



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

CORSO DI LAUREA IN BIOLOGIA
CURRICULUM BIOLOGIA MARINA

ELABORATO DI LAUREA

INVASIONE DI *Pelagia noctiluca*
NEL NORD ADRIATICO

TUTOR: DOTT.SSA MONICA BRESSAN
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA - PADOVA

LAUREANDA: CINZIA ANNA CASTALDO

ANNO ACCADEMICO 2008/2009

INDICE

1. Morfologia e ciclo riproduttivo di <i>Pelagia noctiluca</i>	pag. 1
2. Morfologia e distribuzione spaziale degli sciame	pag. 2
3. Alimentazione e predazione	pag. 3
4. Distribuzione geografica e fluttuazioni delle popolazioni	pag. 5
5. Cause ed effetti dei bloom nel Nord Adriatico	pag. 6
6. Letteratura citata e siti consultati	pag. 10

1. Morfologia e ciclo riproduttivo di *Pelagia noctiluca*

Regno	Animalia
Phylum	Cnidaria
Subphylum	Medusozoa
Classe	Scyphozoa
Sottoclasse	Discomedusae
Ordine	Semaeostomeae
Famiglia	Pelagiidae
Genere	<i>Pelagia</i>
Specie	<i>Pelagia noctiluca</i> (Forsskal, 1775)

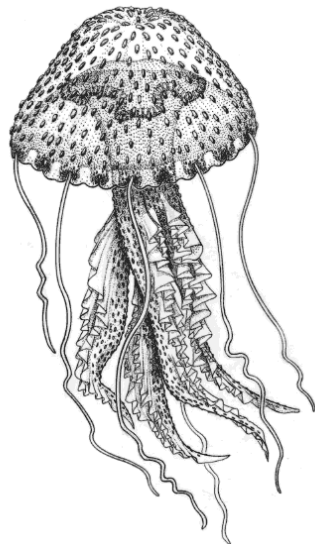


Figura 1. *Pelagia noctiluca*. Da www.mbl.edu.

Pelagia noctiluca (Forsskal, 1775) è una scifomedusa epipelagica oloplanctonica; data la sua appartenenza al Phylum Cnidaria, è un organismo diblastico, caratterizzato cioè da due foglietti embrionali, ectoderma ed endoderma, separati da mesoglea, una matrice gelatinosa extracellulare elastica, la cui struttura determina la forma della medusa ed interviene nel galleggiamento; presenta simmetria radiale (Ruppert *et al.*, 2004). E' caratterizzata da un'ombrella con diametro di 3-12 cm che va dal colore marrone – rosa fino ad un viola (viene infatti chiamata comunemente “mauve stinger”) (Mariottini *et al.*, 2008). L'ombrella può essere suddivisa in un'epidermide superiore, al polo aborale, detta esombrella, ed un'epidermide inferiore, al polo orale, detta subombrella; contiene la cavità gastrovascolare (celenteron), suddivisa in 16 lobi da setti

radiali, e la bocca, posta inferiormente alla sommità di un manubrio cruciforme. Dal bordo esterno dei lobi si dipartono otto tentacoli retrattili marginali, alternati con otto ropali, gli organi di senso caratteristici di questi animali, posti in appositi canali. Dal manubrio cruciforme invece si sviluppano quattro braccia orali, che circondano la bocca. I tentacoli marginali sono più o meno trasparenti e raggiungono grandi lunghezze, fino ad alcuni metri, mentre le braccia orali sono più spesse, con margine ondulato internamente e meno lunghe (fino a 30 cm), dello stesso colore dell'ombrella (fig. 1). La muscolatura è composta da muscoli radiali, che si dipartono dall'asse oro – aborale del corpo e si estendono verso l'esterno, e dal muscolo coronale posto circolarmente sulla superficie della subombrella; essa permette il movimento tramite pulsazioni della campana. Nelle meduse il sistema nervoso è costituito da reti nervose, che possono formare degli anelli al margine esterno della subombrella, vicino al muscolo radiale. Inoltre associati ai ropali troviamo dei gangli che integrano le informazioni provenienti da essi (Ruppert *et al.*, 2004).

Questa medusa ha tre importanti peculiarità: la diffusione delle nematocisti, la bioluminescenza, l'assenza dello stadio polipoide (chiamato scifostoma).

Le nematocisti, strutture altamente urticanti, sono tipiche degli Cnidari, e in questa specie ricoprono oltre ai tentacoli marginali ed alle braccia orali anche tutta la superficie dell'ombrella, cosa che solitamente non presentano le altre meduse. A contatto con l'uomo, *P. noctiluca* può causare a quest'ultimo sintomi locali quali bruciore, dolore, eritema, edema, ecc. inoltre può lasciare nella pelle i suoi pigmenti (iperpigmentazione) e cicatrici (Mariottini *et al.*, 2008).

La seconda caratteristica, unica di questa particolare medusa, è l'emissione di una luce verdastra sottoforma di flash, ben visibili con l'oscurità, se stimolata meccanicamente attraverso l'urto delle onde o il contatto con corpi estranei. Proprio da questa deriva il nominativo di "*noctiluca*".

Le scifomeduse hanno generalmente ciclo vitale complesso, caratterizzato dall'alternarsi di uno stadio medusoide, pelagico, e di uno stadio polipoide adeso ad un substrato. In *P. noctiluca* quest'ultimo viene a mancare: ha infatti sviluppo diretto, è gonocorica e ha riproduzione sessuata. Ogni organismo porta quattro gonadi, derivate da proliferazioni endodermiche, che producono gameti (maschili o femminili) rilasciati poi nella colonna d'acqua. Nel giro di 48 h a 19°C lo zigote iniziale attraversa segmentazione, gastrulazione e passa al primo stadio larvale, detto planula, larva planctonica caratterizzata da forma ovale, cavità gastrovascolare conica, bocca costituita da un semplice poro e dotata di movimento ciliare.

I successivi stadi larvali (nove in tutto) consistono in modificazioni morfologiche e sviluppo delle diverse componenti corporee: si ha il passaggio graduale dalla forma ovale ad una forma ad ombrella, correlata alla modificazione della cavità gastrovascolare, e il progressivo sviluppo dei tentacoli marginali (prima 2-4 e poi 8); in un secondo momento compaiono i canali dei ropali ed il manubrio cruciforme. Infine si sviluppano i muscoli radiali e coronale con in conseguente passaggio dal movimento ciliare al nuoto muscolare; per ultimi appaiono i ropali, l'ombrella assume una forma depressa e si passa all'ultimo stadio di sviluppo: l'individuo viene ora chiamato efira (fig. 2) (Rottini Sandrini e Avian, 1983).

Questo stadio è oggetto di un'elevata predazione da parte di piccoli crostacei pelagici come Cladoceri e Copepodi, perciò cerca rifugio nelle aggregazioni di individui adulti, i quali si nutrono proprio di questi artropodi (Malej, 1989).

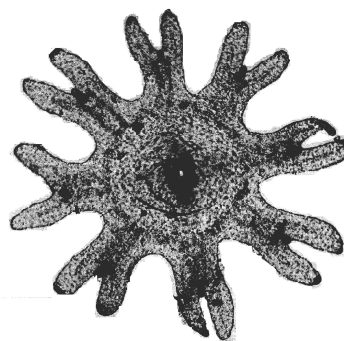


Figura 2. Efira. Da Rottini Sandrini e Avian, 1983

2. Morfologia e distribuzione spaziale degli sciamei

Le aggregazioni degli adulti sono solo temporanee, possono assumere svariate forme ed essere causati sia da fattori abiotici, come vento e correnti, sia dallo stesso nuoto delle meduse. In Mediterraneo si trovano principalmente sopra i 20-30 m di profondità, anche se possono raggiungere un massimo di -1400 m. Queste aggregazioni, dette anche sciamei, si ritrovano soprattutto vicino alla costa, in acque poco profonde, dove possono raggiungere 600 individui per metro cubo.

Possiamo trovare: semplici coppie di individui, molto frequenti e probabilmente formate a scopo riproduttivo; aggregazioni in prossimità del fondale, causate da correnti di deflusso legate al ritiro della marea o dal tentativo di evitare lo stesso fondale mentre vengono trascinate verso riva; sciame superficiali, quando si trovano molto vicine alla costa, sempre per evitare il fondo (anche se cercano di non formarli dato che il moto ondoso può danneggiarle); aggregazioni a media profondità, molto rare.

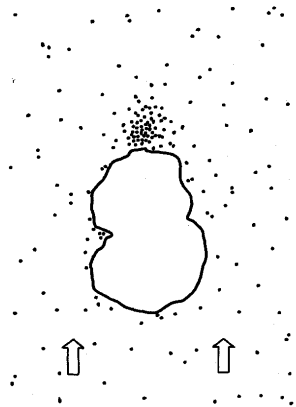


Figura 3. Interazione di una corrente con un'isola, con accumulo di *Pelagia noctiluca* sul lato protetto. Da Zavodnik, 1987.

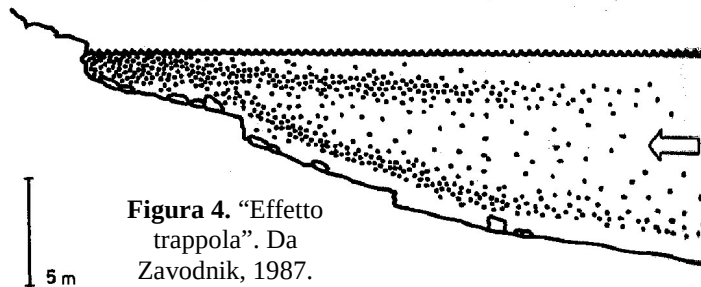


Figura 4. "Effetto trappola". Da Zavodnik, 1987.

Gli sciame possono essere modificati e trasportati da diversi fattori ambientali: il vento ad esempio li può formare e spingere vicino alle coste, in base alla sua forza ed alla sua durata, ma li può influenzare solo per i primi metri nella colonna d'acqua; le correnti invece influiscono maggiormente perché possono arrivare molto più in profondità ed includono anche le diverse correnti di marea. Queste aggregazioni sono

influenzate anche dall'interazione delle correnti con isole (fig. 3), scogliere od altro, che con la formazione di vortici possono far accumulare gli individui lungo un lato, e dall'"effetto trappola" (fig. 4) creato tra basse profondità e superficie del mare, che costringono le meduse ad ammassarsi negli strati più superficiali per evitare di essere danneggiate dal fondale.

In qualsiasi caso la formazione di sciame a densità elevata spesso non porta nessun beneficio ai singoli individui, perché entrando in contatto tra loro non possono evitare di provocarsi lesioni corporee.

L'aggregazione di individui può assumere un significato adattativo: dato che i loro gameti vengono rilasciati nella colonna d'acqua, per facilitare il loro incontro e la formazione di nuove larve è facilmente desumibile che è più vantaggioso formare gruppi numerosi. Per quanto riguarda l'alimentazione invece, vi sono aspetti sia negativi che positivi: è più facile soddisfare le proprie esigenze alimentari per un individuo solitario che per un intero gruppo di meduse, che esaurisce presto le risorse; è anche vero però che per quest'ultimo c'è la possibilità di dedicare più tempo all'alimentazione, oltre a diminuire il rischio di predazione (Zavodnik, 1987).

3. Alimentazione e predazione

P. noctiluca oltre che di Copepodi e Cladoceri, si nutre di Sifonofori, Appendicularie, Idromeduse, uova e larve di pesci (meso – e macrozooplankton). Presenta quindi un'alimentazione non selettiva, e ciò le permette una certa indipendenza dalle fluttuazioni stagionali delle comunità planctoniche. Viene considerata un predatore apicale opportunista; ciò implica che non va a caccia

delle sue prede, ma che si lascia condurre dalle correnti o nuota attivamente fino a quando non entra in contatto con esse. Inoltre, soprattutto se presente in densi sciame, può influenzare notevolmente la catena trofica pelagica (Axiak e Civili, 1991; Malej, 1989).

Indipendentemente che si trovino singolarmente o in aggregazione, il meccanismo di alimentazione è uguale per tutte, e le azioni indispensabili per catturare il cibo e portarlo alla bocca sono attivate inizialmente da uno stimolo chimico. Quando un tentacolo entra in contatto con la preda, quest'ultima viene subito paralizzata e catturata con una scarica di nematocisti, dopodiché avviene una selezione della stessa. Se si tratta di una preda ambita il tentacolo si contrae fino alla sua minima lunghezza, e si piega verso l'interno della subombrella. Il braccio orale più vicino al tentacolo contratto si curva verso l'esterno e pone il suo strato endodermico in contatto con la preda. A questo punto il tentacolo marginale si rilassa e rilascia il cibo, mentre il braccio orale con una serie di contrazioni e secrezione di film mucosi porta la preda all'interno della bocca, attraverso la quale finirà poi nella cavità gastrovascolare dove verrà digerita (fig. 5).

In laboratorio si è potuto osservare anche un altro tipo di alimentazione: in un acquario, se veniva posto del cibo secco sulla superficie dell'acqua, la medusa presente si avvicinava con diverse pulsazioni dell'ombrella e le braccia orali si portavano verso la superficie, assumendo una forma a foglia, mentre i tentacoli marginali rimanevano rilassati (fig. 6 A). Le braccia orali poste in tal modo mettevano in contatto il loro strato endodermico con le particelle di cibo, facendo sì che venissero trasportate alla bocca attraverso i film mucosi secreti (fig. 6 B). Se venivano provocate delle onde in superficie, la medusa poteva ancorarsi alla parete della vasca per rimanere in quella posizione attraverso una delle braccia orali.

In ambiente naturale questo tipo di alimentazione è raramente osservabile, potrebbe tuttavia avvenire in zone ricche di alghe, alle quali le meduse potrebbero ancorarsi in caso di forti correnti, oppure nel momento in cui si trovassero in ambienti a bassa profondità durante la stagione fredda. In questo modo le meduse potrebbero ancorarsi al fondale per evitare di risalire in superficie dove le temperature sarebbero troppo basse per la loro sopravvivenza (fig. 6 C). In entrambi i casi comunque durante l'alimentazione la motilità viene ridotta al massimo o è addirittura assente (Rottini Sandrini e Avian, 1989).

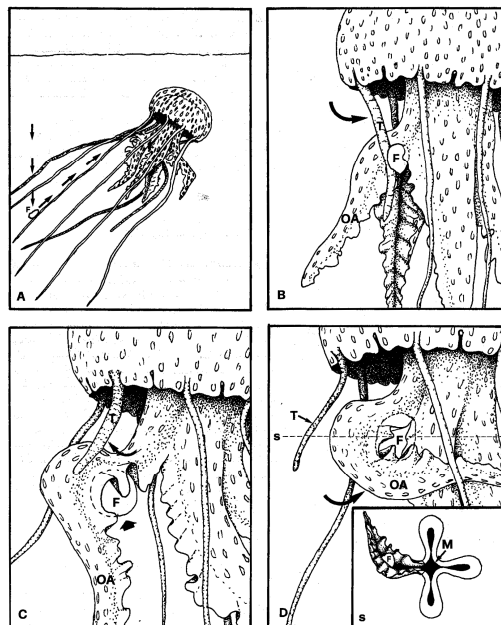


Figura 5. Meccanismo di alimentazione tipico di *Pelagia noctiluca*. Da Rottini Sandrini e Avian, 1989.

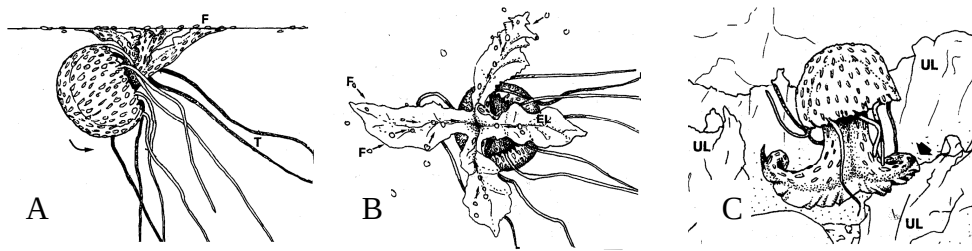


Figura 6. A e B: Meccanismo di alimentazione su cibo secco in acquario. C: Ancoraggio di *Pelagia noctiluca* ad un substrato, come *Ulva lactuca*. Da Rottini Sandrini e Avian., 1989.

4. Distribuzione geografica e fluttuazioni delle popolazioni

P. noctiluca è una medusa con una distribuzione generalmente cosmopolita, presente soprattutto in acque aperte, calde e temperate, apparentemente endemica del Mediterraneo. La si può trovare anche nel Mar Rosso e nell'Oceano Atlantico, dove è frequente lungo la costa Francese in estate. A causa del movimento delle masse d'acqua ha in realtà una distribuzione molto più ampia e spesso la si trova vicino alla costa, trasportata dalle correnti. E' stata trovata infatti in acque molto più fredde, come nel Mare del Nord ed attorno alle coste Inglesi ed Irlandesi. Questi organismi sono anche diffusi lungo la costa californiana nell'Oceano Pacifico e in Messico.

Nel Mar Mediterraneo, *P. noctiluca* è stata molto studiata lungo le coste Egiziane e Greche, dove si è notata la presenza anche di meduse appartenenti a specie provenienti dal Mar Rosso, attraverso migrazione lessepsiana (Mariottini *et al.*, 2008). Lungo la costa mediterranea della Francia *P. noctiluca* si presenta ciclicamente sotto forma di popolazioni molto dense, come verrà descritto successivamente.

Di questa popolazione sono conosciute le regolari fluttuazioni. Generalmente si alternano periodi di assenza o rarità di questa specie a periodi di elevata abbondanza. La loro ricorrenza è molto diversa a seconda delle aree del Mediterraneo: si è visto che nel bacino Centrale e Occidentale, particolarmente nel Mar Ligure, i bloom di *P. noctiluca*, comunque meno intensi rispetto a quelli dell'Adriatico, presentano una ciclicità di circa 12 anni a partire dal 1785. Sono stati correlati a fattori climatici (come scarse precipitazioni, alte temperature ed alte pressioni atmosferiche tra Maggio ed Agosto), che influenzavano positivamente il periodo riproduttivo. Gli anni senza bloom invece erano caratterizzati da un alto numero di altre specie di meduse, Sifonofori e Ctenofori (non in aggregazioni), soprattutto a Sud della Francia (Mills, 2001).

I periodi di bloom nel Mediterraneo possono essere suddivisi in una fase iniziale, che avviene solitamente in momenti diversi nelle varie aree del bacino, un picco, all'incirca contemporaneo, ed una fase di declino. La fase iniziale dei recenti bloom sembra presentare un certo ordine cronologico: prima è stata osservata in Adriatico, probabilmente dovuta al trasporto di individui dal Mar Ionio, poi nel Mediterraneo Centrale e lungo le coste Greche, infine nel Mar Ligure. Questi dati

hanno suggerito un'ipotesi: sembra che siano presenti uno o più "centri primari" di diffusione di queste meduse nel Mar Ionio o nelle vicinanze, dove i bloom possono essere avviati da fattori climatici locali. Un'altra ipotesi indica la presenza permanente di grandi popolazioni di *P. noctiluca* in questi centri, e che anomalie nella circolazione generale possono trasportare queste aggregazioni in altre regioni del Mediterraneo. Ad esempio, la Levantine Intermediate Water (LIW) gioca un ruolo dominante nella distribuzione di questi organismi, specialmente in Adriatico, come vedremo più avanti.

Sommando le diverse teorie, si può ipotizzare che la frequenza dei bloom in una particolare area quindi sia dovuta alla probabilità che l'avvio di aggregazioni in "centri primari" coincida con la presenza di una circolazione anomala favorevole al trasporto degli individui in quest'area. Potrebbe anche essere che in vari "centri primari" distribuiti nelle zone centrali del Mediterraneo *P. noctiluca* sia una specie di acque profonde, dato che in queste aree mancano valutazioni dello zooplankton su lunghi periodi (Axiak e Civili, 1991).

Nel Mar Adriatico, sebbene sporadicamente già segnalata soprattutto nel bacino meridionale, da circa metà degli anni '70 ha iniziato a trovarsi in densi aggregati anche nel bacino centrale e settentrionale, dove si pensava non potesse sopravvivere, soprattutto a causa delle basse temperature invernali e salinità non adeguate (Malej e Malej, 2004).

5. Cause ed effetti dei bloom nel Nord Adriatico

In Adriatico i bloom sono stati molto meno frequenti rispetto al resto del Mediterraneo: sono stati registrati tra 1907-1914 e successivamente solo tra 1976-1985. Dalle date si può osservare che in questo sub-bacino il periodo dei bloom ha una durata all'incirca di nove anni, mentre nel Mar Ligure si assiste a periodi più brevi, dai due ai sei anni (Axiak e Civili, 1991).

Dall'autunno del 1976 alla primavera del 1985 le popolazioni di *P. noctiluca* riuscirono ad innescare grandi bloom nel bacino settentrionale dell'Adriatico, preceduti da un aumento delle popolazioni dei bacini centrale e meridionale. Il primo avvistamento dei suoi densi aggregati fu fatto da pescatori, che si trovavano le reti intasate da queste meduse. *P. noctiluca* divenne comunemente diffusa nel Nord Adriatico nei primi anni '80 e raggiunse la sua massima abbondanza tra il 1983 ed il 1986. In questi anni, i bloom più intensi si osservavano tra estate ed autunno, con densità che arrivavano al largo a più di 20 individui per metro cubo, mentre sottocosta raggiungevano i 150-600 individui per metro cubo. A partire dall'estate del 1986 le popolazioni di *P. noctiluca* collassarono rapidamente senza nessun chiaro motivo, arrivando all'inverno del 1987 con nessun avvistamento di aggregati (Malej e Malej, 2004).

Negli anni in cui avvennero questi grandi bloom si è potuto osservare che *P. noctiluca* nell'Adriatico settentrionale presentava un certo ciclo: si riproduceva soprattutto alla fine dell'estate e durante l'autunno, raggiungeva la maturità sessuale in circa cinque mesi, e la durata media della vita era stimata attorno ai nove mesi e le gonadi si presentavano mature in individui di 3-6 cm di diametro dell'ombrello. Nel resto dell'Adriatico invece era stato notato che le popolazioni erano caratterizzate da un ciclo annuale, quindi gli individui si riproducevano tutto l'anno con picchi in inverno, raggiungevano la maturità sessuale in sette mesi e le gonadi si presentavano mature a taglie maggiori. Si pensa che questa differenza

possa essere dovuta a due fattori diversi: la taglia a cui veniva raggiunta la maturità sessuale era minore perché nel bacino settentrionale dell'Adriatico le meduse erano sottoposte a stress, oppure come strategia che favoriva la sopravvivenza nel nuovo ambiente (Malej e Malej, 2004). Normalmente è stata osservata una variazione stagionale della mortalità, con picchi nelle stagioni più fredde. Un individuo non si muove più attivamente sotto gli 11°C, mentre sotto i 6°C non si hanno più nemmeno le contrazioni dell'ombrello (Malej e Malej, 2004).

Questi estesi bloom creano molti problemi all'uomo. In Adriatico influenzarono pesantemente il turismo, a causa delle dermatiti e delle lesioni provocate dal contatto con i bagnanti. Tra il 1978 ed il 1983, solo nella zona di Trieste furono segnalate 127 persone entrate in contatto con *P. noctiluca* e che hanno subito danno non solo epidermico (Mariottini *et al.*, 2008). Sicuramente hanno anche influito negativamente sulle attività di pesca: intasando le reti, hanno ridotto l'efficienza di cattura ed il valore commerciale dei pesci che sono giunti a contatto con esse (Axiak e Civili, 1991).

Tra i possibili effetti delle estese aggregazioni di *P. noctiluca* c'è anche la possibilità di aver causato cambiamenti nella composizione in specie delle comunità locali, ed aver sopraffatto i competitori naturali per il cibo. Il loro impatto predatorio infatti, quando raggruppate in sciame, non controllate né dai loro predatori né dai loro competitori, è stato molto elevato ed ha influito pesantemente sulle relazioni trofiche e sull'ecosistema epipelagico (Axiak e Civili, 1991). Tra le possibili conseguenze, potrebbero aver ridotto specialmente l'abbondanza del mesozooplankton, del quale si nutrono, ed indotto cambiamenti nel tasso di rigenerazione dei nutrienti, dato che durante i bloom la decomposizione batterica diventa più intensa. In questo campo infatti sono state condotte analisi chimiche su individui di *P. noctiluca* per valutare la quantità di carbonio ed azoto disponibile per i microrganismi (Mariottini *et al.*, 2008).

Come già detto, esse si alimentano specialmente su due principali tipi di prede: crostacei erbivori, come i Copepodi, ed altri animali gelatinosi, come le Idromeduse. Attraverso la predazione su altre meduse, formano una sorta di rete trofica indipendente chiamata "jelly web", che riflette l'alta complessità e la struttura dinamica delle reti trofiche degli ambienti marini (Mills, 2001; Robison, 2004). Si suppone che, in presenza dei bloom di meduse e di sovrasfruttamento delle risorse ittiche, l'energia che precedentemente veniva convertita in biomassa di Vertebrati, soprattutto pesci, potrebbe slittare verso la produzione di biomassa di organismi gelatinosi, come ad esempio Cnidari pelagici (Mills, 2001). Questo fenomeno è stato osservato in vari bacini oceanici, come ad esempio nel Mare del Nord; si è potuto notare inoltre come gli organismi gelatinosi siano raramente le prede preferite da altri animali. Le meduse vengono quindi considerate i punti terminali delle reti trofiche, e negli ecosistemi sovrasfruttati esse assumono spesso il ruolo di predatore apicale prevalente (Attrill *et al.*, 2007).

Gli aumenti locali nell'abbondanza di meduse sembrano essere generalmente di due tipi: specie che sono sempre state presenti e improvvisamente subiscono un pesante aumento, senza chiari motivi; introduzione di specie alloctone in un ecosistema che portano ad una crescita incontrollata della popolazione. Nel caso del Mar Adriatico, i bloom sembrano essere del primo tipo, dato che *P. noctiluca* viene considerata endemica del Mediterraneo (Mills, 2001).

I fattori che potrebbero aver influito sull'estesa diffusione di *P. noctiluca* nel Nord Adriatico ed aver dato avvio all'innescarsi di consistenti bloom possono essere riassunti in tre tipologie principali:

a. cambiamenti climatici. Vi sono diverse ipotesi. Una di queste sostiene che gli effetti che hanno partecipato all'insorgenza dei bloom siano stati l'aumento medio delle temperature durante l'autunno e l'inverno e la formazione durante l'estate di un'acqua meno calda e più salata. Ciò sta ad indicare che probabilmente si è verificata una forte ingressione della Eastern – South Adriatic Current (E – SAd), una corrente che origina dall'entrata della LIW nell'Adriatico Meridionale e che ha trasportato più a Nord le meduse, modificando inoltre la temperatura e la salinità della colonna d'acqua. Probabilmente questi fattori sono andati anche a ridurre il tasso di mortalità della popolazione di *P. noctiluca* (Malej e Malej, 2004).

Una seconda ipotesi sostiene che aggregazioni di meduse vengono trasportate in Adriatico solo durante le stagioni fredde, a causa delle correnti entranti dal Mar Ionio; solo nel caso in cui vi siano grossi sciame che attraversano lo Stretto di Otranto, si possono sviluppare successivamente intensi bloom nel Nord Adriatico (Benovic, 1991).

Un'ulteriore supposizione propone che il trasporto di *P. noctiluca* in aree costiere con caratteristiche ambientali non ottimali può aver costituito un motivo di stress, al quale gli individui possono aver risposto con un aumento dello sforzo riproduttivo e dell'investimento nella crescita. Si tratterebbe quindi di un effetto di ormesi che potrebbe aver scatenato i bloom, agendo sugli adulti. Se l'ipotesi ormetica è corretta, gli stressori scatenanti i bloom sarebbero naturali (Axiak e Civili, 1991).

b. effetti dell'attività antropica. L'uomo attraverso varie attività ha modificato l'ambiente Nord-Adriatico in diversi modi: oltre allo sbarramento di grandi fiumi, che potrebbe aver contribuito ad aumentare la salinità del sub-bacino, ha diminuito drasticamente le popolazioni dei predatori e competitori di meduse tramite l'overfishing (Malej e Malej, 2004). Questo si è tradotto anche in un aumento della risorsa alimentare per le meduse, che competono spesso con i pesci per il cibo.

Per spiegare la proliferazione di *P. noctiluca* è stata chiamata in causa anche l'eutrofizzazione dei fiumi, principalmente del Po, che ha raggiunto il picco massimo nei primi anni '80. Successivamente, grazie all'intervento del Governo Italiano che ha varato una serie di leggi per regolamentare la qualità delle acque di scarico in fiumi e mari, la concentrazione di nutrienti e soprattutto di ortofosfati è diminuita (Malej e Malej, 2004). C'è da sottolineare però che l'eutrofizzazione sembra essere intervenuta anche nella diminuzione delle popolazioni di Idromeduse. Quest'ultime presentano un ciclo vitale caratterizzato anche da uno stadio polipoide adeso ad un substrato, il quale ha risentito molto della diminuzione crescente dell'ossigeno nelle acque vicino al fondale, a partire dagli anni '60. Questo fenomeno ha causato spesso la morte degli stadi polipoidi ed una conseguente diminuzione nell'abbondanza e nella ricchezza delle Idromeduse, ma non ha influenzato negativamente gli organismi pelagici oloplanctonici, che possono spostarsi liberamente nella colonna d'acqua e non sono vincolati al fondale in nessuno stadio del loro ciclo vitale (Mills, 1991).

Inoltre, la frequenza dei bloom di meduse è stata correlata con la riduzione del pH negli oceani. Un abbassamento del pH dell'acqua influisce negativamente sugli

organismi con strutture calcificate (ad esempio alghe, coralli, molluschi, fino ad arrivare ai Vertebrati con un vero e proprio scheletro), favorendo in tal modo le specie che non le presentano, come gli Cnidari. Da dati scientifici è stato visto che il valore annuale medio del pH si è abbassato di 0.2 unità negli ultimi cinquant'anni, ed è stato previsto che nel prossimo secolo si abbasserà di altre 0.3 unità a causa dell'aumento di CO₂ nell'atmosfera. A lungo termine quindi, con questa previsione, i bloom di meduse potrebbero aumentare notevolmente a causa di questa progressiva acidificazione degli oceani (Attrill *et al.*, 2007).

c. fattori fisiologici interni. Nelle cause scatenanti i bloom, potrebbe rientrare anche la presenza di un orologio biologico interno: se una specie è meglio "sintonizzata" all'inizio del suo bloom con i cambiamenti stagionali, può anticipare le fluttuazioni ambientali e sfruttare meglio le condizioni favorevoli, aumentando il suo successo riproduttivo ed il reclutamento delle larve. Il bloom che seguirà potrà durare fino a quando i meccanismi di feedback negativo non porteranno alla sua scomparsa (Axiak e Civili, 1991).

Nonostante i grossi bloom nel Nord Adriatico, a partire dal 1985 la popolazione di *P. noctiluca* subì un grave collasso e non si osservarono più i loro grandi sciami, se non pochi individui sparsi. Ulteriori segnalazioni di forti aggregati locali sono state riportate comunque dalla stampa, ma senza descrizione scientifica, nel 1992, 2003 e 2005. Una spiegazione univoca a questa sua grande e celere diffusione a partire dal 1976 nell'Adriatico settentrionale, conclusasi con un altrettanto rapido collasso, non è ancora stata trovata.

La morte nelle meduse può essere generalmente dovuta al completamento del normale ciclo vitale (che si pensa influenzi la galleggiabilità), a carenze trofiche oppure a forti abbassamenti termici (Malej, 1989). Nessuna di queste cause però poteva singolarmente provocare un collasso simile a quello osservato, se non in associazione con una concausa, come una malattia, che a quella elevata densità di organismi si sarebbe diffusa rapidamente (Malej e Malej, 2004).

Attualmente si sta cercando di monitorare la presenza e la diffusione di diverse meduse in Mediterraneo attraverso una campagna lanciata dal CIESM (Commissione Internazionale per l'Esplorazione Scientifica del mar Mediterraneo), intitolata CIESM JellyWatch Program, partita durante l'estate del 2008. Questa campagna si basa sul coinvolgimento di persone come pescatori, turisti, ecc., che vengono stimolate a scattare foto in caso di avvistamenti di meduse ed a spedirle via mail agli scienziati, con una serie di informazioni come: la specie supposta, la distanza dalla costa, il numero di individui e la forma degli aggregati. È stato prodotto anche un poster tradotto in varie lingue con le immagini dettagliate degli organismi da monitorare (fig. 7). Le osservazioni al

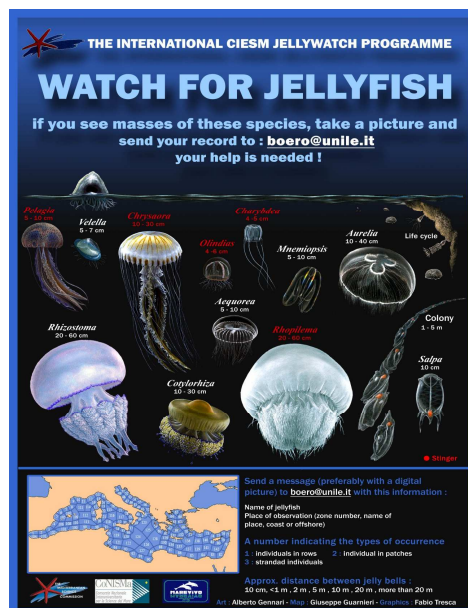


Figura 7. Poster CIESM JellyWatch Program. Da www.ciesm.org.

largo, invece, vengono effettuate a bordo di navi d'occasione, come traghetti e barche della guardia costiera, lungo rotte predefinite nel Mediterraneo, che attraversano i diversi sub-bacini. Una volta analizzati e validati, i dati verranno messi in un database creato appositamente, chiamato CIESM Metabase.

In base a quanto descritto precedentemente diventa evidente l'importanza di incrementare gli studi sulla biologia ed ecologia delle meduse e dello zooplancton gelatinoso sia in Mediterraneo che nel resto degli oceani, per poter comprendere meglio le cause e le effettive conseguenze dei loro bloom.

6. Letteratura citata e siti consultati

Attrill M. J., Wright J., Edwards M., 2007. Climate-related increases in jellyfish frequency suggest a more gelatinous future for the North Sea. *Limnol. Oceanogr.* 52(1): 480–485.

Axiak V. e Civili F. S., 1991. Jellyfish blooms in the Mediterranean: causes, mechanisms, impact on man and the environment. A programme review. In: “UNEP: Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II Workshop on Jellyfish in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991”: 1–10.

Benovic A., 1991. The aspects of Jellyfish distribution in the Adriatic Sea. A programme review. In: “UNEP: Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II Workshop on Jellyfish in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991”: 41–49.

Malej A., 1989. Behaviour and trophic ecology of the jellyfish *Pelagia noctiluca* (Forsskål, 1775). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 126: 259–270.

Malej A. e Malej A. jr, 2004 Invasion of the Jellyfish *Pelagia noctiluca* in the Northern Adriatic: a non-success story. In: “Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas” H. Dumont *et al.* (eds): 273–285.

Mariottini G. L., Giacco E. e Pane L., 2008. The Mauve Stinger *Pelagia noctiluca* (Forsskål, 1775). Distribution, Ecology, Toxicity and Epidemiology of Stings. A Review. *Mar. Drugs* 6: 496–513.

Mills C. E., 2001. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions?. *Hydrobiologia* 451: 55–68.

Robison B. H., 2004. Deep pelagic biology. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 300: 253–272.

Rottini Sandrini L. e Avian M., 1983. Biological cycle of *Pelagia noctiluca*: morphological aspects of the development from planula to ephyra. *Mar. Biol.* 74: 169–174.

Rottini Sandrini L. e Avian M., 1989. Feeding mechanism of *Pelagia noctiluca* (Scyphozoa: Semaestomeae); laboratory and open sea observations. *Mar. Biol.* 102: 49–55.

Ruppert E. E., Fox R. S., Barnes R. D., 2004. Zoologia degli invertebrati. Ed. Piccin, 196 pp.

Zavodnik D., 1987. Spatial aggregations of the swarming jellyfish *Pelagia noctiluca* (Scyphozoa). *Mar. Biol.* 94: 265–269.

www.ciesm.org

www.mbl.edu