

Els fons rocosos profunds amb *Osmundaria volubilis* (Linné) R. E. Norris a les Balears

Enric BALLESTEROS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Ballesteros, E. 1992. Els fons rocosos profunds amb *Osmundaria volubilis* (Linné) R.E. Norris a les Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 33-50 ISSN. 0212-260X. Palma de Mallorca.

Hom estudia la composició específica i diferents paràmetres estructurals de la comunitat dominada per *Osmundaria volubilis* que es desenvolupa sobre substrat rocós en aigües profundes de les illes Balears. La comunitat creix sobre roques amb sediment abundant situades entre els 30 i els 50 metres de fondària i és caracteritzada, principalment, per les algues rodofícies erectes *Osmundaria volubilis*, *Polysiphonia subulifera*, *Phyllophora crispa* i *Brongniartella byssoides*. La dominància quantitativa correspon a les espècies pròpies de l'estatge circalitoral, les algues antiesciòfiles i les espècies esciòfiles d'àmplia distribució. Hom remarca la seva relació amb el *Cystoseiretum zosteroidis* i la pertinença de la comunitat a l'estatge circalitoral, ateses les seves característiques bionòmiques. La riquesa específica oscil·la entre 60 i 79 espècies per inventari, el recobriment entre el 120 i el 280 % i la biomassa total entre 800 i 1900 g ps m⁻². La diversitat (calculada amb l'índex de Shannon i a partir de les dades de recobriment) oscil·la entre 3 i 3,6 bits. L'elevada biomassa d'algues erectes (100-200 gps m⁻²) suggereix una producció primària relativament elevada, si es té en compte la fondària i els valors d'irradiància (2-6 % de la irradiància superficial) als que es desenvolupa la comunitat, la qual cosa permet ressaltar la importància de l'estatge circalitoral en el balanç de carboni de les zones costaneres mediterrànies.

Paraules clau: fitolentos, fitosociologia, aigües profundes, biomassa, Mediterrània occidental.

THE DEEP-WATER ROCKY BOTTOMS WITH *OSMUNDARIA VOLUBILIS* (LINNÉ) R. E. NORRIS FROM THE BALEARIC ISLANDS (WESTERN MEDITERRANEAN). Species composition and structural parameters (biomass, coverage, species diversity) are studied in the algal community dominated by *Osmundaria volubilis*, which develops in the deep-water rocky bottoms around the Balearic islands. The community appears on rocky beds with high sediment cover between 30 and 50 meters depth. It is mainly characterized by the erect red algae *Osmundaria volubilis*, *Polysiphonia subulifera*, *Phyllophora crispa* and *Brongniartella byssoides*. The quantitative dominance belongs to the ecological supergroups of circalittoral algae, antisciphilic algae and sciaphilic algae with wide distribution. The community is related to the *Cystoseiretum zosteroidis* association and it can be included in the circalittoral zone, attending to its bionomical features. The species richness ranges from 60 to 79 species per inventory, percentage coverage from 120 to 280 %, biomass from 800 to 1900 g dw m⁻², and species (Shannon's) diversity (estimated from coverage values) from 3 to 3.6 bits. The high biomass of erect algae (100-200 g dw m⁻²) suggests a relative high productivity, if the low irradiance values (2-6 % of surface irradiance) and depth are considered, which emphasizes the importance of the circalittoral zone in the carbon budget of Mediterranean coastal areas.

Keywords: Phytolenthos, phytosociology, deepwaters, biomass, Western mediterranean.

Enric BALLESTEROS. Centre d'Estudis Avançats de Blanes. CSIC. 17300. Blanes Girona. Espanya.

Recepció del manuscrit, 12-mai-92. Revisió acceptada, 7-set-92

Introducció

Osmundaria volubilis (L.) R. E. Norris (= *Vidalia volubilis* (L.) J. Agardh) és una alga rodamelàcia (Rhodophyta) amb una distribució geogràfica bastant reduïda ja que inclou només la Mediterrània i l'Atlàntic oriental càlid-temperat, des del sud de Portugal fins a les illes Canàries (Norris, 1991). A la Mediterrània és una espècie molt comuna, tot i que la seva abundància varia molt segons les àrees geogràfiques. Així, és una espècie molt abundant a totes les illes Balears (Rodríguez, 1889; Buen, 1905; Bellón, 1921; Ribera i Gómez, 1984), però és raríssima a la costa catalana (Ballesteros i Romero, 1982).

L'ecologia d'*Osmundaria volubilis* ha estat una qüestió polèmica. L'espècie és molt abundant en determinats fons del detrític costaner a les illes Balears (Buen, 1906; Buen, 1934; Gómez *et al.*, 1986; Ballesteros *et al.*, 1992), Tunísia (Pruvot, 1921), Còrsega (Molinier, 1960), la Mediterrània oriental (Pérès i Picard, 1964), Sicília (Battiato *et al.*, 1979), Port-Cros (Augier i Boudouresque, 1978; Bourcier, 1981) i el sudest de la Península Ibèrica (Soto, 1990). És, però, una espècie comuna en el coral·ligen amb un recobriment d'algues erectes encara important (precoral·ligen de diversos autors), a determinades àrees: Nàpols (Funk, 1927), els Pirineus Orientals (Feldmann, 1937), Còrsega (Molinier, 1960), Sicília (Giaccone i De Leo, 1966; Giaccone, 1967, 1969; Battiato *et al.*, 1979), el mar Egeu (Giaccone, 1968) i l'arxipèlag de Cabrera (Ballesteros *et al.*, 1992). Fins i tot pot aparèixer i formar fàcies a les comunitats d'algues fotòfiles en modus calmat a Còrsega (Verlaque, 1985, 1987) i Sicília (Serio i Pizzuto, 1990). Aquesta distribució

un tant particular ha portat Boudouresque (1984) a incloure-la dins del grup ecològic d'algues antiesciòfiles (AS), les quals es caracteritzen per la seva fotofília en aigües càlides però es comporten com a esciòfiles en aigües fredes, trobant-se preferentment en fondària en aquests indrets.

Osmundaria volubilis és una espècie extraordinàriament comuna a les illes Balears, fins el punt de tenir noms vulgars: herba gerriquera (Rodríguez, 1889) o herba torta (Buen, 1905). Ha estat citada de nombrosos punts de l'arxipèlag (vegeu Ribera i Gómez, 1984) i és especialment abundant a la costa SW de Mallorca, la badia de Pollença i a Cabrera (Buen, 1905, 1906, 1916; Buen, 1934; Canals *et al.*, 1988, 1990; Ballesteros, 1992).

Tot i la gran proliferació de citacions d'*Osmundaria volubilis* a la Mediterrània i l'extensió que tenen els fons marins ocupats per aquesta alga, la manca d'inventaris quantitativs precisos d'aquestes comunitats és palesa, i es redueixen als estudis de les comunitats d'algues fotòfiles (Verlaque, 1987; Serio i Pizzuto, 1990). En el transcurs d'una sèrie de campanyes d'estudi de les comunitats fitobentòniques de les illes Balears hem localitzat diversos fons marins on aquesta espècie era molt abundant, tant sobre substrat dur com en el detrític. En aquest treball donem a conèixer la composició específica i l'estructura (biomassa, recobriment) de les comunitats dominades per *Osmundaria volubilis* sobre substrat dur, les quals es localitzen, a les Balears, entre 30 i 50 metres de fondària, és a dir, en el límit inferior de la zona infralitoral i la part superior de l'estatge circalitoral (Ballesteros, 1992; Ballesteros *et al.*, 1992).

Material i mètodes

Les mostres van ésser recollides durant els mesos de maig, juny i octubre dels anys 1985, 1986 i 1987, a la badia de Pollença (Mallorca) i a l'illa de Cabrera durant el transcurs d'una sèrie de campanyes oceanogràfiques dels projectes Carbal i Cabrera. Les mostres van recollir-se mitjançant el mètode de recol·lecció total (Boudouresque, 1971), amb la utilització d'equips d'immersió autònoms. La superfície mostrejada fou de 900 cm², superior a l'àrea mínima qualitativa i quantitativa dels poblaments mediterranis d'algues esciòfiles erectes (*Rhodomenia Codietum vermicularae*, *Cystoseira zosteroides*) (Ballesteros, 1989a, 1990a). Les mostres eren fixades amb formaldehid al 4% en aigua de mar i eren conservades a la foscor fins a la seva separació. La determinació i quantificació de les mostres va realitzar-se en el laboratori segons la metodologia descrita a Ballesteros (1986). Com a paràmetres estructurals han estat determinats el percentatge de recobriment total i de l'epiflora, la biomassa total i de l'epiflora (ambdues extrapolades al m²) i la diversitat (calculada a partir dels valors de recobriment i biomassa, i expressada segons l'índex de Shannon) de cadascun dels inventaris. La taula global d'inventaris ha estat treballada fitosociològicament, seguint els criteris de Boudouresque (1984) i Verlaque (1987), a fi de caracteritzar la comunitat des d'aquest enfoc.

La nomenclatura de les espècies segueix, en general, els criteris de Ballesteros (1990b). L'assignació al gènere *Osmundaria* de l'espècie fins ara coneguda amb el binomi de *Vidalia volubilis* es basa en les consideracions de Norris (1991).

Resultats

Els inventaris realitzats es presenten a la taula 1. La comunitat d'*Osmundaria volubilis* sobre substrat rocós es caracteritza per l'elevat grau de recobriment i biomassa d'algues erectes esciòfiles (taula 2), els quals oscil·len, respectivament, entre el 120 i el 270% i els 95 i els 205 g ps m⁻². L'espècie dominant és, principalment, *Osmundaria volubilis*, tot i que en determinades zones (inventari 5, taula 1) *Phyllophora crispa* pot codominar el poblament. D'altres espècies erectes de mida mitjana comunes en el poblament són els rodòfits *Polysiphonia subulifera*, *Brongniartella byssoides*, *Laurencia pelagosae*, *Polysiphonia ornata*, *Polysiphonia flexella* i *Rytiphloea tinctoria*; els feòfits *Dictyota dichotoma*, *Halopteris filicina*, *Dictyopteris membranacea* i *Cystoseira spinosa*; i els cloròfits *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna*. L'estrat epifític és extraordinàriament abundant, principalment sobre *Osmundaria* i *Phyllophora*; hom hi observa, majoritàriament, petites coral·linàcies incrustants (*Fosliella farinosa*, *Titanoderma* sp.), petits rodòfits (*Acrosorium uncinatum* v. *venulosum*, *Champia parvula*, *Chylocladia verticillata*, *Antithamnion* spp., *Ceramium* spp., *Dasya* spp.) i el feòfit *Sphacelaria cirrosa*. L'estrat incrustant està relativament poc desenvolupat, probablement a causa de la gran quantitat de sediment que hi ha en els indrets on es desenvolupa la comunitat. Les coral·linàcies incrustants rarament recobreixen el 100% del substrat (*Mesophyllum lichenoides*, *Spongites hauckii*? i d'altres). Les espècies que creixen aplicades al substrat, no carbonatades, tampoc són massa abundants, però podem destacar-ne *Ethelia fissurata*, *Peyssonnelia rubra* i altres congèneres,

Rhodymenia ardissoni, *Zanardinia prototypus* i *Aglaozonia chilosa* (estadi).

Fitosociològicament hom observa una dominància absoluta de les espècies esciòfiles (75,5% de dominància quantitativa; 50,9% de dominància qualitativa) (taula 3). Els grups d'algues pròpies de l'estatge circalitoral, les espècies antiesciòfiles i les algues esciòfiles d'àmplia distribució són les espècies dominants quantitativament i per això hom pot considerar aquests poblaments com a pertanyents bionòmicament a l'estatge circalitoral.

El recobriment total oscil·la entre el 200 i el 400% i en gran part està provocat per l'elevat grau de recobriment d'espècies erectes (taula 2). La biomassa total, en canvi, oscil·la entre 800 i 1900 g ps m², però només una petita part (90 a 205 g ps m²) és atribuïble a les espècies erectes, ja que les algues incrustants estan fortament calcificades. La diversitat està compresa entre 3 i 3,6 bits (estimes fetes a partir de les mesures de recobriment) o entre 1,3 i 2 bits (estimes fetes a partir de les mesures de biomassa). El nombre d'espècies per inventari varia entorn les 70 espècies (taula 3).

Taula 1.

	1	2	3	4	5
<i>Osmundaria volubilis</i> (Linné) R.E. Norris	79,133	88,967	47,867	44,922	58,125
	100,478	124,144	68,642	38,933	79,421
<i>Spongites haucki</i> ? (Rothpletz) Ballesteros	51,111	3,333	30,000	5,556	24,000
	1492,44	97,333	751,500	127,579	551,100
<i>Fosliella farinosa</i> (Lamouroux) Howe	34,444	10,556	20,556	16,667	32,500
	3,444	1,056	2,055	1,667	3,250
<i>Peyssonnelia rubra</i> (Greville) J. Agardh	2,644	2,000	1,956	0,467	18,250
	4,678	2,433	2,956	0,557	21,775
<i>Polysiphonia subulifera</i> (C. Agardh) Harvey	75,222	20,678	22,644	61,044	1,500
	53,956	12,556	16,867	39,433	1,500
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	1,911	17,422	5,222	2,944	7,200
	0,711	3,067	2,100	0,922	1,650
<i>Halopteris filicina</i> (Grateloup) Kützinger	0,167	5,511	4,711	1,267	5,975
	0,167	4,222	3,311	0,844	5,900
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh	0,400	2,622	1,444	0,444	6,825
	0,267	1,133	0,950	0,230	3,825
<i>Laurencia pelagosae</i> (Schiffner) Ercegovic	2,533	2,844	0,844	0,633	4,050
	0,887	1,478	0,800	0,544	3,625
<i>Laurencia gr. obtusa</i> (Hudson) Lamouroux	0,232	2,300	0,300	0,622	0,150
	0,233	0,978	0,250	0,450	0,075
<i>Plocamium cartilagineum</i> (Linné) Dixon	0,744	0,211	0,066	0,178	0,175
	0,411	0,144	0,045	0,059	0,058

	1	2	3	4	5
<i>Dasya</i> sp.	0,311	0,010	0,133	0,178	0,175
	0,200	0,007	0,120	0,089	0,088
<i>Daysa</i> cf. <i>corymbifera</i> J. Agardh	1,333	0,156	0,010	0,022	0,150
	1,000	0,067	0,008	0,011	0,075
<i>Chondria tenuissima</i> (Goodenough & Woodward)	0,100	0,489	0,033	0,067	0,020
C. Agardh	0,100	0,189	0,016	0,035	0,010
<i>Spermothamnion johannis</i> G. Feldmann	0,120	1,044	0,244	0,067	0,020
	0,110	0,456	0,122	0,033	0,010
<i>Sphacelaria plumula</i> Zanardini	0,122	0,222	0,211	0,056	0,700
	0,122	0,178	0,200	0,027	0,350
<i>Aglaozonia chilosa</i> Falkenberg-stadium	0,010	0,333	0,300	0,444	4,125
	0,011	0,333	0,300	0,444	1,500
<i>Brongniartella byssoides</i> (Goodenough & Woodward) Schmitz	26,888	4,278	0,678	0,244	
	18,167	1,456	0,400	0,165	
<i>Stictyosiphon adriaticus</i> Kützing	1,733	0,267	0,733	1,033	
	1,333	0,111	0,322	0,589	
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	0,964	0,133	0,200	0,044	
	0,478	0,089	0,100	0,022	
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	1,078	0,344	2,267	0,211	
	1,500	0,367	1, 667	0,156	
<i>Ceramium bertholdii</i> Funk	0,511	0,122	0,022	0,010	
	0,278	0,067	0,011	0,004	
<i>Cryptonemia tunaeformis</i> (Bertoloni) Zanardini	0,256	0,467	0,533	0,233	
	0,233	0,278	0,877	0,200	
<i>Thuretella schousboei</i> ? (Thuret) Schmitz	0,722	0,143	0,722	0,333	
	0,556	0,089	0,351	0,155	
<i>Rhodymenia delicatula</i> Dangeard	0,067	0,167	0,111	0,111	
	0,044	0,078	0,055	0,056	
<i>Lyngbya sordida</i> (Zanardini) Gomont	0,010	0,010		0,010	7,500
	0,003	0,011		0,002	0,015
<i>Monosporus pedicellatus</i> (Smith)	0,010	0,189	0,022		0,250
Solier in Castagne	0,011	0,078	0,011		0,125
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turner) J. Agardh	0,089	0,020	0,033		0,225
	0,033	0,067	0,011		0,075
<i>Calothrix confervicola</i> (Roth) C. Agardh	0,010		0,033	0,010	0,020
	0,003		0,010	0,002	0,002
<i>Eupogodon planus</i> (C. Agardh) Kützing	0,089		0,033	0,056	0,375
	0,044		0,022	0,027	0,187
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing	0,533		0,178	0,178	0,070
	0,533		0,178	0,178	0,700
<i>Spermothamnion flabellatum</i> Bornet	0,020		0,056	0,033	0,020
	0,111		0,028	0,016	0,010

(Cont.)

	1	2	3	4	5
<i>Polysiphonia ornata</i> J. Agardh		6,722	0,189	0,267	0,050
		5,778	0,140	0,367	0,035
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i> (Stackhouse)		0,411	0,044	0,033	0,300
Collins & Harvey		0,133	0,015	0,008	0,100
<i>Daysa baillouviana</i> (Gmelin) Montagne		0,611	0,010	0,156	0,075
		0,300	0,010	0,078	0,037
<i>Rhodophyllis strafforellii</i> Ardissonne		0,344	0,044	0,056	0,125
		0,142	0,015	0,018	0,042
<i>Titanoderma</i> sp.		5,556	1,111	0,411	1,875
		2,222	0,555	0,200	0,938
<i>Ceramium codii</i> (Richards) Mazoyer		0,010	0,022	0,010	0,020
		0,005	0,011	0,003	0,010
<i>Lithophyllum expansum</i> Philippi sensu Lemoine		7,222	8,900	1,110	
		51,756	288,544	1,679	
<i>Mesophyllum lichenoides</i> (Ellis) Lemoine		88,889		1,333	75,000
		888,889		13,330	750,000
<i>Melobesia</i> n. ident.	16,666		50,000	57,800	
	166,667		500,000	578,000	
<i>Zanardinia prototypus</i> (Nardo) Nardo		0,422	4,720	1,211	
		0,133	6,100	1,700	
<i>Chylocardia verticillata</i> (Lightfoot) Bliding	3,756	0,311	0,089		
	2,833	0,133	0,045		
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	0,256	0,467			0,700
	0,111	0,200			0,250
<i>Hincksia mitchelliae</i> (Harvey) Silva	0,178		0,022	0,010	
	0,100		0,011	0,005	
<i>Ptilothamnion pluma</i> (Dillwyn) Thuret in Le Jolis	0,044	0,056	0,010		
	0,022	0,033	0,005		
<i>Polysiphonia</i> sp.	0,444	0,222		0,010	
	0,444	0,144		0,044	
<i>Cladophora albida</i> (Hudson) Kützinger	0,010	0,667		0,100	
	0,005	0,333		0,050	
<i>Eupogodon spinellus</i> (C. Agardh) Kützinger		0,044	0,033	0,144	
		0,033	0,016	0,077	
<i>Halimeda tuna</i> (Ellis & Solander) Lamouroux	1,800	0,211	1,200		
	4,789	0,556	3,200		
<i>Rytiphloea tinctoria</i> (Clemente) C. Agardh	0,130		0,556	5,400	
	0,133		0,700	5,077	
<i>Lomentaria chylocardiella</i> Funk	0,010	0,010			0,150
	0,005	0,005			0,075
<i>Polysiphonia flexella</i> J. Agardh		1,278	0,978	2,456	
		0,933	0,833	1,911	

(Cont.)

	1	2	3	4	5
<i>Halopitys incurvus</i> (Hudson) Batters		0,333	0,067	0,156	
		0,333	0,060	0,140	
<i>Botryocladia boergesenii</i> J. Feldmann	0,078		0,133	0,044	
	0,078		0,087	0,044	
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) Drew	0,010		0,010	0,010	
	0,011		0,003	0,002	
<i>Sphondylothamnion multifidum</i> (Hudson) Nägeli	0,189		0,067	0,133	
	0,178		0,034	0,066	
<i>Acrosorium uncinatum</i> v. <i>venulosum</i>		0,556	0,033		9,750
<i>Boudouresque et al.</i>		0,178	0,011		3,250
<i>Polysiphonia macrocarpa</i> Harvey in Mackay			0,067	0,010	0,020
			0,033	0,003	0,008
<i>Kallymenia requienii</i> J. Agardh			2,544	0,022	0,175
			3,144	0,010	0,087
<i>Choristocarpus tenellus</i> (Kützinger) Zanardini			0,033	0,022	0,020
			0,016	0,011	0,010
<i>Ceramium</i> sp.			0,044	0,233	0,020
			0,015	0,115	0,010
<i>Ethelia fissurata</i> (Crouan & Crouan) Denizot	19,444		6,700		
	29,167		10,000		
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque & Denizot			0,556	1,000	
			5,560	10,000	
<i>Peyssonnelia harveyana</i> J. Agardh				0,278	0,675
				0,334	0,878
<i>Peyssonnelia squamaria</i> (Gmelin) Decaisne			1,667		0,975
			2,519		1,175
<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) Dixon		0,633			91,875
		0,778			80,400
<i>Antithamnion tenuissimum</i> (Hauck) Schiffner	0,056	0,133			
	0,056	0,067			
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey in Hooker	0,078	0,333			
	0,078	0,222			
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	1,556	0,178			
	1,000	0,089			
<i>Cystoseira spinosa</i> Sauvageau		7,878			0,675
		25,611			0,675
<i>Pterothamnion plumula</i> (Ellis) Nägeli		0,010			0,020
		0,011			0,010
<i>Dictyopteris membranacea</i> (Stackhouse) Batters				0,144	20,325
				0,050	6,025
<i>Callithamnion byssoides</i> Arnott ex	0,010			0,010	
Harvey in Hooker	0,011			0,004	

(Cont.)

	1	2	3	4	5
<i>Rhodymenia</i> sp.		0,010 0,007		0,010 0,005	
<i>Halicystis parvula</i> Schmitz- stadium		0,010 0,011			0,200 0,100
<i>Jania adhaerens</i> Lamouroux			0,033 0,033		1,350 0,675
<i>Myriactula</i> sp.			0,022 0,011	0,010 0,003	
<i>Lyngbya</i> sp.			0,022 0,007		0,675 0,067
<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harvey			0,222 0,074	4,122 2,489	
<i>Castagnea</i> sp.			0,522 0,251	0,122 0,061	
<i>Asperococcus</i> sp.			0,010 0,005	0,022 0,011	
<i>Castagnea irregularis</i> Sauvageau			0,022 0,011	0,078 0,037	
<i>Myriogramme carnea</i> (Rodríguez) Kylin			0,067 0,027	0,033 0,011	
<i>Valonia utricularis</i> (Roth) C. Agardh			0,078 0,078	0,022 0,022	
<i>Griffithsia</i> sp. 1			0,033 0,017	0,033 0,016	
<i>Polysiphonia</i> cf. <i>foetidissima</i> Cocks				0,444 0,222	0,200 0,100
<i>Polysiphonia</i> cf. <i>foeniculacea</i> (Draparnaud) J. Agardh	1,100 0,889				
<i>Polysiphonia furcellata</i> (C. Agardh) Harvey in Hooker	0,772 0,556				
<i>Erythroglossum balearicum</i> (Rodríguez) Kylin	0,655 0,222				
<i>Wrangelia penicillata</i> C. Agardh	0,544 0,444				
<i>Laurencia</i> sp.	0,522 0,522				
<i>Erythroglossum sandrianum</i> (Zanardini) Kylin	0,020 0,067				
<i>Halymenia latifolia</i> Crouan & Crouan	0,111 0,078				
<i>Halodictyon mirabile</i> Zanardini	0,044 0,040				

(Cont.)

	1	2	3	4	5
<i>Audouinella</i> sp.	0,010				
	0,011				
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützinger	0,010				
	0,011				
<i>Cladophora vagabunda</i> Hoek		2,700			
		1,056			
<i>Lomentaria ercegovicii</i> Verlaque et al.		1,567			
		0,678			
<i>Sargassum hornschurchii</i> C. Agardh		1,444			
		1,444			
<i>Contarinia peyssonneliaeformis</i> Zanardini		0,889			
		0,889			
<i>Peyssonnelia stoechas</i> Boudouresque & Denizot		0,444			
		0,444			
<i>Spermothamnion repens</i> (Dillwyn) Rosenvinge		0,297			
		0,178			
<i>Griffithsia</i> sp.2		0,167			
		0,110			
<i>Acrodiscus vidovichii</i> (Meneghini) Zanardini		0,133			
		0,178			
<i>Polysiphonia banyulensis</i> Coppejans		0,111			
		0,078			
<i>Chondria</i> sp.		0,010			
		0,011			
<i>Gelidium latifolium</i> (Greville) Bornet & Thuret		0,010			
		0,011			
<i>Peyssonnelia armorica</i> (Crouan & Crouan) Boergesen			3,900		
			5,893		
<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenhorst			1,489		
			2,022		
<i>Polysiphonia pulvinata</i> (J. Agardh) Bornet			0,522		
			0,251		
<i>Arthrocladia villosa</i> (Hudson) Duby			0,344		
			0,200		
<i>Nithophyllum micropunctatum</i> Funk			0,200		
			0,070		
<i>Carpomitra costata</i> (Stackhouse) Batters			0,144		
			0,144		
<i>Stilophora rhizodes</i> (Turner) J. Agardh			0,033		
			0,016		
<i>Cordylecladia erecta</i> (Greville) J. Agardh			0,010		
			0,010		

(Cont.)

	1	2	3	4	5
<i>Elachista intermedia</i> Crouan & Crouan			0,010		
			0,005		
<i>Giraudia sphacelarioides</i> Derbès & Solier			0,010		
			0,004		
<i>Peyssonnelia</i> sp.				2,222	
				3,357	
<i>Zosterocarpus oedogonium</i> (Meneghini) Bornet				0,200	
				0,100	
Gigartinal n. ident.				0,056	
				0,021	
<i>Acetabularia acetabulum</i> (Linné) Silva				0,044	
				0,017	
<i>Siphonocladus pusillus</i> (Kützinger) Hauck				0,033	
				0,020	
<i>Nemastoma dichotomum</i> J. Agardh				0,033	
				0,016	
<i>Feldmannia</i> sp.				0,010	
				0,003	
<i>Rhodymenia ardissonae</i> J. Feldmann					20,100
					6,375
<i>Antithamnion</i> sp. 1					3,750
					1,875
<i>Microdictyon tenuis</i> (J. Agardh) Decaisne					2,175
					0,925
<i>Dasya</i> cf. <i>rigidula</i> (Kützinger) Ardissonae					0,825
					0,412
<i>Gelidium pectinatum</i> Schousboe ex Montagne					0,625
					0,625
<i>Myriogramme tristomatica</i> (Rodríguez ex Mazza) Boudouresque					0,400
					0,015
<i>Cladophora</i> sp.					0,300
					0,200
<i>Pterothamnion crispum</i> (Ducluzeau) Nägeli					0,200
					0,100
<i>Feldmannophycus rayssiae</i> (J. & G. Feldm) Augier & Boudouresque					
0,150					
					0,100
<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Ambronn					0,125
					0,062
<i>Nereia filiformis</i> (J. Agardh) Zanardini					0,075
					0,075
<i>Gloiocladia furcata</i> (C. Agardh) J. Agardh					0,075

(Cont.)

	1	2	3	4	5
<i>Falkenbergia rufolanosa</i> (Harvey) Schmitz-stadium					0,037
					0,075
					0,037
<i>Lomentaria verticillata</i> Funk					0,050
					0,025
<i>Callithamnion decompositum</i> J. Agardh					0,030
					0,010
<i>Ceramium diaphanum</i> v. <i>lophophorum</i> G. Feldmann					0,020
					0,010
<i>Antithamnion</i> sp. 2					0,020
					0,010
<i>Lejolisia mediterranea</i> Bornet					0,020
					0,005
<i>Lyngbya meneghiniana</i> Gomont					0,020
					0,002
<i>Fosliella farinosa</i> v. <i>chalicodictya</i> Taylor					0,020
					0,002

PROCEDÈNCIA DELS INVENTARIS

- Inv. 1. Badia de Pollença, Mallorca (315 EE1617), - 40 m, 280685.
 Inv. 2. Badia de Pollença, Mallorca (315 EE1617), - 41m, 240586.
 Inv. 3. Badia de Pollença, Mallorca (315 EE1617), - 42 m, 230687.
 Inv. 4. Badia de Pollença, Mallorca (315 EE1617), - 42 m, 230687.
 Inv. 5. Cap de Sa Carabassa, Cabrera (315 DD9733), - 38 m, 181086.

Taula 1.- Inventaris de la comunitat amb *Osmundaria volubilis* en fons rocosos profunds a les Balears. La primera línia de valors indica percentatge de recobriment i la segona biomassa en g ps m⁻².
Inventories of the deep-water rocky bottoms with Osmundaria volubilis in the Balearic islands. The percentage cover for each species is given in the first row, and the biomass (expressed in g dw m⁻²) in the second.

nº inventari	Recobriment total %	Recobriment algues erectes %	Biomassa total g/m ²	Biomassa algues erectes g/m ²	Diversitat (recobriment) bits	Diversitat (biomassa) bits	Número d'espècies
1	332,0	242,5	1891,1	198,1	3,20	1,27	60
2	296,1	192,8	1236,6	194,4	3,30	1,63	67
3	229,7	123,3	1685,2	112,3	3,62	2,05	79
4	218,1	146,6	833,1	96,1	2,97	1,65	75
5	406,7	276,9	1531,2	204,8	3,56	1,86	68
mitjana	296,5	196,4	1435,4	161,1	3,3	1,7	69,8

Taula 2.- Paràmetres estructurals dels inventaris de la comunitat d'*Osmundaria volubilis*.
Structural parameters of the inventories from the Osmundaria volubilis community.

<i>Supergrups ecològics</i>	<i>Dominància quantitativa</i>	<i>Dominància qualitativa</i>
Circalitorals (CC+CCT+SRH+SM)	24,7	15,8
Antiesciòfiles (AS)	22,2	3,4
Esciòfiles d'àmplia distribució (SIC+SC)	18,9	17,9
Esciòfiles infralitorals (SCI+SCIT+SI+SSB)	9,7	13,8
Àmplia distribució (ISR+LRE)	8,6	6,9
Fotòfiles (PHI+PHIC+PHIT)	4,2	11,7
Altres o grup no determinat	11,8	30,4

Taula 3.- Dominància quantitativa i qualitativa dels diferents supergrups ecològics a la comunitat d'*Osmundaria volubilis*.

Quantitative and qualitative dominance of the ecological supergroups within the Osmundaria volubilis community.

Discussió

La comunitat d'*Osmundaria volubilis* sobre substrat dur es desenvolupa a les Balears en fons compresos entre els 30 i els 50 metres de fondària, en roques planes amb sediment abundant i un concrecionament escàs. Atenent a les mesures de transparència de l'aigua realitzades a l'arxipèlag de Cabrera (Ballesteros i Zabala, 1992), la irradiància que arriba a aquestes fondàries és del 2-6% de la irradiància superficial (mitjana anual). Si considerem el percentatge d'extinció de la llum com a un criteri vàlid per a limitar els estats, la comunitat d'*Osmundaria volubilis* apareix en el límit entre l'estatge infralitoral inferior i l'estatge circalitoral ja que segons Giaccone (1973) aquest límit es situa allà on arriba el 1% de la llum, mentre que segons Ballesteros (1984) el límit es troba en el 3% de la irradiància superficial.

L'estudi fitosociològic del poblament deixa clar, però, que, bionòmicament, la comunitat d'*Osmundaria volubilis* pertany a l'estatge circalitoral ja que hi dominen les algues circalitorals (*Polysiphonia subulifera*, *Spongites hauckii*?, *Brongniartella byssoides*, *Laurencia pelagosae*, *Acrosorium uncinatum* v. *venulosum*), antiesciòfiles (*Osmundaria volubilis*) o esciòfiles d'àmplia distribució (*Mesophyllum lichenoides*, *Ethelia fissurata*, *Peyssonnelia rubra*, *Rhodomenia ardissonae*, *Lithophyllum expansum*). L'assignació a una associació prèviament descrita és difícil, a causa de la poca precisió en la descripció de les associacions de l'estatge circalitoral a la Mediterrània i a l'escàs nombre d'inventaris complets realitzats (Ballesteros, 1991). La comunitat d'*Osmundaria volubilis* és diferent a les comunitats afins al *Rodriguezellum strafforellii* (Augier i Boudouresque, 1974; Ballesteros, 1991).

Comunitat	Estatge	Àrea (cm ²)	Nombre d'espècies	Diversitat (rec.)
Comunitat d' <i>Osmundaria volubilis</i>	Circalitoral	900	70	3,3
<i>Cystoseiretum zosteroidis</i>	Circalitoral	1600	132	3,5
Comunitat d' <i>Halimeda tuna</i>	Circalitoral	1024	76	2,5
<i>Phymatolitho-Lithothamnietum coralloidis</i>	Circalitoral	1600	45	2,5
<i>Phymatolitho-Lithothamnietum coralloidis</i>	Circalitoral	1600	41	3,1
Comunitat d' <i>Osmundaria volubilis</i>	Infralitoral inferior	400	61	.
Comunitat de Rodomelàcies	Infralitoral inferior	400	108	4,5
<i>Cystoseiretum spinosae</i>	Infralitoral inferior	400	68	3,9
<i>Rhodomenio-Codietum vermilarae</i>	Infralitoral inferior	1024	123	3,9

	Biomassa g ps m ⁻²	% rec.	Localitat	Referència
Comunitat d' <i>Osmundaria volubilis</i>	1435	296	Balears	aquest treball
<i>Cystoseiretum zosteroidis</i>	1425	201	Tossa	Ballesteros (1990a)
Comunitat d' <i>Halimeda tuna</i>	1648	263	Tossa	Ballesteros (1991)
<i>Phymatolitho-Lithothamnietum coralloidis</i>	2835	329	Balears	Ballesteros (dades inèdites)
<i>Phymatolitho-Lithothamnietum coralloidis</i>	2061	145	Tossa	Ballesteros (1988)
Comunitat d' <i>Osmundaria volubilis</i>	.	>100	Sicília	Serio i Pizzuto (1990)
Comunitat de Rodomelàcies	.	490	Còrsega	Verlaque (1987)
<i>Cystoseiretum spinosae</i>	1381	332	Balears	Ballesteros (dades inèdites)
<i>Rhodomenio-Codietum vermilarae</i>	1810	305	Tossa	Ballesteros (1989)

Taula 4.- Comparació de diversos paràmetres estructurals obtinguts a diferents comunitats d'algues esciòfiles i hemiesciòfiles de la Mediterrània Occidental.
Comparison between various structural parameters obtained from different associations of sciaphilic and hemisciaphilic algae in the Western Mediterranean.

però està relacionada amb el *Cystoseiretum zosteroidis* (Giaccone, 1973; Ballesteros, 1990b). Això no obstant, es diferencia del *Cystoseiretum zosteroidis* típic per la manca o el baix grau de presència de la majoria d'espècies que caracteritzen l'associació, llevat de *Brongniartella byssoides* i *Laurencia pelagosae*. En la nostra opinió, és necessari un estudi més aprofundit i globalitzador dels poblaments d'algues circalitorals mediterrànies abans que hom els pugui classificar correctament, i per aquesta causa no assignem cap rang de categoria sintaxonòmica (associació, subassociació) als poblaments estudiats. Es evident, però, que aquesta comunitat amb *Osmundaria volubilis* està relacionada amb el *Cystoseiretum zosteroidis* i, per tant, queda inclosa dins l'aliança *Sargassum hornschurchii* (Giaccone, 1973). Els poblaments sobre substrat rocós d'*Osmundaria volubilis* de Balears són, probablement, semblants als trobats a Nàpols per Funk (1927), a Còrsega per Molinier (1956, 1960), i a Siracusa (Sicília) per Battiato *et al.* (1979), però diferents dels poblaments fotòfils que forma aquesta espècie a Còrsega (Verlaque, 1985, 1987) i Sicília (Serio i Pizzuto, 1990). Finalment, l'afinitat de la comunitat d'*Osmundaria volubilis* que ocupa els fons rocosos, amb els fons de *maërl* (avellanó) amb abundància d'aquesta espècie, és molt notable. En aquests darrers hi ha, però, una representació molt important d'espècies circalitorals de substrat tou (*Phymatolithon calcareum*, *Lithothamnion valens*, *Lithothamnion corallioides*, *Lithothamnion fruticosum*, *Peyssonnelia crispata*, *Peyssonnelia rosa-marina* f. *rosa-marina*, *Cryptonemia tunaeformis*) (Giaccone, 1973; Augier i Boudouresque, 1978; Bourcier, 1981; Boudouresque,

1985; Soto, 1990; Ballesteros, dades inèdites) que són absents o raríssimes sobre fons rocosos.

Estructuralment, la comunitat d'*Osmundaria volubilis* sobre substrat rocós de Balears és relativament semblant al *Cystoseiretum zosteroidis* de Tossa de Mar, tot i que el recobriment sigui lleugerament superior (taula 4). El nombre d'espècies per inventari, el recobriment i la biomassa són similars als del *Cystoseiretum spinosae*, associació comuna a les Balears en fons de morfologia semblant situats a fondàries inferiors (-15 a -30 metres). Respecte les comunitats fotòfiles amb *Osmundaria volubilis* descrites a Còrsega (taula 4), la diversitat, el nombre d'espècies i el recobriment és inferior, com correspon a un poblament situat a major fondària. La major biomassa del coral·ligen d'*Halimeda tuna* i els fons de *maërl*, situats a fondàries superiors o a nivells d'irradiància inferiors, s'explica per l'abundància d'algues calcàries en aquestes comunitats, la qual cosa fa augmentar artificiosament la biomassa.

Es important de remarcar l'elevada biomassa d'algues erectes (100 a 200 g ps m⁻²) present a la fondària on es desenvolupa la comunitat. Aquesta elevada biomassa és indicativa d'una producció primària també elevada ja que gran part de les espècies tenen un desenvolupament anual (*Polysiphonia subulifera*, *Dictyota dichotoma*, *Brongniartella byssoides*, *Laurencia pelagosae*) i les que són plurianuals renoen gran part de la seva biomassa cada any (*Osmundaria volubilis*, *Phyllophora crispa*, *Dictyopteris membranacea*, *Rhodymenia ardissonaei*, *Halopteris filicina*). Això permet avaluar una producció primària de 100 g ps m⁻² any⁻¹ (o superior), corresponent a uns 40 g C m⁻². Aquest valor mínim de producció

és considerable si tenim en compte que s'efectua a una fondària de 40 metres i a una intensitat de llum corresponent al 2-6% de l'existent en superfície. Aquests valors de producció són semblants als calculats en d'altres comunitats de la zona circalitoral superior de la Mediterrània (Ballesteros, 1989b) i posen de relleu la importància de l'estatge circalitoral en el balanç de producció de carboni a les àrees costaneres, sobretot si, com passa a l'arxipèlag balear, aquest estatge té una amplitud batimètrica considerable.

Agraïments

Aquest treball és una contribució dels projectes de recerca Carbal (CAICYT 3210/83) i Bentos (CAICYT PPB86-0641). Agraïm a Mikel Zabala, Javier Romero i Catalina Massuti la seva ajuda en la recol·lecció de les mostres.

Bibliografia

- Augier, H., i Boudouresque, C.F. 1974. Dix ans de recherche dans la zone marine du Parc National de Port-Cros (France). Deuxième partie. *Annales Soc. Sci. Nat. Arch. Toulon Var*, 26: 119-150.
- Augier, H. i Boudouresque C.F. 1978. Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc National) XVI: Contribution à l'étude de l'épiflore du détritique côtier. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, 4: 101-125.
- Ballesteros, E. 1984. *Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 587 pp.
- Ballesteros, E. 1986. Métodos de análisis estructural en comunidades naturales, en particular del fitobentos. *Oecol. Aquat.*, 8: 117-131.
- Ballesteros, E. 1988. Composición y estructura de los fondos de *maërl* de Tossa de Mar (Gerona, España). *Collect. Bot. (Barcelona)*, 17(2): 161-182.
- Ballesteros, E. 1989a. Estructura y dinámica de la comunidad infralitoral de *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje de la Costa Brava (Mediterráneo Occidental). *Anal. Biol.*, 19: 73-90.
- Ballesteros, E. 1989b. Production of seaweeds in Northwestern Mediterranean marine communities: its relation with environmental factors. *Scient. Mar.*, 53: 357-364.
- Ballesteros, E. 1990a. Structure and dynamics of the community of *Cystoseira zosteroides* (Turner) C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae) in the Northwestern Mediterranean. *Scient. Mar.*, 54(3): 217-229.
- Ballesteros, E. 1990b. Check list of benthic marine algae from Catalonia (Northwestern Mediterranean). *Treb. Inst. Bot. Barcelona*, 13: 1-53.
- Ballesteros, E. 1991. Structure of a deep-water community of *Halimeda tuna* (Chlorophyceae, Caulerpales) from the North-Western Mediterranean. *Collect. Bot. (Barcelona)*, 20: 5-21.
- Ballesteros, E. 1992. Algues i fanerògames marines de l'arxipèlag de Cabrera. In: Alcover, J.A., Fornós, J. i Ballesteros, E. eds. *L'arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. (en premsa). Societat Història Natural de les Balears. Palma de Mallorca.
- Ballesteros, E. i Romero, J. 1982. Catálogo de las algas bentónicas (con exclusión de las diatomeas) de la costa

- catalana. *Collect. Bot.*, 13(2): 723-765.
- Ballesteros, E. i Zabala, M. 1992. El bentos de l'arxipèlag de Cabrera: el marc físic. In: Alcover, J.A., Fornós, J. i Ballesteros, E. eds. *L'arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. (en premsa). Societat Història Natural de les Balears. Palma de Mallorca.
- Ballesteros, E., Zabala, M., Uriz, M.J., García, A i Turón, X 1992. El bentos de l'arxipèlag de Cabrera: les comunitats. In: Alcover, J.A., Fornós, J. i Ballesteros, E. eds. *L'arxipèlag de Cabrera: Història Natural*. (en premsa). Societat Història Natural de les Balears. Palma de Mallorca.
- Battiato, A., Cormaci, M., Furnari, G., i Scammacca, B. 1979. Osservazioni sulla zonazione dei popolamenti fitobentonici di substrato duro della penisola della Maddalena (Siracusa). *Thalassia Salentina*, 9: 19-25.
- Bellón, L. 1921. Contribución al estudio de la flora algológica del Mediterráneo español. *Bol. Pesca*, 56-58: 81-119.
- Boudouresque, C. F. 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phyto-benthos). *Téthys*, 3(1): 79-104.
- Boudouresque, C. F. 1984. Groupes écologiques d'algues marines et phytocénoses benthiques en Méditerranée Nord-occidentale: une revue. *Giorn. Bot. Ital.*, 118(2): 7-42.
- Bourcier, M. 1981. Nouvelles localisations de quelques facies des fonds detritiques côtiers dans le Parc National de Port-Cros (France, Méditerranée). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 27(2): 121-122.
- Buen, O. De 1905. La région méditerranéenne des Baléares. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 30: 98-106.
- Buen, O. De 1906. Homenaje a Rodríguez Femenías. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6: 173-180.
- Buen, O. De 1916. Première campagne de l'Institut Espagnol d'Océanographie dans la Méditerranée. *Bull. Inst. Océanogr.*, 318: 1-23.
- Canals, M., Ballesteros, E., Serra, J., Alonso, B. i Catafau, E. 1988. The Pollensa Bay carbonate factory (Balearic Islands, Mediterranean Sea). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 31(2): 298.
- Canals, M., Calafat, A.M., Casamor, J.L. Serra, J., Ballesteros, E. i Zabala, M. 1990. Keys for sedimentation in the Balearic Islands continental margin: benthic carbonate production vs. particle fluxes. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 32(1): 285.
- Feldmann, J. 1937. *Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la côte des Albères*. Wolf. Rouen. 339 pp.
- Funk, G. 1927. Die Algenvegetation des Golfs von Neapel. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 7 (suppl.): 1-507.
- GIACCONE, G. 1967. Popolamenti a *Laminaria rodriguezii* Bornet sul Banco Apollo dell'Isola di Ustica (Mar Tirreno). *Nova Thalassia*, 3(6): 1-9.
- Giaccone, G. 1968. Aspetti della biocenosi coralligena in due stazioni dei bacini occidentale ed orientale del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, 102: 537-541.
- Giaccone, G. 1969. Note sistematiche ed osservazioni fitosociologiche sulle Laminariales del Mediterraneo Occidentale. *Giorn. Bot. Ital.*, 103: 457-474.
- Giaccone, G. 1973. *Elementi di Botanica Marina*, I. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Trieste. 41 pp.

- Giaccone, G. i Leo, A. de 1966. Flora e vegetazione algale del Golfo di Palermo (II contributo). *Lav. Ist. Bot. Giard. Col. Palermo*, 22: 251-317.
- Gómez, A., Ribera, A. i Chacártégui, G. 1986. Estudio de la vegetación marina de la bahía de Palma (Mallorca). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 3(1): 29-42.
- Molinier, R. 1956. Les fonds à laminaires du «Grand Banc» de Centuri (Cap Corse). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 342: 939-941.
- Molinier, R. 1960. Etude des bioce-noses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, 9: 217-312.
- Norris, R. E. 1991. The structure, reproduction and taxonomy of *Vidalia* and *Osmundaria* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, 106: 1-40.
- Pérès, J. M. 1967. The Mediterranean Benthos. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 5: 449-533.
- Pérès, J. M. i Picard, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 31(47): 5-138.
- Pruvot, G. 1921. Rapport sur la campagne de pêche de l'Orvet dans les eaux tunisiennes. *Office Sci. Tech. Pêches marit. Notes et Mémoires*, 8.
- Ribera, M. A. i Gómez, A. 1984. Catálogo de la flora bentónica marina de las islas Baleares, I (Rhodophyceae). *Collect. Bot.*, 15: 377-406.
- Rodríguez, J. J. 1889. Algas de las Baleares. *Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 18: 199-274.
- Serio, D. i Pizzuto, F. 1990. Su un popolamento a *Vidalia volubilis* (L.) J. Ag. (Ceramiales, Rhodophyta) del litorale di Pozzillo (Catania). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, 23: 399-414.
- Soto, J. 1990. Vegetación algal sobre sustrato móvil de la zona circalitoral del sureste de la Península Ibérica: una aproximación. *Fol. Bot. Misc.*, 7: 43-49.
- Verlaque, M. 1985. Résultats préliminaires sur la genèse des phytocénoses photophiles infralittorales de mode calme en Corse (Méditerranée, France). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 29(5): 279-282.
- Verlaque, M. 1987. *Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile thermophile marin en Méditerranée Occidentale*. Thèse. Université d'Aix-Marseille II. 389 pp.