

SEBASTIANO CALVO, GIOACCHINO GENCHI, ACHILLE LUGARO
e LUCIO DI STEFANO

LE SALINE DI MARSALA.
2. CARATTERISTICHE BIOLOGICHE

RIASSUNTO

Vengono riportati i primi risultati sulle caratteristiche biologiche di alcune saline di Marsala (TP) localizzate in prossimità dello Stagnone. È stata studiata la vegetazione bentonica e sono state valutate la biomassa (chl«a») e la produzione primaria (metodo del ^{14}C) della componente planctonica. I popolamenti a rizofite e mesopleustofite caratterizzano le aree studiate ad eccezione di alcune vasche in cui la componente bentonica è assente. I valori di biomassa e di produzione planctonica sono in massima parte da addebitare alla componente ticopelagica.

SUMMARY

The salt works of Marsala. 2. Biological characteristics.

Preliminary results on the biological peculiarities of some salt works located near the Stagnone di Marsala (Trapani) are reported. Benthic vegetation, biomass (chl«a») and primary production (^{14}C method) of planktonic component are evaluated. Rhizophytes and mesopleustophytes characterized the areas examined, with the exception of some basins where the benthic communities are missing. The ticopelagic component largely influences biomass and primary production values.

Key words: salt-works - biotic components - Sicily.

INTRODUZIONE

Le conoscenze sulle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche delle saline sono attualmente scarse e frammentarie, fatta eccezione per lo studio

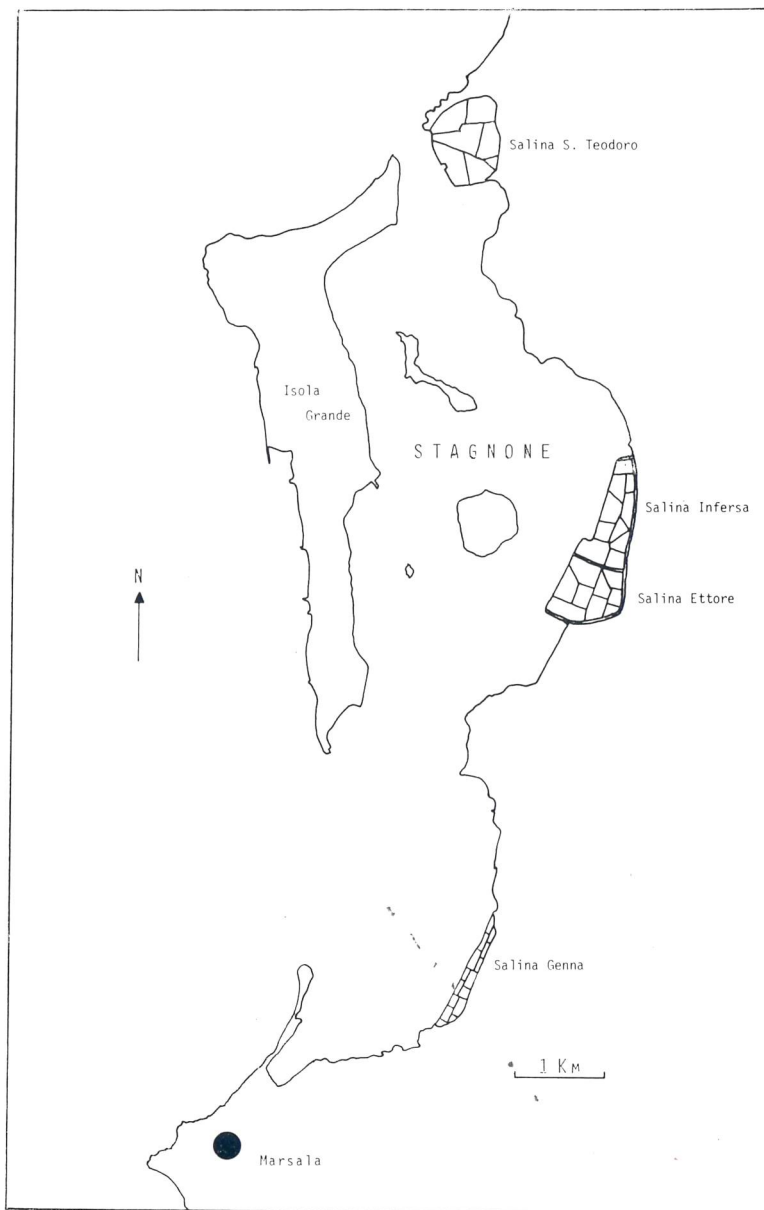


Fig. 1. — Ubicazione delle saline esaminate.

quali-quantitativo degli ioni di origine marina che trovano applicazione nell'industria del sale.

In Italia sono state studiate le saline di S. Gilla e S. Bartolomeo sul Golfo di Cagliari (STEFANI e FALQUI, 1962), mentre più organici si presentano i contributi apportati da POR (1972), POR e DOR (1975) e JONES ed altri (1975) per i laghi salati del Sinai e dell'Arabia Saudita e da BAYLY (1967), BAYLY e WILLIAMS (1966) per alcuni laghi salati dell'Australia.

Lo studio ecologico delle saline riveste un notevole interesse, rappresentando questi biotopi degli ambienti-limite a causa delle notevoli oscillazioni di temperatura e salinità che si verificano durante l'arco dell'anno.

Nell'ambito di una serie di ricerche riguardanti l'ecologia degli ecosistemi lagunari della costa occidentale della Sicilia (SORTINO ed altri, 1981; CALVO ed altri, 1979, 1980, 1981; GENCHI e RIGGIO, 1980, 1981; GENCHI e MONTALTO, 1980) sono state condotte delle indagini chimico-fisiche e biologiche su alcune saline di Marsala prospicienti lo Stagnone (fig. 1). In questa nota è stata esaminata la vegetazione bentonica e sono state valutate la produzione primaria e la biomassa della componente planctonica.

L'indagine chimico-fisica è stata oggetto di una precedente comunicazione (GENCHI ed altri, 1983).

Le saline esaminate sono state scelte tra i bacini abbandonati ed ancora in funzione. In particolare sono state studiate:

— la *salina S. Teodoro* nella quale viene praticata una piscicoltura estensiva;

— la *salina Genna* in stato di totale abbandono ed ampiamente eutrofizzata ad opera di discariche di rifiuti solidi;

— la *salina Ettore* ancora coltivata dai salinari secondo le tecniche tradizionali.

Produzione primaria e biomassa fitoplanctonica

Lo studio della produzione primaria della componente fitoplanctonica è stato condotto con frequenza mensile dal maggio del 1980 all'aprile del 1981, utilizzando la tecnica del ^{14}C .

In pratica $1\mu\text{C}$ di $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ in soluzione acquosa è stato aggiunto a 100 ml di campione isolato della comunità in esame. Le coppie di bottiglie messe ad incubare, sono state adagate con cautela sul fondo (onde non sollevare sedimenti) in modo da simulare le stesse condizioni di temperatura e luminosità dell'ambiente.

In considerazione dei fondali estremamente bassi (30-60 cm) ed entro certi limiti uniformi, si è ritenuto opportuno esprimere i valori di pro-

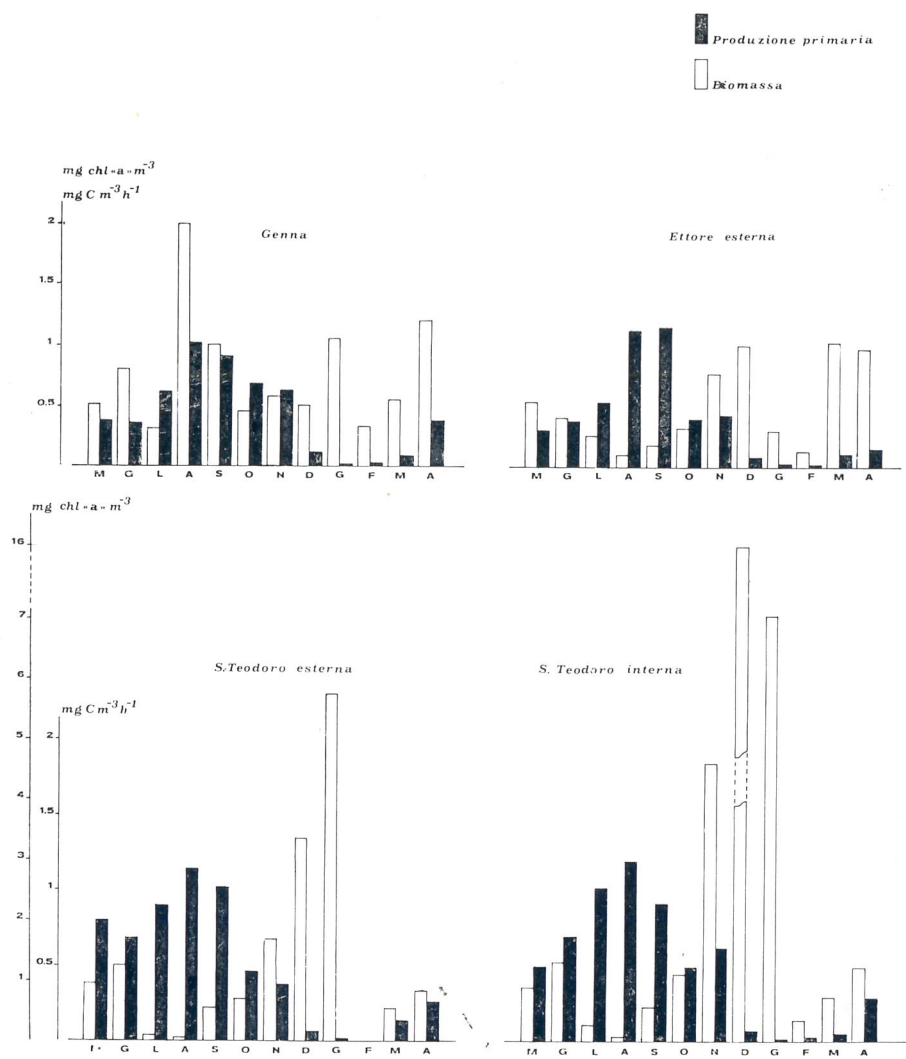


Fig. 2. — Andamento mensile della produzione e biomassa nelle vasche esaminate.

duttività in $\text{mgC}/\text{m}^3 \times \text{h}$, relativamente al periodo giornaliero di massima intensità luminosa (fig. 2).

L'andamento durante i mesi dell'anno è sostanzialmente simile tra le vasche esaminate ed i valori massimi e minimi riscontrati (1.3-0.1

mgC/m³×h) sono leggermente più bassi di quelli trovati da MAGAZZÙ (1976) nello Stagnone*.

Le variazioni stagionali di produzione primaria sono fondamentalmente caratterizzate da un pronunciato picco estivo (Luglio-Settembre) cui fa seguito, nei mesi successivi, una più o meno rapida caduta di produttività a causa della temperatura dell'acqua, che scende a livelli molto bassi (8-9°C), e della torbidità causata dal vento.

Le basse temperature, oltre a rallentare direttamente l'attività fotosintetica, agiscono sulla attività batterica (che è in relazione con la velocità di rilascio dei nutrienti all'interfaccia acqua-sedimento) e quindi sulla velocità di produzione primaria.

Ciò spiega ulteriormente la bassa produzione durante il periodo invernale e la produzione più elevata tra Luglio e Settembre.

La biomassa, espressa come mg chl«a»/m³, mostra un andamento stagionale in opposizione a quello della produzione nella salina S. Teodoro e nella vasca esterna della salina Ettore, mentre nella salina Genna presenta un andamento più regolare, aumentando e diminuendo in accordo con la produzione primaria.

Ciò è spiegabile con i maggiori contatti con il mare aperto della salina Genna rispetto alle altre saline, nelle quali gli scambi con il mare aperto sono regolati dall'uomo in relazione alle attività economiche che in esse si svolgono (salicoltura e piscicoltura estensiva).

L'andamento della biomassa riscontrato nella salina S. Teodoro e nella salina Ettore, pensiamo sia in relazione al grado idrodinamico delle vasche, essendo la biomassa fitoplanctonica legata, negli ambienti lagunari, in massima misura alla componente ticopelagica. La biomassa risulta infatti più elevata durante il periodo invernale, quando maggiore è l'idrodinamismo provocato dai venti, e ridotta durante il periodo estivo allorché prevalgono le brezze ed i periodi di calma.

Vegetazione

I criteri utilizzati per lo studio della vegetazione sommersa delle saline di Marsala si basano sugli schemi di classificazione introdotti da DEN HARTOG e SEGAL (1964) per la vegetazione acquatica e modificati da GIACONE (1974).

La tabella, ordinata secondo un gradiente crescente di salinità e di

* Nei valori minimi non sono stati presi in considerazione i dati ottenuti nei mesi di Gennaio e Febbraio, essendo stati considerati valori limiti a causa delle eccezionali condizioni meteorologiche avute in Sicilia e nel mezzogiorno d'Italia in quel lasso di tempo.

SALINE DI MARSALA (Giugno-Agosto)

Località/n. rilievo	SG/1	SG/2	SG/3	STE	STI	SEF	SEC/1	SEC/2	SEC/3	PRESENZA
Profondità cm	10	20	50	30	40	60	40	5	10	
Superficie m ²	3	1	4	0.04	2	2	0.01	0.01	0.01	
Copertura	30	80	100	50	80	20	100	100	100	
Diatomee bentoniche	+	+	+	+	+	+	20	20	+	V
Acetabularia acetabulum (L.) Silva	5	+	—	+	40	30	—	—	—	III
Cladophora laetevirens (Dillw.) Kütz.	10	40	+	20	+	—	—	—	—	III
Chondria tenuissima (Good. et Wood.) C. Ag.	30	40	40	—	5	—	—	—	—	III
Enteromorpha intestinalis (L.) Link	+	5	+	+	—	—	—	—	—	III
Laurencia obtusa (Huds.) Lamour.	1	+	2	—	5	—	—	—	—	III
Ruppia cirrhosa (Petagna) Grande	+	+	20	—	100	—	—	—	—	III
Spirulina subsalsa Derst.	+	+	—	—	—	—	+	+	—	III
Spirulina major Kütz.	+	—	—	—	+	—	+	+	—	III
Anadyomene stellata (Wulf.) C. Ag.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	II
Aphanotece stagnina (Spreng.) A. Br.	—	—	—	—	—	—	40	40	20	II
Cymodocea nodosa (Ucr.) Asch.	50	5	80	—	—	—	—	—	—	II
Cystoseira barbata C. Ag. f. aurantia (Kütz.) Giacc.	5	3	5	—	—	—	—	—	—	II
Dunaliella salina (Dün.) Teodor.	—	—	—	—	—	—	+	+	+	II
Laurencia papillosa (Forsk.) Grev.	3	3	3	—	—	—	10	15	60	II
Microcoleus chthonoplastes Thur.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	II
Rytiphloea tinctoria (Clem.) C. Ag.	1	5	25	—	—	—	—	—	—	II
Cystoseira spinosa Sauv.	—	2	+	—	—	—	—	—	—	II
Dicyotia linearis (C. Ag.) Grev.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	II
Padina pavonica (L.) Thivy	+	+	—	—	—	—	—	—	—	II
Oscillatoria amphibia C. Ag.	—	—	—	—	—	—	+	+	—	II
Oscillatoria limosa C. Ag.	—	+	—	+	—	—	—	—	—	II

SG = Salina Genna; STE = San Teodoro Est.; STI = San Teodoro Int.; SEF = Salina Ettore 'fredda'; SEC = Salina Ettore 'calda'.
SEC/1/2/3, indicano rispettivamente vasche calde della salina Ettore a concentrazione salina media estiva di 110 g/l, 150 g/l e 310 g/l.

scambi più o meno frequenti con il mare aperto, rappresenta l'aspetto estivo della vegetazione sommersa nelle saline di Marsala.

Si nota come nelle saline Genna e S. Teodoro interna, prevale la componente vegetale costituita da angiosperme e macrofite bentoniche.

In particolare nella salina Genna *Cymodocea nodosa* colonizza le aree più vicine alle bocche di entrata dell'acqua, dove si risente maggiormente il potere vivificante del mare, mentre *Ruppia cirrhosa* occupa le aree retrostanti.

Tale riscontro conferma ulteriormente il carattere aperto di questa salina, dove coesistono popolamenti provenienti dal vicino Stagnone (*Cymodocea nodosa* (GIACCONE e PIGNATTI, 1967) associato a *Cystoseira barbata* f. *aurantia*, *Cystoseira spinosa*, *Chondria dasiphylla* etc.) e popolamenti di lagune chiuse (*Ruppia spiralis* Iversen, 1936) in relazione rispettivamente alla maggiore o minore stabilità nei parametri abiotici.

Di notevole interesse nella salina S. Teodoro interna un esteso popolamento ad *Acetabularia acetabulum* di colore rosso, che trova condizioni di impianto su manufatti, egagropili di *Posidonia*, conchiglie, etc.

Le intense colorazioni rosse, mai riscontrate in letteratura, sono attualmente oggetto di studio. È probabile che la forte intensità luminosa e le elevate temperature estive favorite dai bassi fondali (30-40 cm) possano influire su questo fenomeno.

L'assenza di omogenei popolamenti a fanerogame marine nelle vasche esterne delle saline S. Teodoro ed Ettore, è probabilmente da ricercare nella struttura e tessitura del substrato (non idoneo all'impianto di *Ruppia cirrhosa*) e nella funzione di aree di passaggio dell'acqua che queste vasche esercitano tra il mare aperto ed i bacini più interni.

Tali aree pensiamo rappresentino dei biotopi di transizione in cui la variabilità del mezzo risulta condizionata, a causa anche delle ridotte estensioni (2-3 ha), dal ritmo dei cicli produttivi che in esse si esercitano.

Le vasche interne della salina Ettore, ancora in funzione, sono caratterizzate da intense colorazioni dovute alla presenza di Cianofitee, cromobatteri alofili e solfobatteri fotosintetici.

Tra le Cianofitee si rinvencono in prevalenza *Aphanotece stagnina*, *Microcoleus chthonoplastes* e *Oscillatoria amphibia*, mentre notevole è la copertura di Diatomee bentoniche.

Nelle vasche a 310 g/l di sali disciolti, si ha una netta contrazione nel numero delle specie con la prevalenza di *Microcoleus chthonoplastes* Thur.

Per le popolazioni batteriche, sebbene l'identificazione delle specie è ancora in corso, possiamo fare un breve cenno generale della situazione.

Nelle vasche e salinità oltre i 100 g/l predominano negli strati superficiali i batteri alofili, con i caratteristici pigmenti rosa, rosso e rosso-

arancio (principalmente batteriorodopsina), che assicurano una protezione contro le radiazioni solari e trasformano l'energia luminosa in energia protone-motrice a livello di membrana cellulare (OSTERHELT D. ed altri, 1977).

A qualche millimetro di profondità, in condizioni ambientali riducenti, sono stratificate le popolazioni di solfobatteri purpurei e verdi. I primi si vengono a trovare sopra i secondi, a causa della maggiore sensibilità all' H_2S che arriva per diffusione dagli strati più profondi.

Infine in questi ultimi strati è stata evidenziata la presenza di massicce popolazioni di solfato riduttori.

CONCLUSIONI

Queste osservazioni hanno permesso di delineare un quadro delle condizioni ambientali delle saline di Marsala. La presenza di popolamenti vegetali a rizofite testimonia che le condizioni ambientali di questi bacini sono buone ad eccezione di alcune aree della salina Genna soggette a discarica di rifiuti solidi.

Ciò è ulteriormente confermato dal mancato riscontro di popolamenti vegetali ad alghe verdi e/o cianofee che, con la loro presenza, testimoniano zone gravemente compromesse da inquinamento di natura antropica.

I valori di biomassa e produzione, più elevati rispetto a quelli di mare aperto, sono quindi la conseguenza delle peculiari caratteristiche di tali biotopi che, costituendo delle « trappole di nutrienti », presentano una elevata produttività biologica.

Il recupero delle saline di Marsala, finalizzato ad una loro maggiore utilizzazione, potrebbe permettere un razionale sviluppo dell'acquacoltura, con notevoli vantaggi di carattere economico e sociale, ove si considerino le possibilità occupazionali legate alla valorizzazione di tali ambienti.

Pertanto, data l'importanza che rivestono questi biotopi, è auspicabile un intervento energetico ai fini di una loro efficace protezione ed al tempo stesso, di una maggiore valorizzazione.

ELENCO DELLE SPECIE RICONTRATE NEI RILIEVI E NON RIPORTATE IN TABELLA

- Acrochaetium* sp. SG/1
- Aphanocapsa littoralis* Hansg. SEC/2
- Aphanocapsa maritima* Hansg. STI
- Aphanocapsa pulchra* (Kütz.) Rabenh. SEC/1
- Aphanocapsa sescianensis* Frémy STI-SEC/2
- Asterocytis ornata* (C. Ag.) Hamél (SG/1-STI)

- Calothrix aeruginea (Kütz.) Thuret STI
 Ceramium diaphanum (Roth) Harvey STI
 Chroococcus spelaeus Ercegovic STI-SEC/1
 Cladophora retroflexa (Bonnem.) Crouan STE-STI
 Cladophoropsis membranacea (C. Ag.) Böerges. SG/3
 Dermatolithon cystoseirae (Hauck) H. Huvé SG/3
 Dermocarpa clavata Geitler SEC/2
 Endoderma viride (Reinke) Lagerh SG/1
 Endoderma wittrockii (Wille) Lagerh SG/3
 Goniotricum alsidii (Zanard.) Howe SG/1-SG/2
 Gomphosphaeria aponica Kütz. STI
 Griffithsia sp. SG/1-SG/3
 Halopteris filicina (Grat.) Kütz. SG/2
 Lyngbya aestuarii Liebm. SG/3
 Lyngbya majuscula Harvey SG/1-STE
 Lyngbya martensiana Menegh. SG/2
 Laurencia pinnatifida (Gmel.) Lamour. SG/3
 Oscillatoria limosa C. Ag. SG/2
 Oscillatoria longiarticulata Hansg. SEC/2
 Oscillatoria tenuis C. Ag. v. tergestina Rabenh. SG/1
 Phaeophyla divaricata Hub. SG1-SG/2
 Phaeophyla dendroides (Crouan) Batt. SG/2
 Phormidium tenue (Meneg.) Gom. SEC/2
 Polysiphonia breviarticulata (C. Ag.) Zanard. SG/1
 Polysiphonia dichotoma Kütz. STI-SG/1-SG/2
 Polysiphonia subulifera (C. Ag.) Harvey SG/3
 Pringsheimiella scutata (Reinke) Schmitd et Petrak SG/1
 Synechococcus maximus Ercegovic SEC/1
 Synechocystis crassa Moronichin STI-SEC/1-SEC/2
 Synechocystis salina Wislouch SEC/1
 Valonia aegagropila Kütz. SG/2

BIBLIOGRAFIA

- CALVO S., DRAGO D., SORTINO M., 1979 — Ricerche sulla possibilità di utilizzazione merceologica dei popolamenti fitobentonici dello Stagnone (costa occidentale della Sicilia). Cartogramma e biomassa della vegetazione invernale. — *Atti del Convegno Scientifico Nazionale del Progetto Finalizzato «Oceanografia e Fondi Marini»*, Roma, v. 1: 413-422.
- CALVO S., DRAGO D., SORTINO M., 1980 — Winter and summer submersed vegetation maps of the Stagnone. (Western coast of Sicily). — *Revue de Biologie-Ecologie méditerranéenne*, Provence, VII (2): 89-96.
- CALVO S., DRAGO D., SORTINO M., 1981 — Distribuzione estiva del fitobentos e biomassa delle specie di interesse merceologico dello Stagnone. (Costa occidentale della Sicilia). — *Thalassia Salentina*, Taranto, 10: 67-74.
- GENCHI G. e MONTALTO N., 1980 — Bilancio dei nutrienti e chimismo in un ambiente lagunare. — *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, Suppl. X, 399-400, Napoli.

- GENCHI G. e RIGGIO S., 1980 — The nutrient cycles in the salt basins along the marine lagoon of Marsala (Western Sicily). — *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 27: 205-206.
- GENCHI G. e RIGGIO S., 1981 — The study of salt ponds as model of artificial ecosystems: the ecology of the salt ponds near Marsala. — *Atti I Congr. SITE*, Salsomaggiore 1980, p. 534. Parma.
- GENCHI G., CALVO S. e LUGARO A., 1982 — Le saline di Marsala. 1. Caratteristiche chimico-fisiche. — *In questo stesso volume*: 197-208.
- GIACCONE G., 1974 — Lineamenti della vegetazione lagunare dell'alto Adriatico ed evoluzione in conseguenza dell'inquinamento. — *Boll. Mus. Civ. Venezia*, vol. XXIV: 87-98.
- DEN HARTOG C. e SEGAL S., 1964 — A new classification of the water-plant communities. — *Acta Botanica Neerlandica*, 13: 367-393.
- MAGAZZÙ G., 1977 — Usefulness of the Marsala lagoon for acquaculture. I. Nutrients and primary production. — *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, 24 (6): 81-82.
- OSTERHELT D., GOTTSCHLIK R., HARTMANN R., MICHEL H. and WAGNER G., 1977 — Light energy conversion in halobacteria. — *Symposia Soc. Gen. Microbiol.*, 27: 233-249.
- SORTINO M., ANDREOLI C., CALVO S. e BARONE R., 1981 — Risultati preliminari sulla flora e la vegetazione di alcuni ambienti lagunari della costa occidentale della Sicilia. — *Atti X Congr. S.I.B.M., Ancona. Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, Ancona, vol. III (1 suppl.): 457-465.

Indirizzo degli Autori. — S. CALVO - Istituto di Botanica, Palermo. — G. GENCHI, A. LUGARO - Istituto di Zoologia, Palermo. — L. DI STEFANO - Istituto di Istologia ed Embriologia, Palermo (I).