

## BIOGEOGRAFIA DELLE ALGHE DEL MEDITERRANEO

per

GIUSEPPE GIACCONE & ROSA MARIA GERACI\*

### Resumen

GIACCONE, G. & R. M. GERACI (1989). *Biogeografía de las algas del Mediterráneo. Anales Jard. Bot. Madrid*. 46(1): 27-34 (en italiano).

En este trabajo se comentan las tres ramas más importantes de la Biogeografía vegetal (ecología, corología y fitosociología). Se analiza el complejo origen de la flora marina del Mediterráneo, señalando algunas zonas de especial interés corológico, y se comenta, asimismo, el origen y la evolución de los paleoendemismos y neoendemismos en dicho mar.

Palabras clave: Biogeografía, ecología, corología, fitosociología, flora marina, Mediterráneo.

### Abstract

GIACCONE, G. & R. M. GERACI (1989). *Biogeography of Mediterranean seaweed. Anales Jard. Bot. Madrid*. 46(1): 27-34 (in Italian).

The three main branches of plant biogeography (ecology, chorology and phytosociology) are discussed. The complex origin of the marine Mediterranean flora is analysed, pointing out some areas of special chorologic interest. The origin and evolution of the paleoendemism and neoendemism in this sea are also commented.

Key words: Biogeography, ecology, chorology, phytosociology, seaweed, Mediterranean Sea.

La Biogeografia vegetale o Fitogeografia si articola classicamente in tre sezioni, che ormai sono diventate tre branche separate della Biologia vegetale: l'Ecologia, la Corologia e la Fitosociologia.

L'Algologia in generale e quella relativa alle alghe del Mediterraneo in particolare, ha approfondito raramente il discorso ecologico sia con sperimentazioni in campo che con prove di laboratorio. La Fisiocologia ha solo occasionalmente indagato sulle alghe mesolitorali (MUNDA & KREMER, 1982) e sulla efficienza della funzione fotosintetica nella crescita di alcune specie di profondità (DREW, 1972).

In maniera più organica i metodi autoecologici sono stati utilizzati per la preparazione di biosaggi in presenza di liquami urbanised industriali (GIACCONE & al., 1976).

Le osservazioni in campo hanno portato ad attribuire a molte specie algali caratteri relativi alla valenza ecologica per la luce, l'idrodinamismo, i nutrienti, la tipologia del substrato su base di osservazioni empiriche (FELDMANN, 1937; ERCE-

\* Istituto ed Orto Botanico dell'Università. Via A. Longo, 19. 95125 Catania (Italia).

GOVIC, 1952) o di elaborazioni statistiche di queste osservazioni, ma senza riferimento a parametri ambientali misurati strumentalmente (BOUDOURESQUE, 1970).

Quest'ultima metodologia ha portato a raggruppare molte specie mediterranee in "gruppi ecologici statistici" privi di qualsiasi supporto di ecologia sperimentale sia in campo che in laboratorio.

Le categorie ecologiche attribuite alle alghe si possono riassumere nella tabella 1 (GIACCONE, 1972).

Questi attributi ecologici spesso sono giustificati dall'areale di distribuzione delle specie e quindi dalla categoria corologica.

La Corologia in molti lavori didattici è identificata con la Biogeografia, ma in effetti ne è solo la branca che indaga sull'origine e la distribuzione delle specie anche in rapporto ad elementi filogenetici e paleobotanici veri o supposti.

La più semplice classificazione corologica delle alghe si basa sulla combinazione delle fasce climatiche con le principali province oceaniche del globo, in cui le varie specie sono distribuite o dalle quali si suppone che si siano diffuse nei mari originati dagli oceani principali.

La corologia dei vegetali nell'area mediterranea è stata fortemente determinata dall'orogenesi alpina, dalla tettonica delle microzolle ancora in atto e dai fenomeni climatici che hanno determinato le glaciazioni.

In particolare la flora algale e le angiosperme marine di questo mare si sono stabilmente impiantate solo dopo la crisi evaporitica del Messiniano nel Miocene.

I punti oscuri nella corologia dell'elemento paleoendemico sono legati alla carenza di elementi paleobotanici e sedimentologici, che dimostrino le vicende a cavallo tra la fine del bacino Tetide II e l'inizio del bacino oligocenico del Mediterraneo.

*Posidonia oceanica*, *Laminaria rodriguezii*, *Rissoella verruculosa* e gli altri paleoendemismi della Tetide II rimasero in aree marine marginali o rientrarono dagli stretti Rifani da un'area relitta della Tetide nel distretto senegalese e delle Canarie?

Problemi analoghi pongono i processi di speciazioni del più caratteristico neoendemismo mediterraneo: specie del genere *Cystoseira* ed i generi della famiglia *Cystoseiraceae*.

Il genere si era già differenziato nella Tetide II, ma la spinta maggiore ai processi evolutivi si è avuta parallelamente al formarsi ed al riformarsi dei vari bacini e settori geografici in cui si articola l'attuale Mediterraneo.

La tipologia della segmentazione dello zigote, la biogenesi dei terpeni e dei terpenoidi, l'inserzione degli anteridi nel concettacolo e l'accrescimento delle parafisi sono gli elementi guida per leggere la filogenesi delle Cistoseire.

Su questi elementi si costruisce la tassonomia per gruppi, si interpretano gli accantonamenti geografici, come quello di *Cystoseira sedoides* nel Canale di Sicilia, le peculiarità ancestrali delle specie dell'Egeo, dell'Adriatico e dello Jonio in contrasto con i caratteri recenti delle specie occidentali ed i casi di "chimere tassonomiche", come quello di *Cystoseira zosteroides*, che non è nè una vera *Cystoseira* nè una *Halydris* alla quale in realtà è più simile (AMICO & al., 1985).

Due aree geografiche hanno in Mediterraneo un particolare e curioso interesse corologico: lo Stretto di Messina tra la Sicilia e la penisola italiana e l'Alto Adriatico tra l'Italia e la Jugoslavia.

Nello Stretto di Messina sopravvivono intere associazioni vegetali che hanno come specie guida le specie atlantiche del genere *Cystoseira*: *C. tamariscifolia* e *C. usneoides* e le *Laminariales*: *Laminaria ochroleuca*, *Saccorhiza polyschides* e due specie del genere *Phyllariopsis*.

In Alto Adriatico sono accantonate le associazioni mesolitorali caratterizzate da *Catenella repens* e da *Fucus virsoides* (GIACCONE, 1972).

Per spiegare queste due aree atlantiche in Mediterraneo si fanno le ipotesi di aree relitte e di zone di rifugio.

La prima ipotesi è certamente giustificata per lo Stretto di Messina, dove non singole specie, ma intere associazioni vegetali hanno la composizione e la struttura dell'area lusitano-senegalese nell'Atlantico.

Per l'Alto Adriatico forse è più opportuna un'ipotesi combinata tra un relitto iniziale e un rifugio attuale di specie ad affinità boreale, che, nel piano mesolitorale con marea medio-bassa, trovano un biotopo che conserva caratteristiche dell'Atlantico settentrionale anche nei parametri termoalini e nelle caratteristiche trofiche.

Una vasta area-rifugio per specie, questa volta pantropicale e/o indo-pacifiche, sono diventati l'Egeo meridionale e lo Jonio. Si tratta in genere di specie lessepsiane introdotte da Suez, ma ci sono anche vecchi endemismi risalenti alla Tetide come *Beckerella mediterranea* e *Acanthophora najadiformis*.

Esaminando alcuni esempi di dinamismo evolutivo si può affermare che il paleoendemismo mediterraneo è caratterizzato dall'assenza di potenzialità evolutiva: sono specie vecchie e stabili, veri fossili viventi; il neoendemismo al contrario è spesso dotato di un processo di speciazione ancora in atto e di alta potenzialità evolutiva.

L'esempio più classico di neoendemismo è quello del genere *Cystoseira*.

Le 29 specie (con molte sottospecie, varietà e forme) presenti nel Mediterraneo hanno due aree di speciazione attiva: una occidentale ed una orientale.

La prima interessa di più le specie che vivono nella frangia infralitorale ed in generale nell'infralitorale superiore, la seconda quelle dell'infralitorale medio e profondo.

L'aspetto corologico della Fitogeografia algale è stato recentemente sviluppato in Italia dalla scuola siciliana. In una recente monografia (GIACCONE & al., 1985) le 873 specie algali della Sicilia, che comprendono oltre i 2/3 di tutta la flora algale mediterranea, sono state inquadrare nello spettro corologico della tabella 2.

Un approfondimento delle categorie corologiche delle alghe siciliane, valido per tutto il Mediterraneo, è stato fatto da CORMACI & al. (1982).

Le affinità tra le flore mediterranee studiate negli ultimi 50 anni sono state determinate sulla base dello spettro corologico da FURNARI (1984).

Dagli studi corologici riportati è possibile evidenziare un'area occidentale, un'area centrale, un'area meridionale ed un'area orientale.

Le affinità maggiori si hanno tra l'area occidentale e la area centrale, le minori tra queste due con le aree meridionale ed orientale. Le ragioni di queste affinità e differenze sono sia climatico-reologiche che evolutivo-tettoniche. Le ragioni climatiche e reologiche sono evidenti e conosciute e non intendo approfondirle. Le vicende tettoniche invece, spiegano il diverso comportamento evolutivo delle specie orientali ed adriatiche che rimasero tagliate fuori dalle ingressioni atlantiche successive al terziario.

TABELLA 1  
CATEGORIE ECOLOGICHE

Substrato	Temperatura	Luce	Salinità	Idrodinamismo
Epilitiche	Euriterme	Eurifotiche	Eurialine	Reofile
Endolitiche o tranofite	Stenoterme	Stenofotiche	Stenoaline	Cumatofile
Psammofile	(macro-meso- microterme)	(sciafile, mesofotiche, eliofile)	(iper-meso- ipoaline)	Galenofile
Pelofile				
Epibionti (epifitiche, epizoiche)				
Endobionti (endofitiche, endozoiche)				

TABELLA 2  
SPETTRO COROLOGICO DELLA FLORA MARINA DELLA SICILIA

	M	A	IP	C	CB	CT
<i>Cyanophyceae</i> .....	19	56	17	88	—	—
<i>Rhodophyceae</i> .....	147	241	7	60	12	10
<i>Phaeophyceae</i> .....	52	75	—	27	5	4
<i>Xanthophyceae</i> .....	—	2	—	—	—	—
<i>Chlorophyceae</i> .....	27	76	4	11	3	7
<i>Angiospermae</i> .....	1	2	1	1	—	—
Totale .....	246	452	29	187	20	21
Percentuale .....	25,7	47,3	3	19,6	2,1	2,2

M = mediterraneo; A = atlantico, indo-atlantico, atlanto-pacifico; IP = indo-pacifico; C = cosmopolita, subcosmopolita; CB = circumboreale, circumboreoaustriale; CT = circumtropicale.

TABELLA 3  
DISTRIBUZIONE DELLA FLORA MARINA DELLA SICILIA NEL SISTEMA FITALE

	S-M	M	S-M-I	M-I	I	I-C	C	M-I-C
<i>Cyanophyta</i> .....	2	29	3	98	45	—	—	—
<i>Rhodophyta</i> .....	—	18	—	105	200	82	12	13
<i>Phaeophyta</i> .....	—	1	—	27	80	22	5	3
<i>Chlorophyta</i> .....	3	4	—	59	41	8	—	5
<i>Xanthophyceae</i> .....	—	1	—	4	—	—	—	—
<i>Angiospermae</i> .....	—	—	—	2	3	—	—	—
Totale .....	5	53	3	295	369	112	17	21
Porcentuale .....	—	6,9	—	33,7	42,2	12,8	1,9	2,4
R/P .....	—	4,4	—	—	2,7	—	2,4	4,4

S = sopralitorale; M = mesolitorale; I = infralitorale; C = circolitorale; R/P = *Rhodophyceae/Phaeophyceae*.

L'incidenza dell'elemento endemico è scarso sia nella flora spagnola (19,24%) sia in quella greca (19,39%), i due ambienti, infatti, hanno acque e condizioni ecologiche alquanto diverse dai valori tipici del Mediterraneo.

Un indice biogeografico introdotto da FELDMANN (1937) è il rapporto R/P, che però varia nei diversi piani bionomici ed in funzione dell'equilibrio ambientale (CORMACI & *al.*, 1985).

Un andamento della distribuzione delle specie e dell'indice R/P nei vari piani è riportato nella tabella 3 per le alghe siciliane (GIACCONE & *al.*, 1985).

Il capitolo più recente ed ancora non ben definito della Biogeografia delle alghe mediterranee è quello della Fitosociologia.

La Fitosociologia terrestre nell'Europa continentale ha raggiunto risultati notevolissimi sia nella ricerca di base, volta a definirne la tipologia vegetazionale, sia in quella applicata allo sfruttamento razionale delle risorse vegetali e alla pianificazione del territorio silvo-pastorale e agricolo.

TABELLA 4  
DISTRIBUZIONE DELLE UNITÀ FITOSOCIOLGICHE NEL SISTEMA FITALE  
DEL MEDITERRANEO

Unità fitosociologiche	Sopralitorale		Mesolitorale		Infralitorale		Circalitorale	
	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
<i>Verrucario-Melaraphetum neritoidis</i> . . .	+	+						
<i>Acrochaetietalia</i> . . . . .			+	+				
<i>Chthamalion</i> . . . . .			+					
<i>Chthamaletum stellati</i> . . . . .			+					
<i>Porpnvretum leucostictae</i> . . . . .			+	+				
<i>Enteromorphetum compressae</i> . . . . .			+	+				
<i>Nematio-Rissoelletum verrucosae</i> . . . .			+	+				
<i>Neogonolitho-Nemodermon</i> . . . . .				+				
<i>Neogonolitho-Lithophylletum tortuosi</i> . .				+				
<i>Ceramietum ciliati</i> . . . . .				+				
<i>Hildenbrandietum prototypi</i> . . . . .				+				
<i>Fucetum virsoidis</i> . . . . .				+				
<i>Cystoseiretalia</i> . . . . .					+	+	+	+
<i>Sargassion vulgaris</i> . . . . .					+			
<i>Cystoseiretum strictae</i> . . . . .					+			+
<i>Cystoseiretum crinitae</i> . . . . .					+			
<i>Cystoseiretum sauvageauanae</i> . . . . .					+			
<i>Sargassion hornschurchii</i> . . . . .						+	+	+
<i>Cystoseiretum spinosae</i> . . . . .						+	+	
<i>Cystoseiretum zosteroidis</i> . . . . .						+	+	+
<i>Cystoseiretum usneoidis</i> . . . . .						+	+	+
<i>Pterocladio-Ulvetum</i> . . . . .					+			
<i>Rhodymenietalia</i> . . . . .					+	+	+	+
<i>Petroglossio-Plocamietum</i> . . . . .					+			
<i>Udoteo-Agiaothamnetum tripinnati</i> . . .					+	+	+	
<i>Rodriguezelletum strafforellii</i> . . . . .							+	+
<i>Posidonietum oceanicae</i> . . . . .					+	+		
<i>Phymatolitho-Mesophylletum coralloidis</i> .					+	+	+	+

TABELLA 5

ZONAZIONE DEI PRINCIPALI FATTORI BIOTICI E DELLE ASSOCIAZIONI  
O FACIES FITOBENTONICHE NELL'INFRALITORALE E NEL CIRCALITORALE  
DEL MEDITERRANEO

T	IL	B	Associazioni e facies fitobentoniche	P	ZI
12,5/26,0	100	0	<i>Cystoseiretum strictae</i> e <i>Petroglossa-Plocamietum</i>	I s. a.	M
14,1/26,1	50	1			
		2	<i>Cystoseiretum crinitae</i> ( <i>Pterocladio-Ulvetum</i> )	—	—
		3		I	
		4		s. b.	Bi
		5			
	20				
14,2/23,5		10	<i>Cystoseiretum sauvageauanae</i>	—	—
	10			I	U
		15		i. a.	o.
14,4/20,5		20			
	5			—	—
		25		I	U
		30		i. b.	fl.
	2				
		35			
			<i>Posidonietum oceanicae</i> e facies a Maërl		
14,5/17,2		40			
	1		<i>Cystoseiretum spinosae</i> e <i>Udoteo-Aglaothamnetum tripinnati</i>	—	—
		45			
		50			
	0,5				
		55		C	Co.
				s.	fo.
14,5/15,6		60			
		65			
		70	<i>Cystoseiretum usneoidis</i> (in correnti pulsanti)		
		75			
			<i>Cystoseiretum zosteroidis</i> e <i>Rodriguezellum strafforellii</i>		
14,5/15,1	0,1	80		—	
	0,05				
14,5/14,5		100	Facies a <i>Laminaria ochroleuca</i> (in correnti pulsanti)		
		110		C	
	0,02			i.	
		120	Facies a <i>Laminaria rodriguezii</i>		
			<i>Phymatolitho-Mesophylletum coralloidus</i>		
		130			
13,5	0,01	140	Facies a <i>Cystoseira dubia</i>		

T = temperatura; IL = intensità luminosa in %; B = batimetria in m; P = piani di vegetazione (I, infralitorale; C, circalitorale; s., superiore; i., inferiore; a., alto; b., basso); ZI = zone idrodinamiche di Riedl (M, multidirezionale; Bi, bidirezionale; U, unidirezionale; o., oscillante; fl., fluente; Co., correnti; fo., di fondo).

In botanica marina la Fitosociologia è stata approfondita con la stessa metodologia terrestre (scuola Zurigo-Montpellier) solo nell'area centrale e occidentale del Mediterraneo ed in Adriatico.

In queste regioni la ricerca di base si è sviluppata parallelamente a quella applicata ai problemi delle aree degradate, dei parchi e delle riserve, degli interventi di ripopolamento e di ricostituzione del manto vegetale.

Nelle tabelle 4 e 5 si riportano le principali associazioni vegetali descritte nel sistema fitale del Mediterraneo e la zonazione vegetazionale nell'infraitorale e nel circalitorale in funzione della stratificazione dei principali fattori abiotici (PERRERA & GIACCONE, 1986).

Il capitolo meglio conosciuto della Biogeografia delle alghe mediterranee, in conclusione, è quello della Corologia; quello meno indagato è quello dell'Ecologia sperimentale.

La Fitosociologia costituisce il campo più interessante di ricerca sia per ragioni speculative che per scopi applicativi.

L'algologia marina in Mediterraneo ha bisogno di un maggior numero di ricercatori, di più numerosi laboratori di ricerca e di campi sperimentali in riserve e parchi marini.

Il sistema migliore per fare avanzare le conoscenze biogeografiche delle alghe mediterranee si realizza mediante crociere internazionali ripetute stagionalmente in tutte le regioni ed i settori biogeografici del Mediterraneo. Le immersioni con ricercatori sommozzatori e le osservazioni con telecamere filoguidate sono le tecniche più efficaci di raccolta di campioni e di documentazione adatte a fornire elementi per uno studio esauriente sulle convergenze e el divergenze fitogeografiche esistenti nel Mediterraneo.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AMICO, V., G. GIACCONE, P. COLOMBO, P. COLONNA, A. M. MANNINO & R. RANDAZZO (1985). Un nuovo approccio allo studio della sistematica del genere *Cystoseira* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania* 18(326): 887-985.
- BOUDOURESQUE, CH. F. (1970). *Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale)*. Thèse. Marseille.
- CORMACI, M., A. DURO & G. FURNARI (1982). Considerazioni sugli elementi fitogeografici della flora algale della Sicilia. *Naturalista Sicil.*, S. IV-VI (Suppl. 1): 7-14.
- CORMACI, M., G. FURNARI, G. GIACCONE, P. COLONNA & A. M. MANNINO (1985). Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania* 18(326): 829-850.
- DREW, E. A. (1972). Growth of a kelp forest at 60 metres in the Straits of Messina. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr. Univ. Messina* 2: 135-157.
- ERCEGOVIC, A. (1952). Jadranske cistozire. *Institut za Oceanografiju i Ribarstvo. Split*: 1-212.
- FELDMANN, J. (1937). Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. *Rev. Algol.* 10: 1-339.
- FURNARI, G. (1984). The benthic marine algae of Southern Italy. Floristic and geobotanic considerations. *Webbia* 38: 349-369.
- GIACCONE, G. (1972). *Elementi di Botanica Marina I e II*. Pubbl. Ist. Bot. Università di Trieste, Ser. didattica: 1-358.
- GIACCONE, G., P. COLONNA, C. GRAZIANO, A. M. MANNINO, E. TORNATORE, M. CORMACI, G. FURNARI & B. SCAMMACCA (1985). Revisione della flora marina di Sicilia e isole minori. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania* 18(326): 537-782.
- GIACCONE, G., M. PRINCI & L. RIZZI LONGO (1976). Risposte morfologiche e fisiologiche di alghe marine in coltura all'inquinamento di liquami urbani ed industriali. *Ingegneria Ambientale* 6: 572-582.

- MUNDA, I. M. & B. P. KREMER (1982). Ecophysiological studies of the Adriatic seaweed *Fucus virsoides*. *Marine Ecology* 3(1): 75-95.
- PERRERA, G. & G. GIACCONE (1986). *Il mare costiero visto dal biologo*. Stass, Palermo, 152 pp.

*Acceptado para publicación: 17-VI-1988*