

BIOLOGIA DE PARAMURICEA CLAVATA (ANTHOZOA: OCTOCORALLIA) A LES COSTES CATALANES. I. CREIXEMENT I CARACTERÍSTIQUES GENERALS

J. M. Gili * i A. García *

Rebut: desembre de 1984

SUMMARY

**Biology of *Paramuricea clavata* (Anthozoa: Octocorallia) on the Catalan coast.
I. Growth and general features**

The gorgonian ***Paramuricea clavata*** is a characteristic macrofaunal specie of the Western Mediterranean benthos, especially of the circalittoral community. Their typical shrub-like colonies are to be found ranged perpendicularly against the prevailing water current and in conditions of darkness. It is a species perfectly adapted to its habitat, where it competes for the available space with other benthic species.

P. clavata exhibits alternative bionomic strategies (**K-r**), with a slow growth and a long life, and on the other hand, an high larval production, once a year, with a very high mortality. In this respect, their life cycle is very similar to other species of Mediterranean gorgonians.

With simple marking, both in large and small colonies, we have obtained some preliminary rates of growth: 7.9 mm y^{-1} for big colonies, which represents 5.5 g y^{-1} of increase in biomass, and a P/B ratio of 0.19. In small colonies the growth is 10.6 mm y^{-1} , equivalent to 1.9 g y^{-1} and a P/B ratio of 0.48.

Some observations about these and other features of this and similar species are offered in the course of this paper.

INTRODUCCIÓ

Paramuricea clavata és una de les espècies d'octocorallari més conegudes al Mediterrani occidental, i que té ben clara la seva situació sistemàtica mercès als treballs de bastants autors (KOCH, 1887; PAX & MÜLLER, 1962; CARPINE, 1963; CARPINE & GRASSHOFF, 1975; WEINBERG, 1976; GILI,

1982). Encara que es puguin considerar dubtoses algunes citacions, sembla clar que hi ha dues espècies del mateix gènere endèmiques del Mediterrani: *P. clavata* (Risso, 1826) i *P. macrospina* (Koch, 1882). Totes dues presenten una distribució similar, entre 12 i 60 metres de fondària (CARPINE & GRASSHOFF, 1975; GILI, 1982). Algunes de les citacions de *P. clavata* a

* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

l'Atlàntic semblen correspondre a una altra espècie propera sistemàticament, *P. placomus* (GRASSHOFF, 1977).

Les colònies es desenvolupen sempre damunt de substrats durs i estables, preferentment en parets verticals o inclinades, que poden ser horitzontals, però a gran profunditat. El sentit gregari de l'espècie es posa de manifest quan s'observa que quasi sempre forma poblacions denses que poden arribar a semblar autèntics boscos de gorgònies, que cobreixen àrees de més de 30 metres de diàmetre (GILI, 1982), i d'una densitat extrema de 55 colònies per metre quadrat (WEINBERG, 1979). A més, es considera com una espècie característica de la comunitat corallígena (PÈRES & PICARD, 1964; GILI, 1981).

A l'àrea estudiada, les illes Medes (Girona), es retroben totes aquestes característiques i hi és considerada una espècie abundant. En aquesta zona s'ha seleccionat una població amb el fi de seguir el creixement d'una sèrie d'exemplars en el transcurs d'un any, dintre d'un programa més general sobre la producció secundària d'alguns invertebrats marins. La població estudiada se situa a la costa SE de les illes Medes (Tascons), en un fons de grans blocs entre 20 i 25 metres de fondària (GILI & ROS, 1982).

CARACTERÍSTIQUES BIOLÒGIQUES DE L'ESPÈCIE

Per tal d'interpretar bé les dades observades cal revisar primer el que se sap sobre la biologia de l'espècie que s'estudia. Això s'ha fet mitjançant dades bibliogràfiques i observacions pròpies d'aquest treball.

Paramuricea clavata forma colònies arborescents que arriben a fer 60 cm d'alçada (GILI, 1982). Són flexibles a causa de tenir un eix central fi, encara que són propenses a trencar-se, com s'ha demostrat en reimplantar alguns exemplars de l'espècie en llocs d'hidrodinamisme accentuat (WEINBERG, 1979). Les colònies són molt ramificades, sempre en un sol pla, i presenten constància en el diàmetre de les ramificacions. Aquests diàmetres van d'uns 5 mm (a tot estirar 10 mm) en les ramificacions més centrals o basals, fins als 2,5 mm a la resta de la colònia i en les apicals. Aquesta constància és molt important en els estudis de creixement, ja

que la taxa de creixement apical es pot aproximar a la resta de la colònia. Els pòlips es distribueixen d'una manera uniforme al llarg de les ramificacions, i, a més, presenten una forta retractibilitat.

La presència habitual de l'espècie en llocs de corrents constants fa pensar en la seva adaptabilitat en aquestes condicions, on se situa sempre perpendicular als esmentats corrents, talment com moltes espècies de gorgònies (THEODOR & DENIZOT, 1965; WAINWRIGHT & DILLON, 1969; KINZIE, 1973; etc.). Aqueixa capacitat d'adaptació ha estat confirmada experimentalment en observar la variació del pla d'orientació quan es modifica la direcció del corrent (VELIMIROV, 1973; LEVERSEE, 1976). D'altra banda, aquests corrents poden modificar el procés de creixement i aturar-lo en augmentar la intensitat i periodicitat (VELIMIROV, 1976). La presència d'una mucoproteïna (gorgonina) en l'eix central corني (GOLBERG, 1974) els confereix unes característiques estructurals de resistència i flexibilitat enfront dels corrents. Per a *P. clavata*, WEINBERG (1979), a l'àrea de Banyuls de la Marenda, troba un espectre de tolerància per velocitat de corrent, entre 60 i 120 m h⁻¹, que es poden considerar com a moderades.

Enfront de la llum, l'espècie es comporta com esciòfila, i se situa dintre d'un règim de radiació de 30 a 200 cal m⁻² any⁻¹ (WEINBERG, 1978), el qual, comparat amb *Eunicella singularis*, és tres vegades per sota. Fins a l'actualitat no s'ha detectat la presència de zooxantelles simbiòtiques a l'espècie, encara que és probable que n'hi hagi.

Els pòlips de les colònies s'alimenten capturant preses de l'aigua que circula al voltant de les ramificacions. La forma general de la colònia, aplanada i carregada de pòlips, a més de situar-se als llocs on hi ha corrent, els confereix una alta rendibilitat de captura (RIEDL, 1966). La seva dieta, igualment com la d'altres antozous consisteix en zooplàncton, encara que poden capturar qualsevol tipus de partícula orgànica que tinguin al seu abast; essencialment són poc selectius (GOREAU *et al.*, 1971). En experiments fets amb ous d'*Artemia* (LEVERSEE, 1976; LASKER, 1981) s'ha pogut observar una diferència notable quant a l'alimentació, entre els pòlips que reben directament el corrent (que mengen més) i els situats en altres llocs de la colònia. A més, la concentració de cnido-

blasts va en relació directa amb la capacitat de captura, que decreix a mesura que és més fort el corrent (LEVERSEE, 1976).

Hi ha molt poques referències sobre el cicle biològic de l'espècie; fins i tot recentment, PAX & MÜLLER (1962) asseguren no haver trobat res en relació a la seva reproducció. No passa el mateix amb d'altres espècies de la família (GRIGG, 1974; 1976) i d'altres de mediterrànies, com *Eunicella singularis* (THÉODOR, 1967; WEINBERG & WEINBERG, 1979) i *E. cavolinii* (KÖCH, 1884; VELIMIROV, 1975), que ens poden orientar sobre l'espècie que es tracta i així podem entendre millor la seva pauta de creixement.

L'espècie sembla que es reproduïx una vegada l'any, que en el nostre cas se situa dintre dels mesos d'aigües més calentes; el mes de setembre se'n va poder observar un exemplar en el moment de l'expulsió dels ous. El nombre d'ous, igual com d'altres espècies pròximes, és proporcional al nombre de pòlips i a l'edat de la colònia. L'alliberació se suposa ràpida i la vida de la larva curta, amb una mortalitat del 99 % (THORSON, 1950). Un desenvolupament larvari lecitotròfic se suposa com el més adequat (MILEIKOVSKI, 1971). Igualment que *E. singularis* i altres espècies, sembla que des del moment d'instal·lació de la larva i de l'aparició del primer pòlip, poden passar uns cinc dies (THÉODOR, 1967; WEINBERG & WEINBERG, 1979). Una vegada formada la colònia, el creixement més ràpid s'esdevé en els exemplars petits, i va decreixent amb l'edat i el volum de la colònia; la longevitat és semblant a la d'altres gorgònies del Mediterrani i d'altres indrets (taula I).

El fet observat en altres espècies de gorgònies i en la mateixa *P. clavata*, encara que no tant, si fossin colonitzades per d'al-

tres organismes, fa pensar en l'incidència d'aquests organismes en el creixement de la colònia. Tant hi ha depredadors que poden denudar una part de les ramificacions i afavorir la posterior colonització d'altres organismes damunt de l'eix corni despullat, com dels que simplement s'installen damunt com a colonitzadors secundaris. Tots poden arribar a aturar el creixement i fins i tot a provocar la mort parcial o total de la colònia.

Tots aquests factors, la seva pròpia biologia i ecologia com a espècie constructora de substrat, a més d'un consum d'oxigen baix (CHAPMAN & THÉODOR, 1969), fan pensar en un creixement lent i variable de l'espècie i que serà influït tant pels corrents com per la disponibilitat d'aliment.

MATERIAL I MÈTODES

Es varen escollir dues classes de colònies, per una banda les petites o juvenils (que no fessin més de 20 cm d'alçària), per l'altra, les grans o adultes (de fins a 40-50 cm d'alçària). De les cinquanta colònies marcades, només d'un 35 % es van poder obtenir dades, a causa fonamentalment de la manipulació dels exemplars per part d'altres capbussadors esportius.

A les colònies escollides, a l'atzar, se'ls penjava a la base unes etiquetes de plàstic, a tall de referència. De cada colònia es marcaven tres ramificacions, quasi sempre terminals, amb una o dues marques consecutives, per observar si el creixement era només apical o no. També es marcava la base de dues ramificacions apicals per veure la sincronització del seu creixement. Les marques utilitzades eren cintes de plàstic amb un mecanisme d'antiretròcés, del tipus que habitualment es fa servir per

TAULA I. Creixement observat per algunes espècies de gorgònies, en comparació amb les dades obtingudes en aquest treball (en mm any⁻¹).
Estimated growth for some species of gorgonians, and the values obtained in this study (in mm year⁻¹).

<i>Eunicella cavolinii</i>	5,2-21,5	VELIMIROV, 1975
<i>Eunicella singularis</i>	0-33	WEINBERG & WEINBERG, 1979
<i>Gorgonia flabellum</i>	0-83	CARY, 1914
<i>Plexaura flexuosa</i>	5-55	CARY, 1914
<i>Muricea californica</i>	0-60	GRIGG, 1974
<i>Lophogorgia ceratophyta</i>	0-28,5	WEINBERG & WEINBERG, 1979
<i>Paramuricea clavata</i>	0-12,5	WEINBERG & WEINBERG, 1979
<i>P. clavata</i> (grans)	3-18	aquest treball
<i>P. clavata</i> (petites)	9-33	aquest treball

a subjectar cables elèctrics (fig. 1). Una vegada col·locades es prenien la distància des de la marca a l'apex, i entre marques consecutives, a més de fer un petit plànol



FIG. 1. Colònia gran o adulta de *Paramuricea clavata* (uns 60 cm d'alçària), amb els anells de marcatge emprats per a seguir el seu creixement (Foto, J. M. Gili).
Adult colony of *Paramuricea clavata* (about 60 cm of height) with the marking rings used to estimate its growth (Photo, J. M. Gili).

de les ramificacions per a observar la neoformació de petites ramificacions. Moltes vegades es fotografiaven les colònies com una informació paral·lela a les marques (figura 2). Una precaució prèvia a la presa de

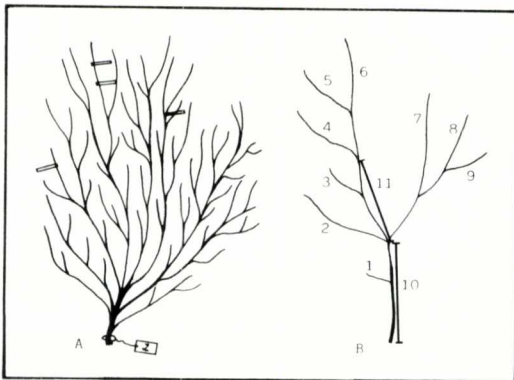


FIG. 2. Esquema dels dos mètodes emprats per al seguiment del creixement en els dos tipus de colònies. A, grans, amb els tres tipus de marcatge explicats al text; B, petites (la numeració de les ramificacions correspon a les dades que s'indiquen a la taula III).
Schematic diagram of the two methods used in the growth estimate in the two colonial types. A, large colonies, with the three kinds of markings explained in the text; B, little ones (the number on the branches refer to the data shown in table III).

mesures es feia necessària: a causa de la retractabilitat de la colònia es prenien les distàncies tan bon punt la colònia s'havia retret. En un període força regular es varen anar prenent mesures (taules II, III) durant un període de sis mesos en uns casos i d'un en altres.

A les colònies petites, les marques escollides podien perjudicar el creixement de la colònia, i s'hi va seguir un procediment diferent. Es feia un plànol de la colònia i de les seves ramificacions prenent les distàncies entre elles, i entre elles i l'apex de la colònia (fig. 1). És important prendre totes les mesures ja que el creixement s'esdevé en tota la colònia.

Paral·lelament, es recollien colònies per a calcular-hi un coeficient longitud/biomassa. Aquest coeficient es fa servir per a aplicar-lo a les dades de longitud a causa del creixement. Es feien per diàmetre de ramificació, encara que es va veure que les ramificacions efectives en el creixement eren preferencialment les de 2,5 mm de diàmetre.

RESULTATS

Els resultats de les mesures fetes es troben reflectits a les taules II i III. Inicialment, es pot veure que el creixement és força uniforme entre les diferents colònies, però es presenten dues tendències; per una banda, el creixement de les ramificacions terminals o apicals de les colònies grans no es diferencia gaire del corresponent a les colònies petites. Per l'altra, el creixement és constant durant l'any en les ramificacions apicals de les colònies grans, i és d'uns 6 a 9 mm per ramificació i any. De totes maneres la velocitat de creixement disminueix amb la longitud de la ramificació.

El creixement general a les colònies grans es troba entre 3 i 18 mm l'any, i a les petites entre 9 i 33 mm l'any. El creixement mitjà entre totes dues és força diferent; 7,92 mm ($\sigma=3,51$) a les grans per 26,68 mm ($\sigma=10,68$) a les petites.

A més de mesurar el creixement s'han fet algunes observacions paral·leles sobre aquest creixement, que es poden resumir com segueix:

— Les colònies grans presenten una marcada tendència a créixer per l'apex, a més de no modificar-se durant l'any el diàmetre de les ramificacions terminals.

TAULA II. Dades sobre el creixement de longitud de les colònies grans (diverses ramificacions per colònia), al cap de 4 o 6 mesos, i extrapolació a la mitjana anual (en mm).
Data on the longitudinal growth in the large colonies (mean of different branchings per colony), at 4 and 6 months after marking, and extrapolation to obtain the yearly mean (in mm).

Exemplar	Longitud inicial	Longitud 4 mesos	Longitud 6 mesos	Creixement parcial		Creixement en un any
1	57	58	—	1	—	3
	22	26	—	4	—	12
	38	35	—	—	3	—
	40	44	47	—	7	14
2	35	—	37	—	2	4
	22	—	27	—	5	10
3	57	—	63	—	6	12
	30	—	36	—	6	12
	33	34	—	1	—	3
	34	36	—	2	—	6
4	30	30	—	0	—	—
	50	—	55	—	5	10
	0	—	3	—	3	6
	0	—	3	—	3	6
5	70	—	—50	—	—20	—
	68	71	—	3	—	9
	80	82	—	2	—	6
	57	60	—	3	—	9
6	50	53	—	3	—	9
	35	36	—	1	—	3
	0	—	3	3	—	9
7	35	36	—	1	—	3
	42	44	—	2	—	6
	0	2	—	2	—	6
8	50	50	—	0	—	—
	36	37	—	1	—	3
	27	27	—	0	—	—
9	0	1	—	1	—	3
	37	40	—	3	—	9
	35	—30	—	—5	—	—
10	28	30	—	2	—	6
	26	28	—	2	—	6
	0	3	—	3	—	9
11	12	15	—	3	—	9
	0	2	5	—	5	10
	0	2	5	—	5	10
12	0	2	6	—	6	12
	60	62	69	—	9	18
	20	22	—	2	—	6
	21	23	—	2	—	6
13	25	29	—	4	—	12
	20	26	—	4	—	12
	14	16	—	2	—	6
14	18	20	—	2	—	6
	16	16	—	0	—	—
	20	23	—	3	—	9
	12	—8	—	—4	—	—

— A causa dels problemes ja esmentats en la metodologia només unes quantes colònies (9) s'han pogut seguir fins al cap de l'any. De la resta de colònies, en tenim dades fins als 4 o 6 mesos; hem aproximat en aquests casos el cicle anual per extrapolació (taula II).

— El creixement detectat en els exemplars grans és sensiblement inferior al dels petits. Així, i comparant la taxa de creixement mitjà de les unes i de les altres mitjançant una prova *t* (taula IV), les mitjanes són significativament diferents en un 99 %. Cal dir que no tots els exemplars

TAULA III. Dades del creixement observat en una colònia petita, en total i per ramificació (segons l'esquema de la fig. 2 B; en mm).
Data on the observed growth for a little colony, whole and by branching (according to the diagram in fig. 2 B; in mm).

Ramificació	Longitud inicial	Longitud 2 mesos	Longitud 4 mesos	Longitud parcial	Creixement anual
1	12	14	15	3	9
2	37	43	47	10	30
3	—	—	—	—	—
4	25	30	36	11	33
5	10	11	19	9	27
6	27	36	38	11	33
7	42	46	—	—	—
8	31	34	41	10	30
9	16	24	29	13	39
10	17	11	25	8	24
11	27	28	31	4	12

Mitjana de creixement: 25,66 ($\sigma=10,68$).

són del seguiment d'un any i que no s'han tingut en compte els creixements negatius d'alguns exemplars.

—La biomassa mitjana per unitat de longitud de ramificació d'un mil·límetre i de 2,5 mm de diàmetre és de 0,02 grams de pes sec. Aquesta mesura és representativa de la majoria de la colònia, tant pel que fa a la biomassa total (TRUE, 1970) com a la parcial (GILI & ROS, 1985). El coeficient longitud/biomassa s'ha calculat a partir d'altres exemplars de la mateixa població.

En resum, l'increment de biomassa per a les colònies grans es troba en uns 5,54 g l'any⁻¹ (exemplars de 30 a 40 cm d'alçària i una biomassa de 28 a 32 g). El coeficient P/B és de 0,17 a 0,19, cosa que implica una taxa de renovació teòrica de 5 a 6 anys. Els exemplars de colònies petites, amb una biomassa de 9 a 12 g i d'uns 15 a 25 cm d'alçària, presenten un increment de biomassa d'1,92 g l'any⁻¹, cosa que representa un coeficient P/B de 0,48.

DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts en aquest treball, juntament amb d'altres observats a la bibliografia sobre altres espècies properes a l'estudiada, ens permeten fer algunes consideracions generals sobre la biologia i en particular sobre el creixement de *Parauricea clavata*.

L'edat de les colònies és directament proporcional a la biomassa d'aquestes colònies, i indirectament a la velocitat de creixement. És comprovable en una diferència de més del doble entre els coeficients P/B de les colònies petites i grans.

El creixement de les colònies grans o adultes és eminentment apical, i en termes generals es pot veure que el sentit del creixement tendeix sempre cap a assolir l'alçària òptima: cap a dalt. La variabilitat entre el creixement de les colònies d'una mateixa població és d'igual rang que el que hi ha dintre de les mateixes colònies.

Les inconstàncies i diferències en el crei-

TAULA IV. t de Student comparant les dades de creixement de les colònies grans i de les petites. Student's t-test comparing the growth data in the large and in the little colonies.

	n	\bar{y}	\bar{x}		
Colònies petites	9	8,7	3,3	$t_s = 25,07$	$t_{001} (36) = 3583$
Colònies grans	29	2	1,1		
$L_1 = 6,77 - 3,583 \times 0,27 = 5,803$			(petites amb un 99 % de límit de confiança)		
$L_2 = 6,77 + 3,583 \times 0,27 = 7,737$			(grans amb un 99 % de límit de confiança)		

xement són degudes a diversos factors, tant ambientals com biològics. L'hidrodinamisme i la periodicitat en el règim de corrents és un dels més accentuats quant a provocar ruptures i per tant creixements negatius (taula II). L'acció dels depredadors i la utilització per part d'altres organismes de les colònies de *P. clavata* com a substrat, són també importants. En un punt menys significatiu es troba la possibilitat d'existència de ritmes endògens, igual com en altres espècies de la família (GRIGG, 1974).

El fet que se suposi un creixement potencialment continu, porta a equivocacions quant a l'edat de les colònies. És molt probable una discontinuïtat notable de la taxa de creixement, que pot ser rítmica. No es disposa de dades suficients quant a pèrdues per ruptura o mortalitat de les colònies, però poden ser perfectament similars al mateix creixement. L'observació de colònies de quasi un metre d'alçària en fons de 60 metres i en condicions ambientals estables, ens porta a suposar una edat d'uns 50 anys, encara que l'edat més probable de les colònies sigui entre 15 i 25 anys. De tota manera, la producció de l'espècie, igualment que moltes d'altres comunes a les comunitats circalitorals mediterrànies, sembla més alta que la que se suposava fins ara.

En conclusió, *Paramuricea clavata* presenta un creixement lent, tendent a adquirir una grandària òptima i màxima en funció de les condicions hidrodinàmiques del medi i de la incidència dels depredadors. És una espècie constructora de substrat i d'una longevitat alta, cosa que la fa bona representant dels estratèges de la K (PIANKA, 1970; MARGALEF, 1974). D'altra banda, l'alta producció larvària lligada amb una alta taxa de mortalitat de les larves, la situa també a prop dels estratèges de la r. Per tant, igualment que altres espècies de gorgònies litorals, presenta una alternança d'estratègies regida pels factors ambientals i biològics.

BIBLIOGRAFIA

- CARPINE, C. 1963. Contribution à la connaissance des Gorgones Holaxonia de la Méditerranée Occidentale. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 60: 1-52.
- CARPINE, C. & GRASSHOFF, M. 1975. Les Gorgonaires de la Méditerranée. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 71: 1-140.
- CARY, L. R. 1914. Observations upon the growth-rate and ecology of gorgonians. *Pap. Tortugas Lab. Carnegie Inst. Wash.*, 5: 81-90.
- CHAPMAN, G. & THÉODOR, J. 1969. L'influence de la lumière sur la consommation d'O₂ chez *Eumicella stricta* (Gorgone à zooxanthelles symbiotiques) et chez *Paramuricea clavata*. *Vie Milieu*, 19: 485-490.
- GILL, J. M. 1981. Estudio bionómico y ecológico de los cnidarios bentónicos de las islas Medes (Girona). *Oecologia aquatica*, 5: 105-124.
- GILL, J. M. 1982. Fauna de cnidaris de les illes Medes. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 10: 1-175.
- GILL, J. M. & ROS, J. D. 1982. Bionomia de los fondos de sustrato duro de las islas Medes (Girona). *Oecologia aquatica*, 6: 199-226.
- GILL, J. M. & ROS, J. 1985. Estudio cuantitativo de tres poblaciones circalitorales de cnidarios bentónicos. *Inv. Pesq.*, 49 (3): 323-352.
- GOLBERG, W. M. 1974. Evidence of a sclerotized collagen from the skeleton of a gorgonian coral. *Comp. Biochem. Physiol.*, 49 (B): 525-529.
- GOREAU, T. F., GOREAU, N. I. & YOUNGE, C. M. 1971. Reef corals: Autotrophs or heterotrophs? *Biol. Bull.*, 141 (2): 247-260.
- GRASSHOFF, M. 1977. Die Gorgonarien des Östlichen Nordatlantik und des Mittelmeeres. III. Die Familie Paramuriceidae (Cnidaria, Anthozoa). *Meteor. Forsch.-Ergebnisse*, 27 (D): 5-76.
- GRIGG, R. W. 1974. Growth rings: Annual periodicity in two Gorgonian corals. *Ecology*, 55: 876-881.
- GRIGG, R. W. 1977. Population dynamics of two Gorgonian corals. *Ecology*, 58: 278-290.
- KINZIE, R. A. 1973. The zonation of West Indian gorgonians. *Bull. mar. Sci.*, 23 (1): 93-155.
- KÖCH, G. 1887. Die Gorgonien des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Erste Theil einer Monographia des Anthozoa Alcyonaria. *Fauna Flora Golf Neapel*, 15: 1-99.
- LASKER, H. R. 1981. A Comparison of the Particulate Feeding Abilities of Three Species of Gorgonian, Soft Coral. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 5: 61-67.
- LEVERSEE, G. J. 1976. Flow and feeding in fan-shaped colonies of the gorgonian coral *Leptogorgia*. *Biol. Bull.*, 151: 344-356.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecologia*. Omega. Barcelona.
- MILEIKOVSKI, S. A. 1971. Types of larval development in marine bottom invertebrates; their distribution and ecological significance: a re-evaluation. *Mar. Biol.*, 10: 193-213.
- PAX, F. & MÜLLER, I. 1962. Die Antozoenfauna der Adria. *Fauna und Flora Adriatica*, 3: 9-343.
- PÉRES, J. M. & PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 31 (47): 5-137.
- PIANKA, E. R. 1970. On r- and K- Selection. *Amer. Nat.*, 104 (940): 592-497.
- RIEDL, R. 1966. *Biologie der Meereshöhlen*. Paul Parey. Berlin.
- THÉODOR, J. 1967. Contribution à l'étude des gorgones (VII): Ecologie et comportement de la planule. *Vie Milieu*, 18 (2A): 291-301.
- THÉODOR, J. & DENIZOT, M. 1965. Contribution à l'étude des gorgones (I): à propos de l'orientation d'organismes marins fixés aux végétaux et animaux en fonction du courant. *Vie Milieu*, 16 (2A): 237-241.
- THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.*, 25 (1): 1-45.

- TRUE, M. A. 1970. Étude quantitative de quatre peuplements sciaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 69: 1-48.
- VELIMIROV, B. 1973. Orientation in the sea fan *Eunicella cavolinii* related to water movement. *Helg. wiss. Meeresunters*, 24: 163-173.
- VELIMIROV, B. 1975. Wachstum und Altersbestimmung des Gorgonie *Eunicella cavolinii*. *Oecologia*, 19: 259-272.
- VELIMIROV, B. 1976. Variations in growth forms of *Eunicella cavolinii* Koch related to intensity of water movements. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 21: 109-117.
- WAINWRIGHT, S. A. & DILLON, J. R. 1969. On the orientation of sea fans (Genus *Gorgonia*). *Biol. Bull.*, 136: 130-139.
- WEINBERG, S. 1975. Écologie des Octocoralliaires communs du substrat dur dans la région de Banyuls-sur-Mer. *Bijdr. Dierk.*, 45: 50-70.
- WEINBERG, S. 1976. Revision of the common Octocorallia of the Mediterranean circalittoral. I. Gorgonacea. *Beaufortia*, 24: 63-104.
- WEINBERG, S. 1978. Mediterranean Octocorallia Communities and the Abiotic Environment. *Mar. Biol.*, 49: 41-57.
- WEINBERG, S. 1979. Transplantation experiments with Mediterranean gorgonians. *Bijdr. Dierk.*, 49: 31-41.
- WEINBERG, S. & WEINBERG, F. 1979. The life cycle of a gorgonian: *Eunicella singularis* (Esper, 1784). *Ibid.*, 48: 127-140.