterior de l'ou, el corion, presenta una sèrie de porus, visibles al

microscopi electrònic de transmissió, que no arriben a travessar completament el corion.

Les primeres larves varen eclosionar a les 26 hores; en el moment de l'eclosió les larves mesuraven al voltant de 1.2 mm de longitud (mesura realitzada sobre larves fixades en formol). El sac vitel·lí era de mida considerable i la gota d'oli es trobava situada en posició posterior. La boca no és funcional i els ulls no están pigmentats.

A la larva de 2,15 mm de longitud, ja és visible el tub digestiu, i el vitel es troba pràcticament reabsorbit.

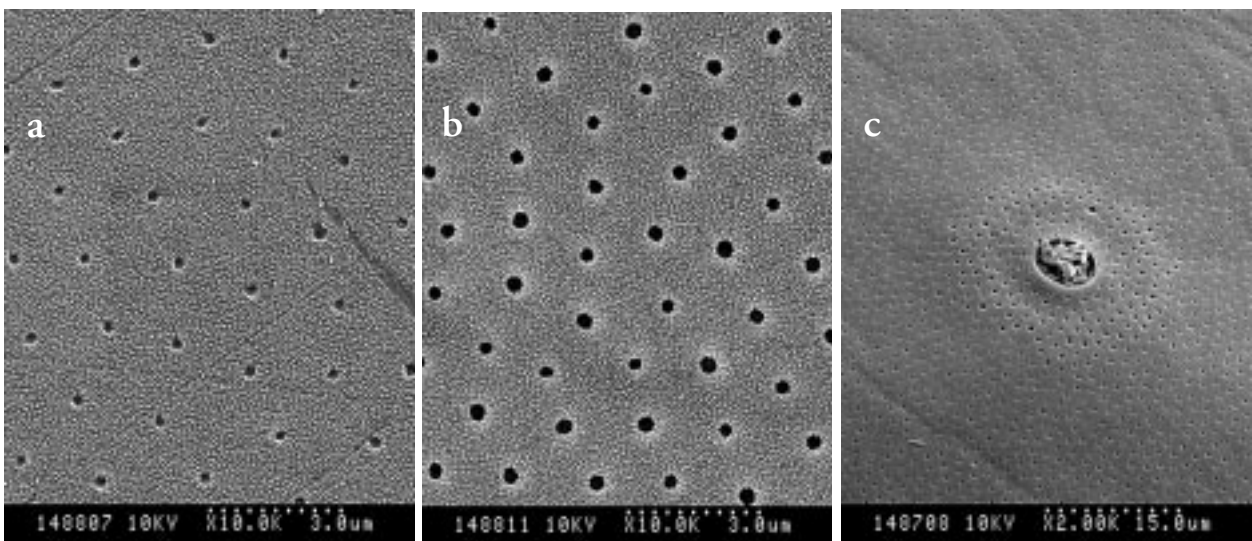


Fig. 8. Fotografies al microscopi electrònic de l'estructura externa dels ous de mero (*Epinephelus marginatus*).; a, ou en estat inicial de desenvolupament a 10.000 augments; b, ou en estat avançat de desenvolupament a 10.000 augments; c, ou en estat inicial de desenvolupament a 200 augments i detall del micropil, a través del qual té lloc la fecundació. Hom pot observar la mida superior dels porus situats al voltant del micropil.

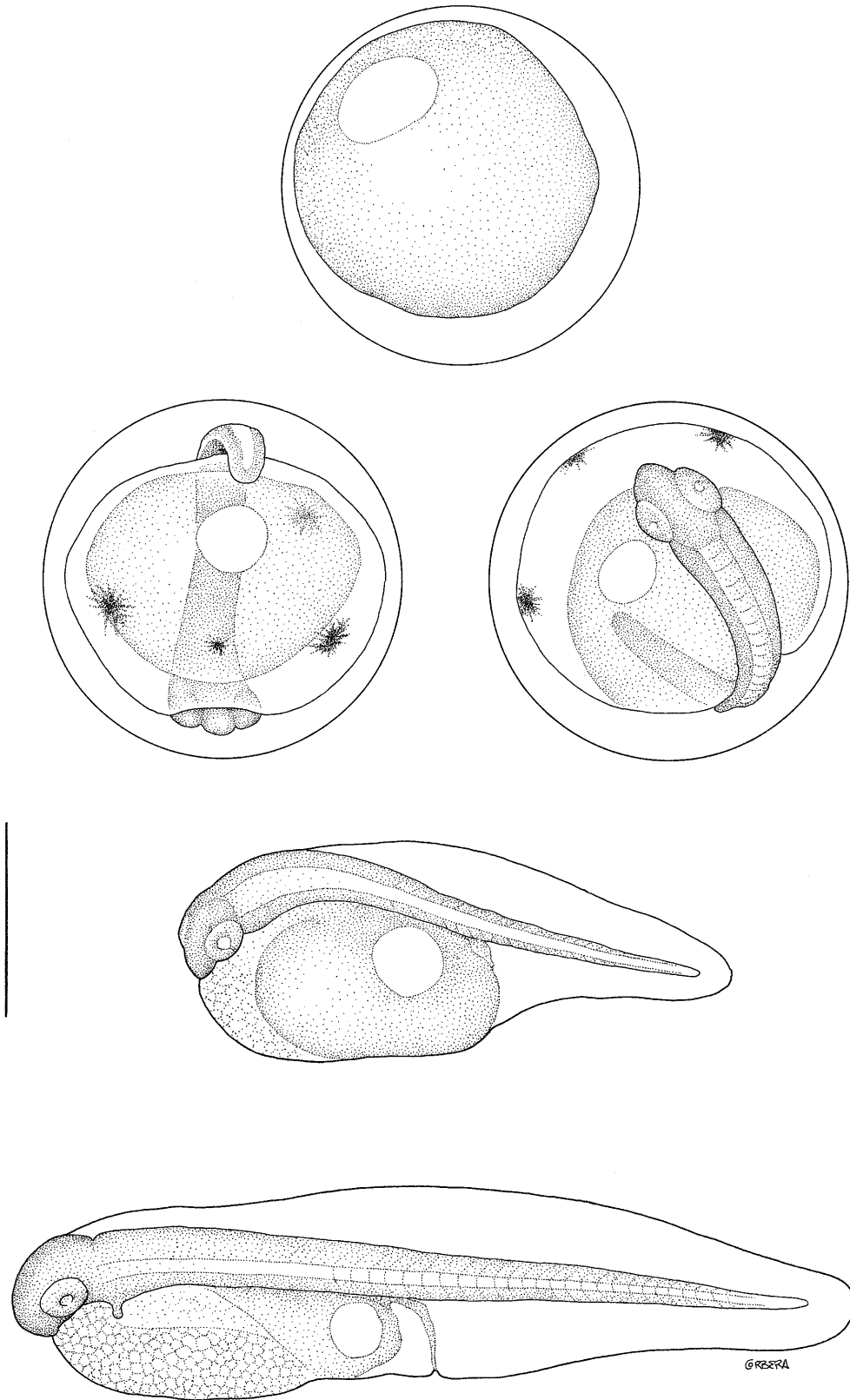


Fig. 9. Seqüència de desenvolupament d'un ou fecundat de mero (*Epinephelus marginatus*) fins a la eclosió de la larva. Escala gràfica 0.5 mm. (dibuix J. Corbera)

La captura dels ous després de les postes, tot i no presentar cap complicació tècnica, es va revelar, a la vista dels resultats (4 de 13), més difícil del que hom havia previst. Encara més, de les quatre captures reeixides, la primera (4-8-97) i la última (18-8-97) varen produir tan pocs ous que no varen ser útils per desenvolupar els pasos següents.

La segona captura (5-8-97) va produir uns 1820 ous, dels que 182 varen ser portats al laboratori i la resta es varen transportar al mesocosm. Al laboratori, 10 dels 182 ous varen arribar fins a la fase de desenvolupament intermitja i dels que varen prosequir el desenvolupament embrionari varen ecllosionar 5 larves.

La tercera captura (6-8-97) va produir uns 6500 ous, dels que 325 varen ser portats al laboratori i la resta es varen transportar al mesocosm. Al voltant del 92 % d'aquests ous eren fecundats. Al laboratori, 13 d'aquests ous varen aturar el seu desenvolupament a la fase inicial, 107 varen arribar fins a la fase intermitja i 181 fins a la fase avançada. D'aquests últims varen arribar a ecllosionar 5 larves.

A la pesca vertical del 7 d'agost (2 i 1 dia després de la col·locació dels ous) es varen recolectar 9 ous vius en una fase de desenvolupament avançada i 1 larva lecitotrófica.

A la pesca en el conus terminal del dia 10 d'agost (5 i 4 dies després de la col·locació dels ous) no es va recolectar cap ou ni larva viable, ni tampoc organismes zooplànctònics. Quan el 12 d'agost (8 i 7 dies després de la col·locació dels ous), a la vista de la mort de totes les larves controlades al laboratori, varem decidir mostrejar definitivament l'evolució dels ous depositats al mesocosm, no varem trobar cap traça de larves, si bé es varen recolectar un total de 382 ous morts. Les parets del mesocosm apareixien colmatades per una atapeïda capa de plancton que li conferia un color bru. Dins el cilindre, l'anàlisi de l'aigua va mostrar una gran pobresa en zooplàncton i fitoplàncton de xarxa (diatomees i dinoflagelats).

## DISCUSSIÓ.

### Període i factors controlant la fresa

El seguiment realitzat durant l'estiu de 1997 ha tornat a demostrar l'existència d'episodis de reproducció dels mersos *Epinephelus marginatus* a les Illes Medes, i per les dades de que disposem en l'actualitat estem inclinats a pensar que es tracta

d'un procés que ve d'antic i que possiblement es repetirà cada any mentre les característiques demogràfiques de la població no pateixin un canvi catastròfic.

Les primeres manifestacions d'activitat territorial dels mascles es varen iniciar cap a mitjans de Juny, però l'acurat seguiment dels darrers dies de Juliol ens permeten afirmar amb seguretat que la primera fresa va tenir lloc el dia 1 d'Agost. Tots els mascles dominants dels que hom coneixia el territori (6) varen tornar a ocupar exactament el mateix territori de la temporada passada. Aquestes observacions reforçen la visió d'una forta fidelitat dels mascles pels seus territoris, i donen idea de la complexa estructura social de les poblacions.

La durada del període de fresa és, tal com sospitavem, més dilatada del que hom havia observat l'any passat i no mostra correlació clara ni amb l'estructura tèrmica de la columna d'aigua ni amb les fases lunars. Tanmateix, la fresa va tenir lloc, un cop més, durant l'època en que la temperatura de l'aigua assoleix els seus màxims, i els màxims d'activitat varen coincidir amb les fases de lluna nova (3 d'Agost) i plena (17 d'Agost), separats per un període de recessió de l'activitat reproductora durant el quart creixent (10 d'Agost). Durant el mes que va durar la fresa es varen succeir dos períodes de corrent de garbí, separats per un període breu de corrent de nord. Simptomàticament l'activitat, que era molt forta els primers dies (1 a 5 d'Agost) es va diluir durant la dominància del corrent Nord, per reapareixer amb la represa del corrent de Sud. Cal molta més informació per confirmar la relació entre els dies de fresa i el règim de corrents, però l'associació de les postes amb els situacions de corrent de garbí podria estar en relació amb la més gran transparència que generalment va associada amb aquestes situacions i que podria ajudar a l'encontre dels individus. Aquesta major transparència també beneficia als observadors i un podria tenir la temptació d'imaginar que el que fa el corrent de garbí és biaixar la nostra capacitat d'observació de les parades; però la tenacitat amb que hem seguit als mersos l'estiu de 1997, fins i tot els dies de molt baixa visibilitat, ens permeten assegurar que tal artefacte no existeix.

### Consideracions marginals.

Un mascle que des del Juny va ocupar el mateix territori de l'any anterior i mostrava el comportament i les lliurees d'un reproductor

durant 7 observacions consecutives, va deixar de ser vist des del 10 de Juliol i hom el dona per desaparegut. Donada la fidelitat dels mascles pel seu territori durant l'època reproductora i la conspicuïtat d'aquest individu (es deia *Arlequí*, perquè degut a un defecte de pigmentació mostrava permanentment una mitat del cap en lliure fosca i l'altra mitat clara), pensem que va desaparèixer realment aquells dies, i concretament que va ser caçat. Un cas semblant va succeir l'any anterior (1996) amb un vell mascle anomenat *Ales de Plata*, conegut en el mateix territori des de 1993 i que va desaparèixer en plena època reproductora (Agost) després d'haver estat observat fidelment al seu territori durant tot el mes de Juliol. Aquests indicis ens fan pensar, més que cap dels altres (vegui's el capítol dedicat als peixos), en l'evidència de que un cert grau de furtivisme, probablement molt selectiu, ha estat ocorrint a la Reserva de les Medes al menys durant els estius 1996 i 1997.

### Desenvolupament larvari en mesocosmes

L'experiència de desenvolupament en mesocosmes no va funcionar com hom havia previst. Ben és cert que el nombre de postes que hom va arribar a manipular va ser molt inferior a l'esperat, però probablement el resultat hagues estat el mateix en el cas de disposar de nombrosos ous.

La pregunta de quants ous resulten fecundats i quants escapen en condicions normals a la depredació per les oblades sembla de moment difícil de respondre. El percentatge d'ous fecundats després de la retenció de las postes dins de les boses va resultar enormement variable entre les dues experiències reeixides. En la captura del 6-8-97, el percentatge d'ous que varen evolucionar fins a fases suficientment desenvolupades per garantir que eren fecundats va ser molt elevat (92 %), i això prova que la fecundació de les postes en condicions naturals deu ser elevada, si no ho impedeixen els depredadors. El dia abans (5-8-97) en canvi, i malgrat que la fixació de la mostra es va realitzar al cap de moltes hores després de la seva recol·lecció, només de l'ordre del 10 % dels ous capturats havien evolucionat fins a una fase de desenvolupament suficient per a afirmar que estaven fecundats; la resta, o no ho estaven o varen morir sense desenvolupar-se, immediatament després de la recol·lecció. Cal observar que aquesta captura va tenir lloc de forma accidental, ja que gran quantitat d'oblades havien depredat ja sobre la posta, l'obertura de la bossa es va

realitzar lentament i la captura en dues etapes. Potser les diferències se expliquen com a conseqüència d'aquesta manipulació poc hàbil.

Els ous fecundats tenen flotabilitat positiva i s'acumulen a la superfície. Aquests ous varen evolucionar satisfactòriament durant les 48 h següents a la seva captura quan es varen mantenir al laboratori, en petits recipients sense agitació ni oxigenació accessoria. També els ous dipositats al mesocosm varen evolucionar, com ho prova la pesca realitzada el dia 10 d'agost en la que es varen recol·lectar nou ous en molt bones condicions i una larva ja eclosionada. Tanmateix, sembla haver una diferència sensible en la velocitat d'evolució en els dos ambients, perquè mentre al laboratori les larves ja eclosionaven al cap d'un dia, al mesocosm aquells ous, recol·lectats amb 2 ó 3 dies de vida, eren perfectament vius però en fase molt més endarrerida. Potser les diferents condicions de temperatura poden explicar la diferència.

També resulta digna de reflexió la gran diferència numèrica entre els més de 7.700 ous, presumptament dipositats en el mesocosm entre els dies 5 i 6 d'agost, i els només 328 ous morts, recol·lectats al fons de la xarxa el dia 12 d'agost. Com la càpsula o membrana externa dels ous fa d'aquests formes molt més resistents a la descomposició que les larves ja eclosionades, creiem que aquestes "desaparicions" ens autoritzen a pensar que la resta, o una bona part de la diferència entre 328 i 7700, havien evolucionat satisfactòriament fins a la eclosió en forma de larves, però varen morir abans d'arribar a la fase de reabsorció del sac vitelí.

El percentatge d'ous supervivents al laboratori que varen arribar a eclosionar (aprox. el 2 %) probablement va ser molt inferior al que hom podria haver aconseguit si les condicions de cultiu (temperatura, oxigenació, fotoperíode, etc..) haguesin estat les idònies. Tanmateix, aquesta xifra no sembla un valor de supervivència inhabitual, o fins i tot sembla superior, als obtinguts en moltes experiències de piscicultura de meros (veure Ben Khemis, 1997 per a *Epinephelus aeneus* de Creta). En tot cas, el nombre d'ous controlats en aquestes condicions era manifestament insuficient per a extreure'n conclusions.

No tenim cap explicació raonable per a la mortalitat total dels supervivents pocs minuts-hores després de la seva eclosió. Aquestes larves ni tan sols varen arribar al que a la literatura cita com a fase crítica, la que segueix a la reabsorció total del vitel i que obliga a encetar l'alimentació

autònoma (Barnabé, 1991). Potser varen morir per abrasió contra les parets del tancat com a conseqüència de la força dels corrents o del onatge a que estava exposada l'instal·lació. En tot cas, l'instal·lació del mesocosm no hauria servit per alimentar les possibles prelarves de forma automàtica per quant la colmatació de la xarxa per una gruixa capa de fitoplancton va actuar com un filtre molt poderós que impedia l'accés d'organismes més grans, que com els rotífers i els nauplius de copèpodes podien constituir les preses potencials de les larves.

Es evident que el disseny de les instal·lacions per allotjar els ous, i després les larves dels meros ha de ser modificat. En primer lloc, es probable que els ous sobrevisquin molt millor fins a l'eclosió en un recipient som però de gran superfície, en aigües encalmades i proveïdes d'un filtre de UV. Un cop eclosionades, les larves podrien ser transferides a un mesocosm però l'alimentació hauria de sustentar-se artificialment amb blooms orientats d'algues-rotífers segons la metodologia proposada per Ben Khemis (1997).

En resum, i encara que la captura i posterior incubació de les postes del mero *Epinephelus marginatus* en condicions naturals no proporcionen, de moment, una via interessant d'explotació des del punt de vista industrial, segueixen constituint una via amb un enorme potencial per a la recerca amb l'avantatge afegit de constituir una tècnica totalment compatible amb la conservació de l'estoc de reproductors i amb la gestió de les reserves marines.

## BIBLIOGRAFIA

Barnabé, G. - 1974. La reproduction du mérou, *Epinephelus gigas*: observations préliminaires de terrain. *Aquaculture*, 4: 363-367.

Barnabé, G., 1991. *Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture*. G. Barnabé (ed.), Lavoisier-Tec&Doc, Paris: 391 pp.

Ben Khemis, I., 1997. Élevages larvaires de poissons méditerranéens: optimisation de la production en mésocosme et diversification des espèces. Tesi Doctoral. Université d'Aix-Marseille III: 186 pp.

Chauvet, C. - 1991. Statut d'*Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) et éléments de dynamique des populations méditerranéenne et atlantique. In Boudouresque C.F., Avon, M. et Graves, V. edit., GIS Posidonie publ., Fr. : *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*

Colin, P.L.- 1992. Reproduction of the Nassau grou-

per, *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) and its relationship to environmental conditions. *Envir. Biol. Fish.*, 34: 357-377.

G.E.M. (Anonyme). - 1996. Le mérou brun en Méditerranée. Note Interne au G.E.M. : 27 pp.

Grice, G.D., and Reeve M.R., 1982. *Marine mesocosms, biological and chemical research in experimental ecosystems*. G.D. Grice & M.R. Reeve (eds.), Springer-Verlag: 430 pp.

Houde, E.D., J.C. Gamble, S.E. Dorsey and J.H. Cowan Jr.- 1994. Drifting mesocosms: the influence of gelatinous zooplankton on mortality of bay anchovys, *Anchoa mitchilli*, eggs and yolk-sacs larvae. *ICES J. Mar. Sci.*, 51: 383-394.

Lafontaine de, I., and W.C. Leggett. - 1987. Evaluation of "in situ" enclosures for larval fish studies. *Can. J. Fis. Aquat. Sci.*, 44: 54-65.

Lalli, C.M., 1990. Enclosed experimental marine ecosystems : a review and recommendations. Coastal and Estuarine studies, Springer-Verlag: 218 pp.

Leis, J.M, 1991. The pelagic stages of reef fishes : the larval biology of coral reef fishes. In: P.F. Sale (de.), *The Ecology of fishes on Coral Reef*, pp: 183-230. Academic Press. San Diego.

Pascual, J., J. Salat and M. Palau. - 1995. Evolution de la température de la mer entre 1973 et 1994, près de la côte catalane. Colloque Scientifique International OKEANOS 95: la Méditerranée, variabilités climatiques, environnement et biodiversité. Montpellier.

Sadovy, Y., P.L. Colin and M.L. Domeier. - 1994. Aggregation and spawning in the tiger grouper *Mycteroperca tigris* (Pisces: Serranidae). *Copeia*, 1994 (2) : 511 - 516.

Samoilys, M.A. and L.C. Squire. - 1994. Preliminary observations on the spawning behaviour of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae) on the great barrier reef. *Bull. Mar. Sci.* 54 (1) : 332 - 342.

Shapiro, D.Y. - 1987. Reproduction in groupers. In: J.J. Polovina and S. Ralston (eds.): Tropical snappers and groupers: biology and management. Westview Press, Boulder. Colorado.

Spartà A. - 1935. Contributo alla conoscenza dello sviluppo nei Percidi. *R. Comitato Talassografico Italiano*, 224: 1-15.

Tucker, J.W.(Jr.), P.G. Bush and S.T. Slaybaugh. - 1993. Reproductive patterns of Cayman Islands Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) populations. *Bull. Mar. Sci.* 52 (3): 961 - 969.

Tucker, J.W.(Jr.).- 1994. Spawning by Captive Serranid Fishes: A Review. *J. World Aquac. Soc.*, 25(3): 345-354.

Zabala, M., A. Garcia-Rubiés, P.Louisy and E. Sala. - 1997a. Spawning behaviour of the Mediterranean Dusky Grouper *Epinephelus marginatus* (Love, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediteranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61(1): 65-77.

Zabala, M., P.Louisy, A. Garcia-Rubiés, and V. Gracia. - 1997b. Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean Dusky Grouper *Epinephelus marginatus* (Love, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediteranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61(1): 79-98.