

E. MADEO, M. GIGANTI, T. NOTARGIACOMO, L. AGUZZI

ARPA Lazio – Agenzia Regionale per la Protezione Ambiente, Lazio. Unità Risorse Idriche, Via Mario Siciliano, 1 – 04100 Latina  
elena.madeo@arpalazio.it

**OSSERVAZIONI PRELIMINARI SUI CAMBIAMENTI MORFOLOGICI  
NELL'ORGANIZZAZIONE DELLE STRUTTURE RIPRODUTTIVE DELLA  
SPECIE *ERICARIA AMENTACEA* (C. AGARDH) MOLINARI & GUIRY  
(FUCALES, PHAEOPHYCEAE) NEL PARCO NAZIONALE DEL CIRCEO**

**PRELIMINARY OBSERVATIONS ON MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE  
ORGANIZATION OF THE REPRODUCTIVE STRUCTURES OF THE SPECIES  
*ERICARIA AMENTACEA* (C. AGARDH) MOLINARI & GUIRY (FUCALES,  
PHAEOPHYCEAE) IN THE CIRCEO NATIONAL PARK**

**Abstract** - *Ericaria amentacea* (C. Agardh) Molinari & Guiry is an endemic brown macroalga of the Mediterranean Sea belonging to the *Cystoseira* sensu lato group (Fucales, Phaeophyceae). The study was conducted along 100 metres of the Circeo National Park's coast whose sea water is monitored by Arpa Lazio pursuant to Legislative Decree 152/06 and Legislative Decree 116/08. Sampling was carried out from January to September 2023. The application of the CarLit method (Cartography of littoral and upper sublittoral benthic communities) conducted in the spring of 2022 and the observations carried out in the same area for the purposes of algal surveillance monitoring, (Legislative Decree 116/2008), showed that *E. amentacea*, compared to previous years, did not show marked highlight reproductive development and that the apices of the thalli did not show obvious receptacles. These observations gave rise to this study.

**Keywords:** brown macroalga, conceptacles, reproductive period, temperature variations, *Cystoseira*.

**Introduzione** - Lo studio dei popolamenti di macroalghe presenti lungo le coste rocciose in habitat microtidale è previsto dal DM 260/10 (in attuazione della Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE, recepita a livello nazionale dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i) ai fini della classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici marino-costieri. Per la classificazione in base a tale EQB (Elemento di Qualità Biologica) il DM 260/2010 prevede l'utilizzo dell'indice sintetico CARLIT (CARtografia LITorale), basato sull'osservazione dei popolamenti algali che si sviluppano sulle scogliere superficiali e delle caratteristiche geomorfologiche rilevanti associate alle comunità osservate.

Le macroalghe sono un buon indicatore biologico della qualità ambientale in quanto mostrano un'elevata sensibilità alle pressioni di origine antropica e ai cambiamenti delle condizioni ambientali in tempi relativamente brevi.

Nel monitoraggio condotto nel 2022 nei transetti individuati all'interno del Parco Nazionale del Circeo è stato osservato che le cinture di *Ericaria amentacea* (C. Agardh) Molinari & Guiry, non presentavano un periodo di massimo sviluppo riproduttivo ed i talli non sviluppavano apici con ricettacoli evidenti, come invece osservato negli anni precedenti.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di monitorare mensilmente le cinture di *E. amentacea* per individuare eventuali cambiamenti nel periodo riproduttivo come, ad esempio, slittamenti in termini di tempo o inibizioni della riproduzione.

**Materiali e metodi** - La campagna sperimentale ha previsto sopralluoghi e campionamenti mensili, da gennaio a settembre 2023, lungo un tratto di costa di circa 100 metri all'interno del Parco Nazionale del Circeo (corpo idrico denominato "Da Porto San Felice Circeo a Torre Paola"). Il sito è caratterizzato da falesie basse orizzontali che degradano gradualmente verso il mare con una cintura continua a *Ericaria amentacea*

(C. Agardh) Molinari & Guiry e talli isolati di *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff & Nizamuddin. La frangia infralitorale ha un'inclinazione sub verticale ed è interessata da un accentuato idrodinamismo pluridirezionale con esposizione verso Sud. In questo tratto di costa ricadono i settori identificati con i codici 26 e 27 per l'applicazione del metodo CARLIT (Fig. 1).



Fig. 1 – Area di studio, individuata all'interno del tratto 2 del corpo idrico monitorato con il metodo CARLIT ai sensi del D.lgs 152/06.

*Study area, identified within section 2 of the water body monitored with the CARLIT method pursuant to Legislative Decree 152/06.*

In ogni campionamento è stato effettuato il censimento visivo delle comunità macroalgali, il prelievo casuale di 5 porzioni di talli con le zone apicali integre (per un totale di 40 campioni), l'acquisizione di documentazione fotografica, la registrazione dei parametri chimico-fisici dell'acqua (temperatura, pH, salinità, ossigeno disciolto, conducibilità) e della temperatura atmosferica.

**Risultati** – I valori di temperatura dell'acqua registrati in campo hanno evidenziato una crescita graduale nei primi mesi dell'anno ed un repentino aumento di circa 5 °C tra maggio e giugno; analogo andamento era stato osservato nel 2022.

Nel 2022 e 2023, tra maggio e settembre, sono stati osservati valori medi di temperatura più alti di circa 2 °C.

Dai grafici si evince l'andamento meno graduale dei valori dell'acqua e dell'aria negli ultimi due anni, con oscillazioni anche repentine (Fig. 2).

L'analisi dei campioni raccolti in questo studio, confrontati con quelli prelevati nelle campagne di monitoraggio condotte nel 2021 e precedenti, ha confermato quanto osservato nel 2022. Sui talli campionati non erano presenti apici con ricettacoli evidenti, ma numerose cripte pilifere, confermate anche dalle sezioni trasversali in microscopia ottica, e le cinture di *Ericaria amentacea* non hanno mostrato un periodo di massimo sviluppo riproduttivo nell'arco dell'intero anno di studio (Fig. 3).

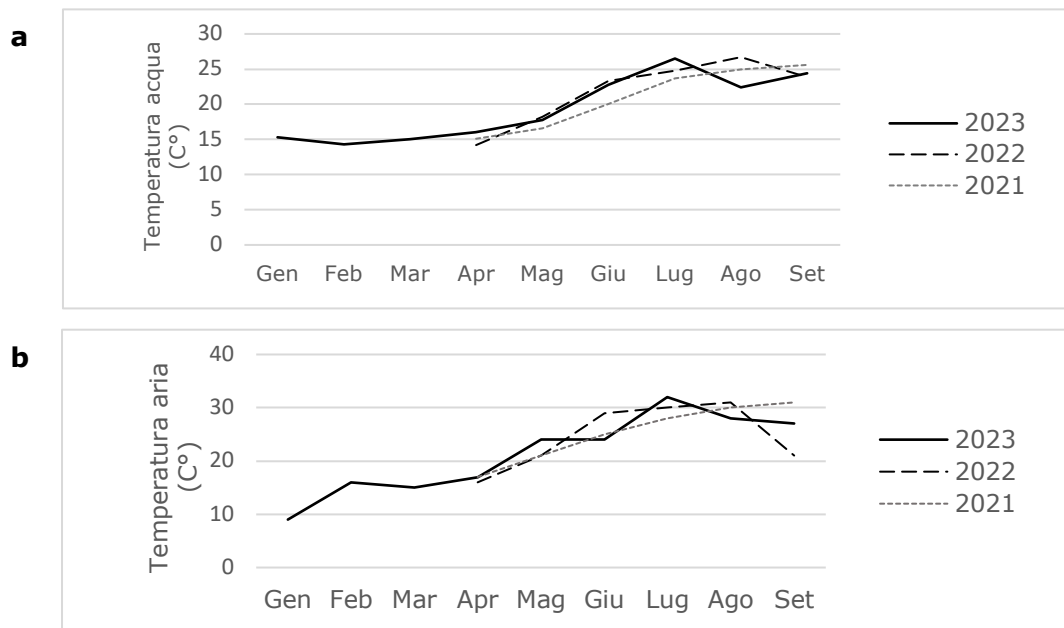


Fig. 2 – Andamento annuale dei valori di temperatura dell'acqua di mare (a) e dell'aria (b), 2023.  
Annual trend of seawater (a) and air (b) temperature values, 2023.

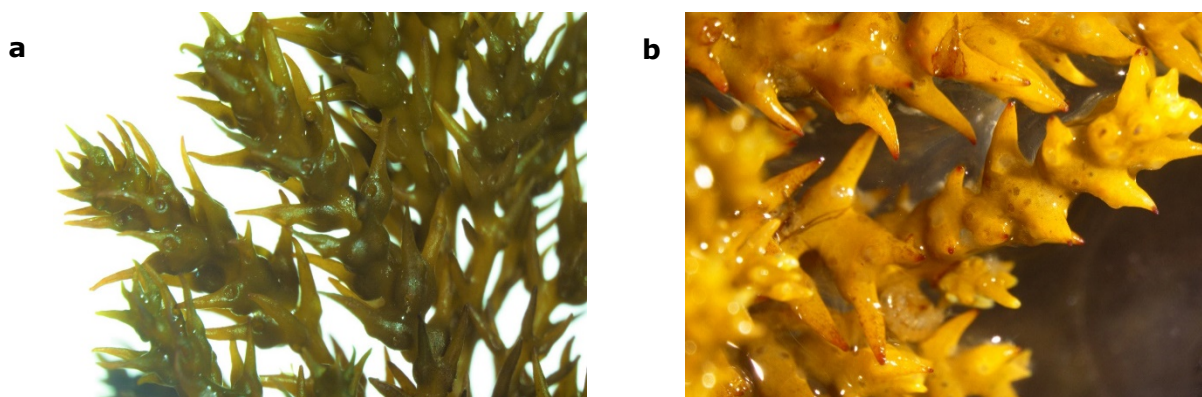


Fig. 3 – (a) Campioni di *E. amentacea*, luglio 2021; (b) Campioni di *E. amentacea*, luglio 2023.  
(a) *E. amentacea* samples, July 2021; (b) *E. amentacea* samples, July 2023.

Nei talli prelevati a partire dal mese di luglio 2023 è stato osservato in laboratorio il rilascio dei gameti subito dopo averli collocati in piastre Petri con acqua di mare filtrata; presumibilmente il mero trasporto in condizioni di buio e freddo ha consentito il rilascio immediato dei gameti anche senza l'induzione di shock termico e luminoso. Nelle piastre è stata rilevata la presenza di gameti maschili e femminili che dopo circa 2 ore hanno portato alla formazione di uova fecondate distinguibili per la presenza della membrana di fecondazione attorno allo zigote.

I talli prelevati a luglio presentavano pertanto concettacoli non organizzati in ricettacoli e in netta minoranza rispetto al numero di cripte pilifere, evidenziando uno slittamento del periodo riproduttivo, più tardivo rispetto agli anni precedenti.

**Conclusioni** - I risultati di questo studio sulle cinture di *Ericaria amentacea* evidenziano uno slittamento del periodo riproduttivo a luglio, più tardivo rispetto agli anni precedenti, con lo sviluppo di concettacoli sparsi, non organizzati in ricettacoli, e in netta minoranza rispetto alle cripte pilifere.

Pertanto il 2021 risulta l'ultimo anno in cui il monitoraggio delle macroalghe nella stessa area di studio ha rilevato il massimo sviluppo riproduttivo della cintura di *E. amentacea* con talli riproduttivi che presentavano, all'analisi microscopica, concettacoli raggruppati in ricettacoli evidenti agli apici dei talli. Nel 2021 la temperatura media dell'acqua superficiale, tra maggio e giugno, era di 18 °C mentre nei due anni successivi, nello stesso periodo, era pari a 20,5 °C.

La letteratura attesta che sebbene le alghe abbiano sviluppato meccanismi biochimici e fisiologici che consentono loro di ottimizzare le prestazioni rispetto alle variabili ambientali, in natura sono soggette a livelli di stress che potrebbero rallentare la loro crescita o causarne una precoce mortalità (Davison & Pearson, 1996; Eggert, 2012).

Molteplici fattori ambientali come temperatura, luce solare, pH, salinità ed essiccazione, insieme a fattori biotici quali la predazione e la competizione, influenzano fortemente la distribuzione, la crescita, la riproduzione e la sopravvivenza delle macroalghe (Adey & Steneck, 2001; Martin & Gattuso, 2009; Verge *et al.*, 2009; Diaz-Pulido *et al.*, 2012; Harley *et al.*, 2012).

È stato dimostrato, inoltre, che la variazione della temperatura influenza il contenuto fenolico di *E. amentacea* (Mannino *et al.*, 2016). I composti fenolici sono metaboliti secondari coinvolti in diversi meccanismi di protezione nei confronti degli epifiti, delle radiazioni UV o del pascolo da parte degli erbivori. Gli studi di Mannino *et al.* (2016) hanno evidenziato che *E. amentacea* ha mostrato una riduzione del contenuto fenolico nel periodo estivo, indicando una significativa correlazione negativa con la temperatura dell'acqua di mare e ciò suggerisce che l'aumento della temperatura potrebbe avere effetti sui meccanismi di protezione chimica di queste alghe e, di conseguenza, sulle interazioni trofiche.

Questo potrebbe spiegare il ridotto sviluppo delle cinture di *E. amentacea* nel periodo riproduttivo, tuttavia sono necessari ulteriori approfondimenti per valutare se le condizioni ambientali, in particolare la temperatura, possano interferire con il ciclo riproduttivo di *E. amentacea*.

### Bibliografia

- ADEY W.H., STENECK R.S. (2001) - Thermogeography over time creates biogeographic regions: A temperature/space/time-integrated model and an abundance-weighted test for benthic marine algae. *J. Phycol.*, **37** (5): 677-698.
- DAVISON I.R., PEARSON G.A. (1996) - Stress tolerance in intertidal seaweeds. *J. Phycol.*, **32** (2): 197-211.
- DIAZ-PULIDO G., ANTHONY K.R.N., KLINE D.I., DOVE S., HOEGH-GULDBERG O. (2012) - Interactions between ocean acidification and warming on the mortality and dissolution of coralline algae. *J. Phycol.*, **48** (1): 32-39.
- EGGERT A. (2012) - Seaweed responses to temperature. In: Wiencke C., Bischof K. (eds), *Seaweed biology*. Springer-Verlag, Berlin: 47-66.
- HARLEY C.D., ANDERSON K.M., DEMES K.W., JORVE J.P., KORDAS R.L., COYLE T.A., GRAHAM M.H. (2012) - Effects of climate change on global seaweed communities. *J. Phycol.*, **48** (5): 1064-1078.
- MANNINO A.M., VAGLICA V., CAMMARATA M. ODDO E. (2016) - Effects of temperature on total phenolic compounds in *Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory (Fucales, Phaeophyceae) from southern Mediterranean Sea. *Plant Biosyst.*, **150** (1): 152-160. <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.941033>.
- MARTIN S., GATTUSO J.P. (2009) - Response of Mediterranean coralline algae to ocean acidification and elevated temperature. *Glob. Change Biol.*, **15** (8): 2089-2100.
- VERGES A., ALCOVERRO T., BALLESTEROS E. (2009) - Role of fish herbivory in structuring the vertical distribution of canopy algae *Cystoseira* spp. in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **375**: 1-11.