

Cladocora caespitosa: una fragile eredità in un mare in cambiamento

di Tatiana Geloso • Annalisa Patania

Parte II, Capitolo 1

Premessa

Ho deciso di iniziare questo primo articolo delle Cronache dei Coralli dell'Isola di Ustica, con la specie che probabilmente è la più diffusa nei nostri fondali (entro i 40 metri), ma sicuramente la meno conosciuta dai subacquei e ancora meno da qualsiasi frequentatore del mare. Devo anche aggiungere che è il

mio corallo preferito, che mi affascina profondamente. Sfido chiunque, dopo aver letto questo articolo, a non provare un po' di attrazione per questo prezioso animale marino e a non comprendere quanto sia speciale per l'intero ecosistema mediterraneo. Qui di seguito una scheda descrittiva di questa specie:

Inquadramento tassonomico

Cladocora caespitosa o madrepora a cuscino è un corallo biocostruttore che appartiene alla classe degli antozoi, che, come visto nel precedente numero, rappresentano un ampio raggruppamento degli Cnidari. Come organismo biocostruttore è in grado di fornire e aumentare la tridimensionalità ed è una specie chiave per la biodiversità marina negli ambienti in cui si trova.

Nello specifico appartiene alla sottoclasse esacoralli, ordine Scleractinia, ed è l'unico corallo endemico coloniale del Mediterraneo con capacità di formazione di barriera corallina (Morri et al. 1994).

Le colonie attualmente viventi di *Cladocora caespitosa* sembrano essere limitate a poche località del Mediterraneo e le sue più grandi biocostruzioni finora descritte si ritrovano nel Mare Adriatico presso il Parco nazionale di Mljet (Croazia) (Kersting & Linares, 2011). In questa zona, tra i 6 e i 18 metri di profondità, vi è un'area sommersa di 0,65 km², caratterizzata dalla fusione di numerose colonie di *Cladocora caespitosa* alte circa mezzo metro che hanno dato origine a un tavolato quasi interrotto considerato un vero e proprio monumento di architettura naturale. La sopravvivenza di questo banco e in generale di questa specie, appare minacciata dall'aumento degli impatti che colpiscono le aree costiere, tra cui specie invasive, costruzione di opere marittime e innalzamento delle temperature (Relini, 2009).

Nei mari italiani è segnalata lungo tutte le zone costiere in prevalenza nei fondali delle coste dell'alto tirreno e nella costa ionica pugliese.

Descrizione

Cladocora caespitosa occupa un ampio range ecologico, da substrati duri a morbidi e da acque a bassa o alta turbolenza, anche se maggiormente in

fondali rocciosi. Vive abitualmente a basse profondità dai 6-20 metri ma si può osservare fino alla fine della zona fotica (lo strato superficiale bene illuminato) occasionalmente anche a profondità rilevanti fino ai 60 metri dove la simbiosi con le alghe zooxantellate (appartenenti al genere *Symbiodinium*) può venir meno.

È una specie coloniale con tipica forma emisferica a cuscinetti (da qui il nome madrepora a cuscino) di dimensioni variabili tra i 10 e 40 cm formata da piccoli polipi, di un centimetro di diametro, e si distribuisce irregolarmente a piccoli gruppi sul fondale formando agglomerati sparsi o più raramente ricoprendo superfici più ampie del fondale, quando le colonie si fondono tra loro dando luogo a formazioni estese dette banchi (Relini, 2009). Tuttavia la forma a cuscinetto è variabile a seconda delle condizioni dell'ambiente, come luce, profondità e movimento delle acque.

La struttura dei polipi può apparire complessa: ogni polipo che forma la colonia è costituito da uno scheletro calcareo, detto corallite, di mezzo centimetro con forma tubulare detto calice le cui pareti presentano piccole e sottili coste. Ogni polipo quindi si trova dentro un calice che si erge verso l'alto ed è separato dagli altri nella sua parte apicale e chiamato polipierite. I setti sono piuttosto dentellati al margine e si alternano larghi e sottili. I polipi hanno una colorazione che va dal giallo scuro al bruno-grigiastro circondato da una corona di tentacoli verrucosi.

Si tratta di una specie longeva a crescita molto lenta arrivando a superare i 100 anni di età: la crescita dei polipi di *Cladocora caespitosa* misurati in uno studio effettuato alla Riserva Marina delle Isole Columbretes in Spagna variano tra $2,55 \pm 0,79$ mm/anno (Kersting & Linares, 2011).

ANNALISA PATANIA



Colonie di *Cladocora caespitosa* in ottima salute presso Punta Spalmatore.

Una vita piena di strategie e relazioni

Quando si parla di un animale, una delle prime curiosità è sapere come si nutre, e quando si tratta di un animale di cui non si ha idea di dove si trovi la bocca, o addirittura se abbia una bocca, la cosa diventa ancora più intrigante.

Per garantire il proprio sostentamento, a causa degli ambienti poveri di nutrienti tipici del Mar Mediterraneo, *Cladocora caespitosa* adotta due strategie di alimentazione: eterotrofia e autotrofia. La prima, quella più comunemente associata all'idea di nutrizione animale, si basa sulla capacità dei suoi polipi di catturare le prede estendendo i tentacoli, mentre l'autotrofia consiste nella capacità di produrre molecole organiche di cui cibarsi utilizzando come "carburante" i composti inorganici. Quando si affida all'eterotrofia, il corallo mira a predare il plancton e altre piccole particelle organiche tramite i suoi tentacoli, dotati di cellule urticanti chiamate cnidocisti che rilasciano tossine per immobilizzare le prede. Una volta catturata, la preda viene portata nella bocca centrale del corallo e digerita nella cavità gastrovascolare.

I rifiuti non digeriti vengono dunque espulsi attraverso la stessa apertura. Quindi sì, la bocca di *Cladocora caespitosa* funge anche da ano, una caratteristica comune degli cnidari, oltre che di altri *phyla* di animali meno evoluti come ctenofori e platellinti.

Inoltre, *Cladocora caespitosa* ospita dinoflagellati

chiamati zooxantelle all'interno dei suoi tessuti. Queste alghe svolgono la fotosintesi, producendo ossigeno e composti organici (come gli zuccheri) che il corallo usa per l'energia. In cambio, il corallo fornisce alle zooxantelle un ambiente protetto e l'accesso a sostanze nutritive, come azoto e fosforo contenuti nei suoi rifiuti metabolici (simbiosi, vedi sotto).

Man mano che i polipi crescono, secernono carbonato di calcio per formare uno scheletro rigido. Questa crescita scheletrica porta allo sviluppo di colonie a forma di cupola, come un tumulo che può espandersi nel tempo. La struttura interconnessa dei polipi è mantenuta da un tessuto vivente condiviso, il cenosarco, che permette ai nutrienti e alla comunicazione di fluire attraverso la colonia.

Tuttavia, la crescita di *Cladocora caespitosa* avviene attraverso una combinazione di processi che contribuiscono all'espansione. Anche in questo caso, vengono applicate due strategie diverse per il mantenimento delle colonie.

La riproduzione asessuata in *Cladocora caespitosa* avviene tipicamente attraverso la gemmazione: nuovi polipi si formano da quelli esistenti dove il polipo genitore divide parte del suo tessuto per creare una progenie geneticamente identica. La gemmazione avviene lateralmente o alla base del polipo genitore e dà origine a nuovi polipi che rimangono attaccati alla colonia [ulteriori informazioni sui meccanismi si trovano in Zibrowius (1980) e Kružić (2005)].



Stefano Coco | riccioblu

Dettaglio *Cladocora caespitosa* nella caratteristica formazione "a cuscino" con i polipi in evidenza.

Occasionalmente, agisce anche per frammentazione: porzioni della colonia possono staccarsi a causa di azioni meccaniche (ad esempio, onde o predazione). Questi frammenti possono attaccarsi a un nuovo substrato e crescere in colonie indipendenti, purché le condizioni siano favorevoli. I vantaggi della riproduzione asessuata consistono nell'assicurare una rapida crescita della colonia in ambienti stabili, permettendo al corallo di coprire più substrato e di competere per lo spazio e le risorse in modo efficiente. Tutto ciò, unito alla lunga durata di vita delle colonie, fa di *Cladocora caespitosa* una specie di corallo resiliente.

Cladocora caespitosa può anche riprodursi sessualmente rilasciando gameti nella colonna d'acqua durante gli eventi di dispersione delle uova; le uova fecondate si sviluppano in larve che nuotano liberamente (*planula*), e che successivamente si depositano su un substrato adatto, dove si trasformano in un singolo polipo e iniziano a formare una nuova colonia.

In particolare, è stato osservato che le popolazioni di *Cladocora caespitosa* situate relativamente vicine mostrano un livello significativo di differenziazione genetica, indicando una bassa connettività tra di esse, ovvero un basso scambio di geni (Casado-Amezúa et al. 2014) con alti livelli di auto-reclutamento (la colonia si alimenta con individui generati da essa stessa) (già riscontrati da Kersting & Linares (2012) e Kersting et al. (2014b)). Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che,

pur essendo dei cosiddetti "broadcast spawners" (ad emissione di gameti) come altri coralli, durante la fecondazione esterna le uova non vengono disperse, a differenza dello sperma, ma sono legate tra loro come grumi da un rivestimento di muco sulla superficie dei polipi. (Kružić et al. (2008)).

La domanda a cui non sappiamo ancora rispondere è: quando avviene il rilascio delle uova? Sembra che le colonie di *Cladocora caespitosa* si riproducano annualmente (Kersting et al. 2013b), ma le informazioni pubblicate relative al periodo di rilascio delle uova e alla sua biologia riproduttiva sono contraddittorie e con forti differenze tra i siti. Ad esempio, Schiller (1993) e Kružić et al. (2008), affermano che nel Mar Adriatico il rilascio delle uova avviene all'inizio dell'estate con l'aumento della temperatura dell'acqua (specificando che *Cladocora caespitosa* è ermafrodita), mentre Kersting et al. (2013b), nelle Isole Columbretes (Mar Mediterraneo occidentale) sostengono che il rilascio delle uova avviene alla fine dell'estate, cioè con l'abbassamento della temperatura dell'acqua marina, affermando che sia gonocorica, ovvero quando i gameti si originano in due individui diversi, la femmina e il maschio. Al momento della stesura di questo articolo però, non abbiamo ancora idea di quando avvenga, a Ustica, il periodo di riproduzione tramite rilascio delle uova.

Ho sempre trovato molto affascinante la relazione tra i coralli e le alghe. Questo ha stimolato la mia indagine

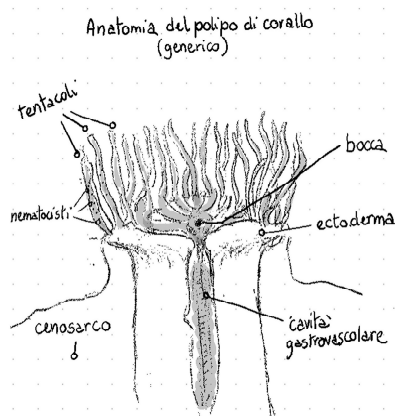
sulle interazioni tra *Cladocora caespitosa* e le alghe, come i dinoflagellati simbiotici, e le macroalghe, come *Cystoseira*. Queste interazioni evidenziano la complessità delle relazioni all'interno degli ecosistemi marini mediterranei e rendono questa indagine ancora più intrigante.

Come già accennato, la simbiosi in *Cladocora caespitosa* coinvolge principalmente la relazione mutualistica con le zooxantelle, microscopiche alghe dinoflagellate che risiedono nei tessuti del corallo. Questa relazione è essenziale per la sopravvivenza del corallo e svolge un ruolo critico nelle dinamiche energetiche. Come funziona esattamente? Secondo l'etimologia della parola simbiosi [dal gr. *συμβίωσις* "convivenza", composto da *συν* "con, insieme" e *βίωω* "vivere"], i coralli e le alghe traggono vantaggi reciproci dalla loro convivenza e ogni parte dà il suo contributo: come detto in precedenza, il processo di fotosintesi svolto dalle zooxantelle, che producono ossigeno e composti organici condivisi con il corallo ospite, fornisce fino al 90% dell'energia fondamentale per la sopravvivenza di

Cladocora caespitosa, soprattutto nelle acque mediterranee povere di nutrienti. In cambio, il corallo offre un ambiente protetto all'interno dei suoi tessuti per la crescita delle zooxantelle e fornisce nutrienti inorganici come l'azoto e il fosforo (provenienti dai rifiuti metabolici) di cui le alghe hanno bisogno per la fotosintesi.

La simbiosi aumenta la capacità di *Cladocora caespitosa* di secernere il suo scheletro di carbonato di calcio, facilitando la crescita e la stabilità strutturale e permettendo al corallo di prosperare in acque poco profonde dove la luce solare, essenziale per la fotosintesi, è abbondante.

Tuttavia, in base alle mie letture di pubblicazioni sul web e alle osservazioni delle colonie di Ustica, *Cladocora caespitosa* sembra avere un rapporto di amore-odio con le macroalghe: da un lato si innesca una competizione, in quanto le macroalghe possono crescere eccessivamente o metterla in ombra, riducendo la luce disponibile per le sue zooxantelle simbiotiche e portando potenzialmente a stress o a una crescita



Antichi Architetti del Mare

Ricerche paleogeografiche hanno rivelato, attraverso l'analisi di giacimenti fossili, che *Cladocora caespitosa* era molto diffusa nell'area mediterranea in periodi caratterizzati da un clima caldo interglaciale, fino ad avere un'espansione massima circa 130.000 anni fa (Pleistocene superiore) nel periodo Eutirreniano.

Tuttavia diversi studi scientifici hanno rivelato che banchi di *Cladocora caespitosa* si sono sviluppati in depositi del Pliocene superiore (2 milioni di anni fa), da zone costiere a zone sublitorali poco profonde (Aguirre & Jimenez 1998, Relini 2009) nel bacino della Almería-Níjar in Spagna e costituiscono probabilmente la più antica documentazione fossile conosciuta di questa specie nel Mediterraneo.

Anche ad Ustica, sono stati rinvenuti dei giacimenti fossiliferi costituiti da *Cladocora caespitosa* nei pressi della località Falconiera, a sud est dell'isola. Proprio in questa zona dell'isola è avvenuta l'ultima eruzione esplosiva del vulcano di Ustica, che ha formato il

cono di tufo della Falconiera proprio intorno a 130.000 anni fa, durante il Pleistocene superiore, un periodo caldo caratterizzato da un alto livello del mare (tra i 6-9 metri sopra il livello attuale medio). La potente eruzione esplosiva del cratere della Falconiera, che ha avuto un impatto sia sull'ambiente marino che su quello terrestre, ha seppellito depositi di spiaggia ricchi di conchiglie di molluschi, colonie di coralli come *Cladocora caespitosa* e altri coralli tipici dei mari tropicali nonché piante terrestri come, ad esempio, la palma nana (*Chamaerops humilis*) (De Vita & Foresta Martin, 2017). In particolare i fossili di *Cladocora caespitosa* si ritrovano nel versante Sud della Falconiera, in prossimità della località Mezzaluna a circa 25 metri sopra il livello del mare. Studi di datazione geologica svolti su campioni fossili prelevati da questi giacimenti usticesi hanno rivelato avere un'età di circa 128.000 anni, che corrisponde in effetti all'era di massima espansione di questa specie e alle ultime eruzioni della Falconiera.

ANNALISA PATANIA

ridotta, come *Cystoseira* che spesso forma dense chiome che competono con i coralli per lo spazio e la luce; dall'altro, in alcuni casi, le macroalghe possono fornire un riparo per i coralli giovani o proteggerli dalla luce solare diretta in ambienti ad alta temperatura, favorendone indirettamente la sopravvivenza.

Un'altra importante interazione che non va sottovalutata riguarda la luce e la temperatura, che condiziona la profondità a cui può essere localizzata *Cladocora caespitosa*. Le colonie si trovano principalmente nelle acque poco profonde del Mar Mediterraneo, ma *Cladocora caespitosa* può vivere anche a profondità maggiori: la profondità massima a cui è stata osservata è circa 60 metri, anche se in alcune aree è stata registrata a profondità fino a 80 metri.

Questa specie di corallo infatti prospera tipicamente in zone ben illuminate ma può sopravvivere anche in acque più profonde e poco illuminate, il che suggerisce un certo livello di adattabilità a diverse condizioni di luce. La sua distribuzione è influenzata da fattori che possono limitare la profondità di crescita quali la disponibilità di luce, la temperatura e la salinità dell'acqua. Tuttavia, le sue popolazioni si concentrano prevalentemente nei primi 30-40 metri della colonna d'acqua. Al momento, la profondità massima alla quale ho osservato le colonie di *Cladocora caespitosa* di Ustica è di 42 metri.

Barriere coralline viventi: Il ruolo vitale di *Cladocora caespitosa*

Un'altra caratteristica interessante di *Cladocora caespitosa* è quella di mostrare una grande plasticità nella crescita e nelle sue morfologie. Le colonie possono formare banchi (un banco di corallo si riferisce a un accumulo relativamente piccolo e localizzato di colonie di corallo, generalmente più piccolo delle barriere coralline), letti (un letto di corallo è un'area più estesa, piatta e diffusa, ricoperta prevalentemente da colonie o frammenti di corallo e di solito a sviluppo verticale ridotto rispetto ai banchi di corallo) o anche noduli di corallo a vita libera (coralliti) (Peirano et al. 1998; Kružić & Benković 2008; Kersting & Linares 2012; Kersting et al. 2017). Le diverse forme e crescite del corallo sclerattinio possono essere il risultato di molti fattori: forze idrodinamiche globali o localizzate (ad esempio correnti oceaniche, onde di tempesta, deflusso delle acque) (Pomar 1991; Vennin et al. 2004), l'apporto di sedimenti (Kružić & Benković 2008), la temperatura, la disponibilità di nutrienti (Rodolfo-Metalpa et al. 2008) e l'interazione con altri competitori come le alghe (ad esempio, River & Edmunds 2001; Titlyanov et al. 2007).

Inoltre, *Cladocora caespitosa* si distingue da tutti gli altri coralli mediterranei per essere l'unica specie di corallo costruttore di scogliere che forma biocostruzioni composte da scheletri calcarei che si sviluppano in densi ammassi, simili alle barriere coralline tropicali, ma su scala ridotta. Queste barriere, anche se oggi sono meno estese, sono state documentate fin dal Pliocene (circa 2 mln di anni fa). La sua crescita avviene attraverso processi come la gemmazione dei polipi e la deposizione di carbonato di calcio, che ne aumenta la complessità strutturale. Le barriere di *Cladocora* costituiscono un vero e proprio *habitat* per varie specie

marine incrementando così la biodiversità locale; le colonie prosperano in acque poco profonde, limpide e relativamente calde, spesso su substrati duri. Tuttavia, la crescita della specie è lenta e la sua distribuzione è limitata a causa delle esigenze specifiche dell'habitat e delle pressioni ambientali.

La meraviglia Nascosta di Ustica

L'isola di Ustica è nota soprattutto per la ricchezza dei suoi fondali e per i possibili incontri con la macrofauna mediterranea, come i banchi di barracuda, le maestose ricciole e gli imponenti esemplari di cernie brune. Pochi subacquei verrebbero a visitare Ustica solo per i suoi coralli, anche se si possono apprezzare numerose specie come le gorgonie rosse (*Paramuricea clavata*) o altre gorgonie (*Eunicella cavolinii*, etc.), e non certo per il corallo sclerattinio o di bassa profondità. Eppure, i fondali di Ustica ospitano numerose colonie di *Cladocora caespitosa* che meritano attenzione e studio, soprattutto perché sono i principali responsabili di uno specifico *habitat* sottomarino. Attualmente sono impegnata in una mappatura completa della popolazione di questo corallo nei fondali di Ustica, e dopo essermi immersa nei fondali dell'isola per decenni e concentrandomi sull'osservazione di questa specie da più di 4 anni, conosco molto bene la loro posizione e ho identificato alcune aree con alta densità di colonie. Ad oggi, posso segnalare la presenza nella maggior parte dei punti di immersione comuni dell'isola: Grotta Azzurra, Grotta Pastizza, Punta Galera, Punta dell'Arpa, Punta Spalmatore, Punta Falconiera, Punta Omo Morto e Grotta del Tuono. Inoltre, ho esplorato porzioni di fondale raramente visitate e sono rimasta sorpresa dall'abbondanza delle colonie presenti. Questa attenta opera di ricognizione mi ha portato a identificare due *hotspot*, situati su versanti diversi dell'isola: uno sulla costa meridionale, nella Zona C dell'Area Marina Protetta, dove le colonie sembrano essere fortemente colpite da impatto antropico e versano in uno stato di sofferenza con un alto tasso di mortalità, e l'altro sull'estrema costa occidentale, nella Zona B dell'AMP, dove le colonie di corallo sono in uno stato di salute decisamente migliore. Le diverse condizioni ambientali dei due siti - come il livello di protezione dell'area, il substrato su cui vivono, la presenza di specie invasive o associate - aprono nuove vie di ricerca sulla specie e numerose possibilità di studio in termini di conservazione e restauro.

In conclusione, questi delicatissimi organismi così importanti per l'intero ecosistema meritano maggiore tutela attraverso nuovo impulso alla ricerca scientifica e sistematici programmi di protezione. Conoscere l'esistenza e apprezzarne le caratteristiche è un primo passo in questa direzione.

TATIANA GELOSO

Tatiana Geloso, imprenditore professionista subacquea e *Marine Conservationist*, è socia del Centro Studi.

Annalisa Patania, biologa marina, è membro del Consiglio Direttivo del Centro Studi.

II-1/continua