

GIACOMO TRIPODI

Dipartimento di Scienze Botaniche, Università di Messina

# LE ALGHE SIFONALI, VEGETALI STRAORDINARI

Periodicamente, *Caulerpa taxifolia* riemerge dal mare e approda sulle pagine dei giornali, sempre gratificata come "alga assassina". Mi pare superfluo ormai ritornare sull'argomento della dubbia pericolosità di questa pianta, visto che è stato pubblicato, in una sede molto autorevole, uno studio in cui pare esclusa ogni sua azione negativa nei confronti di altri organismi. Piuttosto, trovo interessante mettere in evidenza una insolita caratteristica strutturale delle alghe assegnate al genere *Caulerpa*: queste piante, infatti, hanno il tallo con un'organizzazione insolita, diversa da quella cellulare, una condizione che appare come una caratteristica universale degli organismi.

L'idea che tutte le piante abbiano il corpo costituito da tipiche cellule deriva dalla constatazione che ciò è vero per tutte le piante vascolari che osserviamo, e la cosa non sorprende, se si considera che tutte hanno avuto un'origine comune, ragionevolmente collocata intorno a 400 milioni di anni fa, nel periodo Siluriano. Prima che questo importante gradino evolutivo fosse compiuto, tutte le forme di vita esistenti si erano espresse nell'acqua dei mari primordiali: le piante allora esistenti erano dunque soltanto alghe, un insieme filogeneticamente e strutturalmente eterogeneo di organismi vegetali, accomunati dal fatto che la loro storia evolutiva si è interamente svolta in ambienti sommersi.

Le alghe assumono acqua da tutta la loro superficie e, per il loro limitato spessore, non richiedono un sistema di trasporto dell'acqua su lunghe distanze.

Durante il Siluriano, un particolare gruppo di alghe raggiunse la complessità genetica necessaria ad esprimere un efficiente sistema di conduzione dell'acqua liquida

da una parte all'altra del loro corpo. Queste alghe avevano cellule con un solo nucleo e svolgevano la fotosintesi con un corredo di molecole antenna, tra cui la clorofilla di tipo b, per cui queste due particolarità divennero caratteristiche di tutte le piante terrestri.

Non è stata trovata alcuna traccia fossile di questo gruppo di piante allora così nuove, probabilmente perché, prive di ogni tessuto durevole, soltanto raramente lasciavano resti che potessero fossilizzare. La



Fig. 1 - *Caulerpa prolifera*.



Fig. 2 - *Caulerpa taxifolia*.

capacità di vivere lontano dagli ambienti acquatici è stata dunque una funzione di importanza fondamentale per l'evoluzione biologica.

I nuovi organismi, capaci di trasportare acqua per lunghe distanze, furono i primi ad esprimere i caratteri morfologici e strutturali necessari alla vita in un ambiente relativamente asciutto. Da loro, in seguito a numerosi ulteriori perfezionamenti, con modalità ancora poco conosciute, sono derivate tutte le piante che oggi abitano gli ambienti emersi.

Altre alghe si sono evolute secondo modelli strutturali diversi: le alghe verdi *Siphonales*, alle quali è assegnato il genere *Caulerpa*, hanno un corpo costituito da strutture molto diverse, per dimensioni e organizzazione, dalle tipiche cellule mononucleate, e tuttavia esprimono talli di varia forma e complessità. Queste piante sono concreti esempi di soluzioni alternative alle costruzioni di tipo cellulare.

Gli organismi vegetali sifonali si chiamano in tal modo perché il loro citoplasma, è collocato in una struttura tubolare, un sifone, variamente configurato, nel cui interno gli organuli e le strutture citoplasmatiche possono scorrere liberamente. Il metabolismo della pianta ha dunque come sede, non un piccolo spazio delimitato sotto il controllo di un singolo nucleo, ma piuttosto una massa rilevante di citoplasma in cui innumerevoli nuclei esprimono le loro funzioni, cambiando continuamente

la loro posizione, seguendo i movimenti di scorrimento del citoplasma all'interno del sifone.

Il metabolismo fondamentale di tali organismi a organizzazione sifonale non ha nulla di specifico: respirazione, fotosintesi, sintesi delle proteine, e tanti altri processi, hanno luogo secondo passaggi biochimici universali. Ciò avviene però in un grande spazio, più o meno tubolare, delimitato da un sistema periferico, simile concettualmente a quello delle cellule tipiche, ma molto più esteso.

Tuttavia, è sempre possibile in questi organismi osservare cellule con un solo nucleo. Tale potenzialità viene espressa quando, nelle fasi riproduttive, sono prodotte le spore o i gameti, cellule di forma definita, capaci di muoversi attivamente con i flagelli di cui sono dotate. Il successo del modello organizzativo dei sistemi biologici sifonali è documentato da gran tempo: conosciamo fossili di queste piante che risalgono a mezzo miliardo di anni fa.

In alcuni Generi di alghe sifonali (*Halimeda*) la parete del sifone si mineralizza per la deposizione di calcare, per cui questi organismi, particolarmente diffusi in ambienti tropicali, sono tra i più attivi costruttori di barriere coralline. Ciascuno dei generi di queste alghe prive di struttura cellulare tipica ha una peculiare maniera di intrecciare i sifoni, col risultato di una sorprendente varietà di forme espresse. Le alghe verdi sifonali sono particolarmente abbondanti nei mari caldi, dove costituiscono una componente importante della flora marina, e sono assenti dalle acque dolci. Un'alga dal tallo sifonale, *Penicillus capitatus*, specie tipica di mari caldi, si è adattato ai fondali mediterranei, e oggi può essere osservato sui fondali dell'Arcipelago Toscano. Quest'alga verde, con *Caulerpa racemosa* e altre, è entrata a far parte della flora sottomarina del Mar Mediterraneo da pochi anni, forse favorita da un incremento di temperatura dell'acqua che, sia pur minimo, ha consentito la sua affermazione; questa interpretazione è quella che appare più probabilmente vera, per spiegare l'introduzione di alghe di origine tropicale nei

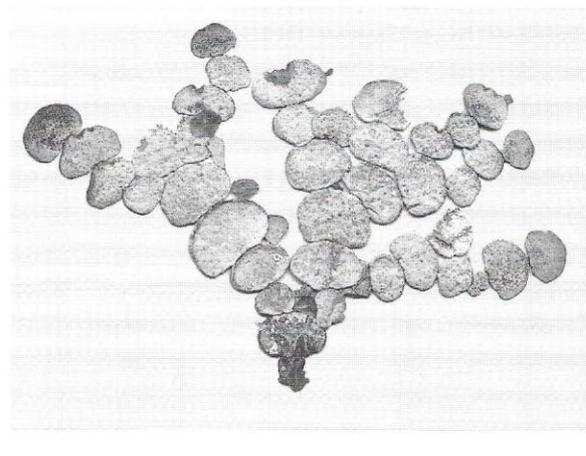


Fig. 3 - *Halimeda tuna*.

mari italiani, ma altre ipotesi sono possibili, dato che analoghi fenomeni di espansione sono in corso in molti mari, e in diverse situazioni ambientali.

Il sifone di *Caulerpa* non mineralizza la parete, ma consolida la sua configurazione con una serie di inflessioni della parete, le trabecole, che esaltano le proprietà meccaniche dell'intero sifone. Inoltre, lo spessore e la composizione chimica dell'involucro esterno variano nei diversi punti del tallo, in modo da assicurare solidità meccanica e flessibilità differenziata. Ciò consente a questo tipo di struttura di crescere in forma di assi ramificati, tortuosi e striscianti, che aderiscono al substrato con strutture di sostegno (gli apteri), e in porzioni erette appiattite di forma varia. La somiglianza di queste parti appiattite con le foglie è molto pronunciata, anche sul piano funzionale, perché entrambe le strutture, pur nella loro diversità strutturale, espongono alla luce i loro cloroplasti, per raccogliere la luce necessaria alla fotosintesi. La forma di queste porzioni varia nelle diverse specie per il diverso patrimonio genetico e di adattamento ad ambienti con illuminazione e idrodinamismo particolari. La configurazione che ne risulta è la più adatta a svolgere la fotosintesi, ma si concilia anche con la necessità di una risposta meccanica adeguata al movimento delle acque. Alcune specie, tra le quali *C. prolifera* (Figura 4), considerata indigena del Mediterraneo, si adattano a vivere anche in acque tranquille e poco pulite dei porti; *Caulerpa prolifera* è in grado di utilizzare per il proprio metabolismo, oltre i prodotti della fotosintesi, anche composti organici presenti nell'acqua, per cui svolge un'efficace azione di fitodepurazione.

Di grande interesse è anche il ciclo biologico di questi organismi: saprete che le piante si riproducono con due tipi di cellule germinali, i gameti e le spore, prodotte da due diverse entità, una, il gametofito, con numero semplice di cromosomi (aploide) e l'altra, lo sporofito, con numero doppio di cromosomi (diploide). Il corpo aploide si riproduce attraverso gameti, che devono essere fecondati, per cui la cellula che deriva da questo processo, lo zigote, ritorna allo stato diploide. Lo zigote, dividendosi più volte, dà origine a un corpo costituito da cellule diploidi, che ritorneranno allo stato aploide dopo la meiosi. Questa speciale e complessa divisione cellulare riduce alla metà il numero dei cromosomi delle cellule derivate, le spore. Queste cellule aploidi, esclusive degli organismi vegetali, possono dar origine a un nuovo individuo senza la necessità della fecondazione. Fra le piante, la forma e la grandezza delle due strutture che si avvicendano nel ciclo (il gametofito e lo sporofito prima citati) variano grandemente.

Negli organismi animali non c'è alternanza di generazione, e il loro corpo è costituito da cellule diploidi. Alcune di queste cellule si dividono attraverso la meiosi, e le cellule derivate, in questo caso, sono gameti. Dunque le piante, con qualche rara eccezione, hanno una meiosi che produce spore, gli animali con la meiosi produco-

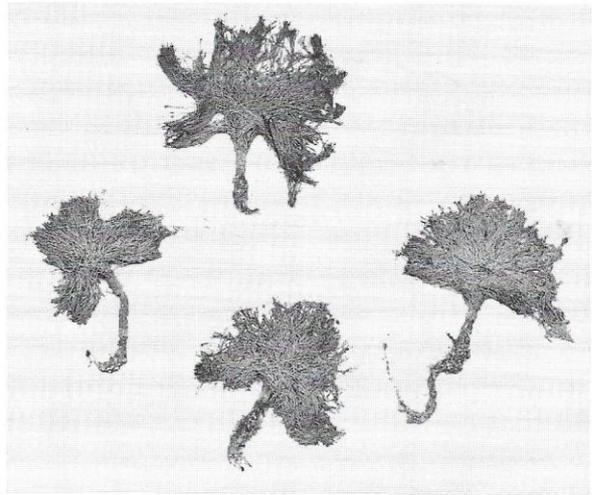


Fig. 4 - *Penicillus capitatus*.

no, al contrario, gameti. Le alghe sifonali dei generi *Caulerpa* e *Halimeda*, come gli animali, hanno una meiosi gametica, per cui il loro ciclo biologico finisce per somigliare a quello degli animali\*. Questo tipo di ciclo biologico tra le piante complesse è insolito, e qualche esempio è rintracciabile fra le alghe unicellulari, quali le Diatomee. In alcuni casi l'interpretazione del ciclo biologico delle alghe è dubbia, e ciò è particolarmente vero con alghe brune più recenti e complesse, le *Fucales*.

La presenza di organismi con struttura non tipicamente cellulare non è rara in natura: un buon esempio è quello dell'alga *Acetabularia*, che ha il tallo formato da una sola gigantesca singola cellula, che raggiunge i cinque centimetri, ma con un solo nucleo che porta il patrimonio genetico ripetuto migliaia di volte. Ma sono di grande interesse anche altri sistemi, quali quello sifonale della muffa del pane (*Rhizopus*), o della peronospora della vite (*Plasmopara*), entrambi ficomiceti, o quello di alcune alghe rosse, che hanno cellule ciascuna munita di centinaia di nuclei. I funghi evoluti hanno cellule con due nuclei, ma geneticamente distinti, e ci sono alghe rosse con cellule con diverso contenuto di DNA.

I numerosi modelli di sistema biologico di tipo vegetale ancor oggi osservabili ci mostrano che, nel corso di centinaia di milioni di anni, gli organismi hanno espresso numerose soluzioni al problema generale della trasmissione, una generazione dopo l'altra, del loro patrimonio genetico.

Il loro valore, al fine di una corretta interpretazione dell'evoluzione biologica, è molto alto.

## Bibliografia

\* H.C. Bold & M.J. Wynne. Introduction to the Algae. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632, p. 229 e seguenti.