

## Rapporto tecnico sulla valutazione della biomassa ittioplanctonica mediante l'utilizzo del Multi Plankton Sampler (MPS).

---

### IAMC - CNR - UOS di Capo Granitola



## Rapporto tecnico sulla valutazione della biomassa ittioplanctonica mediante l'utilizzo del Multi Plankton Sampler (MPS).

Armeri G. M., Cuttitta A., Bennici C. D., Biondo G., Torri M., Quinci E. M., Patti C., Patti B., De Luca B., Di Maria A., Falco F., Maneiro I., Masullo T., Musco T., Mazzola S.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IAMC-CNR), UOS di Capo Granitola, via del Mare 3 - 91021 Torretta Granitola (Campobello di Mazara, TP), Italia

## Sommario

<b>Introduzione</b> .....	<b>3</b>
<b>Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet</b> .....	<b>5</b>
Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet - Funzionamento .....	9
<b>Importanza del plancton negli ecosistemi acquatici</b> .....	<b>10</b>
<b>Materiali e Metodi</b> .....	<b>13</b>
Campionamento.....	13
Campionamento del mesozooplancton.....	13
Campionamento ittioplanctonico con il Multi Plankton Sampler (MPS).....	14
<b>Bibliografia</b> .....	<b>23</b>

## Introduzione

---

Il piano di campionamento della campagna oceanografica BANSIC'14, condotta a bordo della N/O "URANIA" dal 22 Luglio al 9 Agosto 2014, lungo transetti sotto costa e a largo delle coste meridionali della Sicilia, ha avuto l'obiettivo generale dello studio delle relazioni tra le strutture oceanografiche a mesoscala (vortici verticali ed orizzontali, upwelling, etc.) e le strutture spaziali dei fenomeni biologici relativi ai primi anelli della catena trofica (zooplancton, distribuzione e abbondanza di larve di piccoli pelagici e grandi pelagici) (vedi Rapporto finale BANSIC 2014) per la stima dell'abbondanza dello stock riproduttore. E' una campagna di ricerca nell'ambito del WP3 del progetto SSD-Pesca, finanziato dal MIUR su fondi MISE, a supporto della pesca italiana nelle Regioni Obiettivo 1 e del progetto RITMARE (SP2\_WP4\_AZ2\_UO04). Il campionamento ittioplanctonico è inserito anche nel piano di lavoro del progetto regionale MIPAF-FAO "MedSudMed" ("Assessment and Monitoring of the Fishery Resources and the Ecosystems in the Straits of Sicily").

Il campionamento dell'ittioplancton, durante questa campagna, oltre ai metodi tradizionali quali le reti di tipo Bongo, ha visto l'utilizzo del Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet.

I campionatori ittioplanctonici hanno lo scopo di prelevare porzioni di mesozooplancton da un massimo di 100 m fino alla superficie, in quanto le uova di pesci pelagici possiedono una galleggiabilità tale che nonostante le turbolenze superficiali dell'acqua, un campionamento entro i primi metri restituisce un dato affidabile della distribuzione anche se alcune uova possono trovarsi a maggiore profondità (Ahlstrom, 1959).

Il campionatore MPS consente, a differenza di altri strumenti, di prelevare la frazione di zooplancton d'interesse con diverse modalità di campionamento: orizzontale, verticale e obliquo e, allo stesso tempo, permette di campionare a differenti quote di profondità.

Le informazioni così ottenute sono state utilizzate per valutare la variazione della biomassa ittioplanctonica, l'abbondanza e la composizione delle specie lungo gli strati della colonna d'acqua anche in relazione alle componenti oceanografiche.

Grazie all'utilizzo di questo strumento è possibile validare e verificare alcune informazioni e acquisirne delle nuove sull'ecologia delle specie larvali e sul mesozooplancton, sul modo in cui queste si distribuiscono lungo la colonna d'acqua e sulle interazioni intra ed interspecifiche legate anche a fattori oceanografici. Ciò consente di ottenere maggiori informazioni e contribuire al miglioramento della comprensione della biologia

e dell'ecologia delle specie rinvenute e, nel contempo, approfondire e migliorare le conoscenze sugli stadi di sviluppo di uova di specie ittiche che allo stadio embrionale sono ancora poco conosciuti.

## Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet

---

Il Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet, modello Mini della Hydro-Bios Kiel (Fig. 1), è uno strumento che durante la campagna Bansic 2014 è stato utilizzato per indagare sulla distribuzione verticale degli organismi target, ed è in grado di campionare la frazione zooplanctonica d'interesse in modo orizzontale, verticale ed obliquo (Fig. 2). Uno dei punti di forza dell'MPS è che consente di collezionare campioni a diverse profondità lungo la colonna d'acqua: ciò permette di valutare la biomassa ittioplanctonica di uova e larve nei diversi strati della colonna.

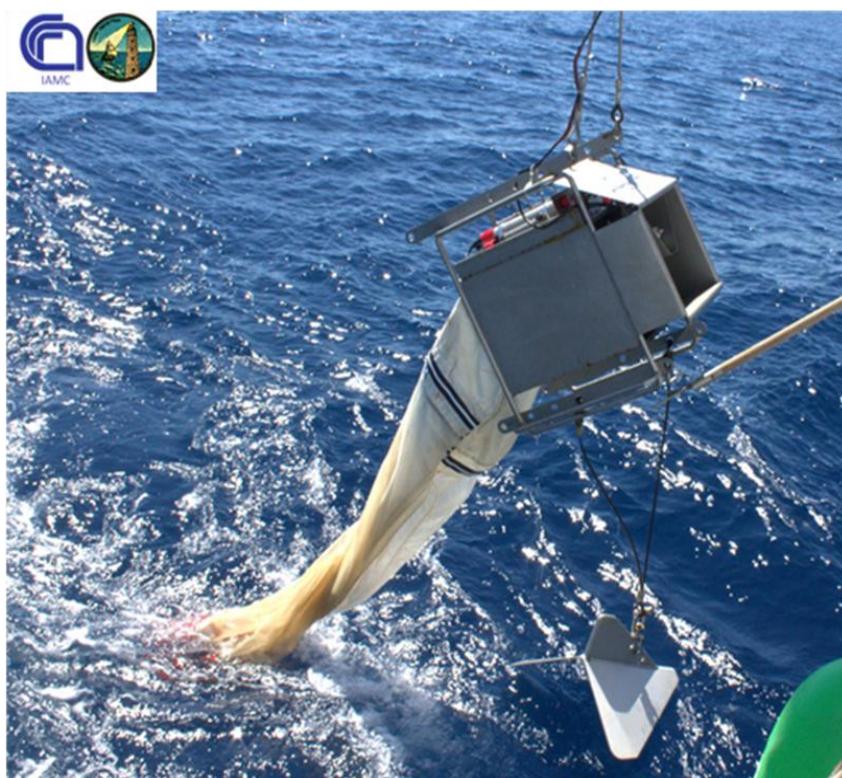


Figura 1: Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet, modello Mini della Hydro-Bios Kiel.

L'MPS è stato realizzato per prelevare diversi campioni a differenti profondità in successione, preselezionate, attraverso un meccanismo di apertura e chiusura di reti separate.

Nel 1970 il modello originale proposto da Bé nel 1962 che prevedeva un numero di reti compreso tra 2 e 3 e un'apertura della bocca non rigida, è stato modificato, raggiungendo un numero di reti che va da 5 a 9 a seconda del modello e un'apertura della bocca rigida e, nel 1990 il comando acustico che permetteva l'apertura e la chiusura delle diverse reti è stato sostituito da un micro computer - un'unità controllata collegata da un cavo conduttore ad una unità elettronica subacquea (Underwater Electronics Unit) (Wiebe et al., 2001).

Il sistema è stato alimentato elettricamente tramite filo conduttore e controllato dalla superficie.

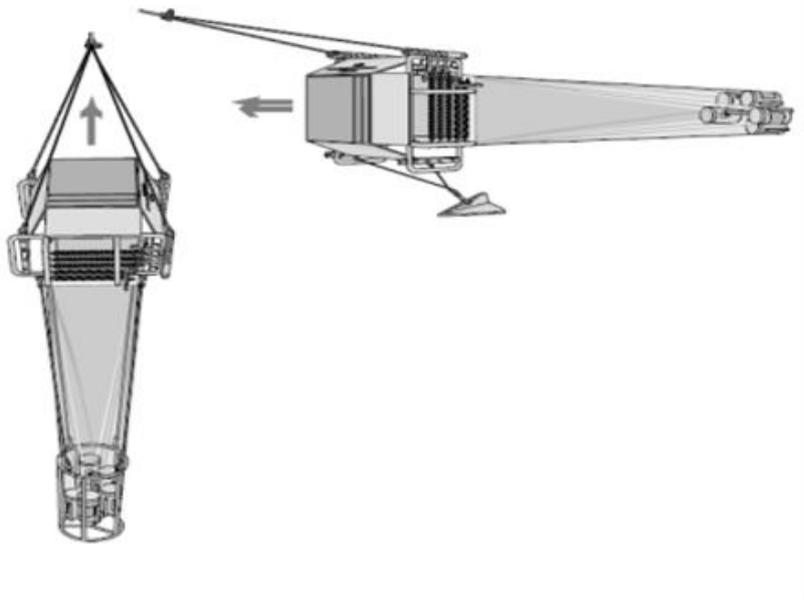


Figura 2: Modalità di utilizzo del Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet - Hydro-Bios Kiel

Il Multi Plankton Sampler è costituito da una unità di comando della piattaforma, la Deck Command Unit, e da un'unità subacquea, la Underwater Unit; le due unità sono collegate elettricamente mediante un cavo di connessione (Fig. 3 A e B).



Figura 3A: Deck Command Unit.

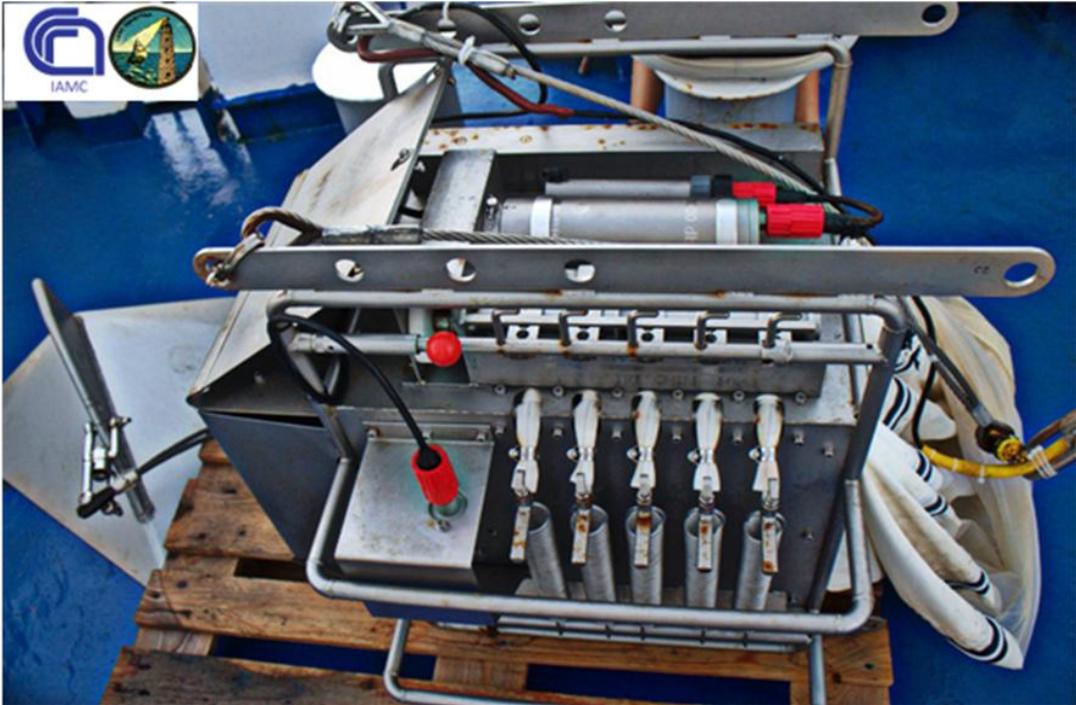


Figura 3B: Underwater Unit.

La Deck Command Unit è l'unità dalla quale si avviano, si controllano e si monitorano le operazioni in remoto delle cale.

La Underwater Unit è un campionatore elettromeccanico costituito da un'armatura in acciaio inossidabile di dimensioni che variano a seconda del modello: quello in possesso dell'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR-UOS di Capo Granitola) è di 65 cm x 80 cm x 90 cm. Ha parti in poliammide, tra cui 5 retini di 160 cm ciascuno, con un'apertura di ogni bocca di 35,5 cm x 35,5 cm (0,125 m<sup>2</sup>) e di maglia di 200 µ, uniti alla struttura mediante chiusure lampo (Fig. 4 A). Ciascuna rete presenta al termine un collettore per la raccolta del campione con un diametro di 11 cm costituito in parte da pvc ed in parte da una rete con maglia di dimensioni, a seconda delle finalità del campionamento, uguali o inferiori alle dimensioni della maglia delle reti principali (Fig. 4 B). Le reti vengono aperte o chiuse attraverso un dispositivo a leve attivato dalla Motor Unit.



Figura 4: A - Multi Plankton Sampler - particolare chiusura lampo e grandezza maglia; B - Collettori.

L'MPS può essere utilizzata per effettuare campionamenti in orizzontale, verticale ed obliquo; nel caso di utilizzo in orizzontale o obliquo deve essere inserito il depressore del peso di 22 Kg, nel caso del modello in nostro possesso, che ha la funzione principale di aiutare lo strumento a raggiungere la profondità desiderata e, nel contempo, stabilizzare la struttura durante il campionamento alle diverse quote.

Il Multi Plankton Sampler (MPS) possiede un sensore di pressione integrato che consente di supervisionare in maniera continua la profondità effettiva di funzionamento dello strumento, il cui valore viene indicato sul display dell'unità di comando.

La Underwater Unit è equipaggiata con due flussometri elettronici con compensazione automatica dell'angolo: uno all'interno della bocca dello strumento per determinare la quantità di acqua che fluisce

attraverso le reti aperte ed uno all'esterno dell'apertura della Underwater Unit. Quest'ultimo flussometro rappresenta un flussometro di controllo in caso di intasamento di una o più delle reti da campionamento, ovvero un flussometro che misura il volume di acqua filtrata dallo strumento che deve corrispondere, per un corretto funzionamento, al valore del flussometro posto all'interno dell'MPS. I dati di entrambi i flussometri sono anch'essi indicati sul display della Deck Command Unit.

### **Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet - Funzionamento**

La Underwater Unit, con i 5 retini chiusi, viene calata in mare dalla poppa dell'imbarcazione, una volta raggiunta la massima profondità desiderata, dalla Deck Command Unit viene inviato il segnale di apertura della prima rete e un segnale dalla Motor Unit alla Deck Command Unit indica il numero della rete che è stata attivata. Una volta portato lo strumento alla successiva profondità, la Deck Command Unit invia alla Underwater Unit il segnale: la prima rete viene chiusa e la seconda viene aperta, e così via fino in superficie.

In particolare, per mezzo della Deck Unit è possibile comandare da remoto la chiusura/apertura di ogni singolo retino per far sì che esso campioni solo nello strato desiderato della colonna d'acqua. Le funzioni della Deck Unit sono accessibili anche da PC con l'utilizzo del software OceanLab 3 versione 3.5.3.7. - software di acquisizione dati per gli strumenti della Hydro-Bios. In particolare, questo software permette una semplice configurazione del sistema, consente il controllo del sistema completo e l'acquisizione di dati in tempo reale, l'elaborazione, la visualizzazione, l'immagazzinamento e l'esportazione dei dati per il sistema Hydro-Bios. Ha il vantaggio di impedire la perdita dei dati in acquisizione poiché presenta un sistema in grado di memorizzare automaticamente e in tempo reale i dati misurati in un file su disco. OceanLab 3 consiste in una serie di finestre di programma modificabili indipendentemente in formato e posizione, dove nella principale è indicato il tipo di sistema connesso e il numero identificativo della scheda elettronica e di una barra degli strumenti. Infine, tre LEDs indicano lo stato di comunicazione di OceanLab 3:

LED verde indica che OceanLab 3 sta inviando i comandi al sistema Multi Plankton Sampler (MPS);

LED blu indica che OceanLab 3 riceve i dati dal sistema Multi Plankton Sampler (MPS);

LED giallo indica che un dispositivo d'azione interno all'unità dello strumento è attivato;

Il campionamento lungo la colonna d'acqua avviene dal fondo verso la superficie secondo delle quote stabilite, in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (p.e., profondità del termocline, massimo di clorofilla, massimo di ossigeno, etc.) e la distribuzione attesa delle specie target (Palomera, 1991; Sabatés et al., 2007; Palomera et al., 2007; Basilone et al., 2013). Nel corso della campagna BANSIC 2014 le quote scelte sono state le seguenti: 100 - 75 m, 75 - 40 m, 40 - 25 m, 25 - 10 m, 10 - 0 m.

# Importanza del plancton negli ecosistemi acquatici

---

Plancton, dal greco *πλαγκτός* - errante, vagante - è un termine usato per designare l'insieme di piccoli organismi animali e vegetali galleggianti, tra cui uova e larve anche di specie ittiche, che vivono lungo la colonna d'acqua, incapaci di opporsi ai movimenti delle masse d'acqua e quindi in grado solo di farsi trasportare dalle correnti marine, anche se da studi e dalle osservazioni effettuate si è notato che alcuni di questi organismi sono in grado di compiere piccoli movimenti volontari (Leis & Goldman 1984).

Vi sono diverse classificazioni del plancton a seconda delle caratteristiche e dei parametri considerati: dimensione, metabolismo, ciclo vitale, posizionamento lungo la colonna d'acqua. Per quanto concerne la frazione oggetto del nostro studio si tratta del mesozooplancton ovvero quella parte del plancton che possiede dimensioni comprese tra 0.2 mm - 20 mm ed ha metabolismo eterotrofo. Il mesozooplancton oggetto del nostro studio appartiene inoltre al meroplancton: a questa categoria appartengono quegli organismi che, a differenza degli organismi oloplanctonici, trascorrono solo una parte del proprio ciclo vitale allo stadio planctonico, preceduto o sostituito in forma adulta da un habitus nectonico o bentonico; a questo stadio sono quindi associate le uova, le larve e gli stadi giovanili di organismi animali e vegetali.

Il plancton viene spesso descritto in termini di dimensioni. Solitamente vengono usate le seguenti suddivisioni:

- *Megaplancton*,  $2 \times 10^{-1} \rightarrow 2 \times 10^0$  m (20-200 cm)
- *Macroplancton*,  $2 \times 10^{-2} \rightarrow 2 \times 10^{-1}$  m (2-20 cm)
- *Mesoplancton*,  $2 \times 10^{-4} \rightarrow 2 \times 10^{-2}$  m (0.2 mm-2 cm)
- *Microplancton*,  $2 \times 10^{-5} \rightarrow 2 \times 10^{-4}$  m (20-200  $\mu$ m)
- *Nanoplancton*,  $2 \times 10^{-6} \rightarrow 2 \times 10^{-5}$  m (2-20  $\mu$ m)
- *Picoplancton*,  $2 \times 10^{-7} \rightarrow 2 \times 10^{-6}$  m (0.2-2  $\mu$ m), include molti batteri
- *Femtoplankton*,  $< 2 \times 10^{-7}$  m, ( $< 0.2$   $\mu$ m), costituito dai virus.

In generale, il plancton è più abbondante nelle zone costiere, più ricche di microelementi dovuti principalmente a fenomeni di upwelling; lungo la colonna d'acqua, invece, la distribuzione dipende da fattori chimico-fisici che creano una stratificazione delle popolazioni planctoniche. La luce, necessaria per l'attività fotosintetica, è uno dei fattori più importanti: il plancton superficiale o epiplancton varia la sua composizione in rapporto alla quantità di luce disponibile; altri fattori sono la temperatura che, insieme al vento, concorre alla formazione di correnti circolatorie all'interno della massa d'acqua; l'ossigeno, la cui concentrazione diminuisce scendendo in profondità; la gravità, che condiziona la distribuzione verticale degli organismi planctonici in base al peso.

Il plancton è ubiquitario: è presente sia nelle acque salate (mari ed oceani) che negli ambienti dulciacquicoli come i laghi (limnoplankton), le paludi ed i fiumi a decorso molto lento.

La concentrazione del fitoplancton dipende strettamente dall'intensità della radiazione luminosa e dalla quantità di nutrienti presenti. La sua biodiversità è influenzata invece dalla salinità e dalla temperatura. Per la sua natura fotosintetica, il fitoplancton si trova maggiormente concentrato negli strati superficiali diminuendo all'aumentare della profondità ed è presente fin dove i raggi solari riescono a penetrare (zona eufotica).

Non essendo condizionato dalla luce, lo zooplancton è invece presente in tutta la colonna d'acqua, dalla superficie alle zone profonde, e la ripartizione verticale dipende principalmente dalla diversa tolleranza alla temperatura, la quale decresce verso il fondo, dal tipo di alimentazione e dalle esigenze riproduttive. Gli organismi fitofagi si localizzano in prossimità della superficie, dove il fitoplancton è più abbondante; le specie necrofaghe sono maggiormente presenti nella regione meno luminosa, dove si cibano degli organismi morti che tendono a cadere sul fondo. La distribuzione dello zooplancton dipende anche dalla presenza di un'area riproduttiva, che, durante la stagione appropriata, con la concentrazione della popolazione e la conseguente produzione di larve e spore, incrementerà i propri numeri.

Il fitoplancton è il principale produttore di sostanza organica negli ambienti acquatici e la prima fonte alimentare per lo zooplancton, oltre che per numerosi altri organismi acquatici. Nel fitoplancton sono presenti anche organismi azotofissatori, cioè in grado di utilizzare l'azoto elementare disciolto nell'acqua trasformandolo in composti utilizzabili dagli altri organismi. Lo zooplancton rappresenta infine un importante anello delle catene alimentari acquatiche.

Le condizioni ambientali marine svolgono un'azione diretta sul plancton in generale oltretutto sulle specie dei piccoli pesci pelagici in quanto processi fisico-chimici e idrodinamici influiscono in modo rilevante sulla deposizione delle uova, sul reclutamento e post-reclutamento, determinando il successo di ciascuna classe di età ed anche indirettamente, agendo sui diversi anelli della catena trofica. In particolare, per quanto riguarda acciughe e sardine, Van der Lingen et al. (2006) basandosi sulle differenze trofiche osservate sulle due

specie presenti in Sud Africa, hanno ipotizzato che variazioni delle condizioni ambientali possano favorire o meno una determinata specie, influenzando direttamente la presenza di diverse risorse alimentari. Ciò è stato dimostrato anche in Mediterraneo da Cuttitta et al. (2007) per le specie *Engraulis encrasicolus* e *Sardinella aurita* che risultano essere specie competitive sia per l'areale riproduttivo, per la distribuzione e per l'alimento. Inoltre la *Sardinella aurita* è una specie che viene favorita, rispetto all'acciuga, dalla maggiore temperatura delle acque.

# Materiali e Metodi

---

## Campionamento

Il campionamento del plancton, sia vegetale (fitoplancton) che animale (zooplancton), viene effettuato con retini verticali o obliqui a seconda delle finalità dello studio e/o della frazione che se ne vuole investigare. L'insieme degli esseri viventi formante il plancton è caratterizzato da un alto tasso di biodiversità specifica, per il quale è possibile analizzare e distinguere organismi di diversa forma e dimensione, dotati di vari adattamenti e differenti anche per ciclo biologico e per le modalità con cui si procurano l'energia

La frazione oggetto del nostro studio è il mesozooplancton.

## Campionamento del mesozooplancton

La frazione mesozooplanctonica è generalmente investigata con campionatori Calvet, Bongo 40 e Bongo 90, a seconda che si voglia campionare prevalentemente uova pelagiche di specie ittiche o larve mesoplanctoniche di specie di piccoli pelagici: questi strumenti sono in grado di dare informazioni di tipo quantitativo sulla frazione campionata. La nostra attenzione è qui rivolta al campionamento della biomassa ittioplanctonica mediante il Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet, in particolare utilizzando il modello *Mini* prodotto da *Hydro-Bios* con apertura di 0.125 m<sup>2</sup> (Fig. 5). La scelta è ricaduta su questo campionatore poiché questo strumento permette di campionare a differenti strati della colonna d'acqua e, in questo modo, ci consente di conoscere la biodiversità specifica degli strati campionati, la distribuzione delle specie nell'area campionata e lungo la colonna d'acqua nonché le interazioni tra le specie rinvenute nello stesso strato, fornendo un utile strumento per il miglioramento della comprensione della biologia e dell'ecologia delle specie di piccoli pelagici. In particolare i nostri studi si incentrano su specie target, che sono rappresentate, nel nostro caso, da specie pelagiche di pregio come l'*Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), che ha il proprio picco riproduttivo nei mesi di Luglio ed Agosto. Esistono, però, specie di minore valenza economica, quali la *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847), che negli ultimi anni ha attirato su di sé l'attenzione in quanto risulta essere specie competitrice sia per l'areale riproduttivo, per la distribuzione e per l'alimento e, rappresenta una cattura accessoria e accidentale rispetto all'acciuga (Cuttitta et al., 2007).

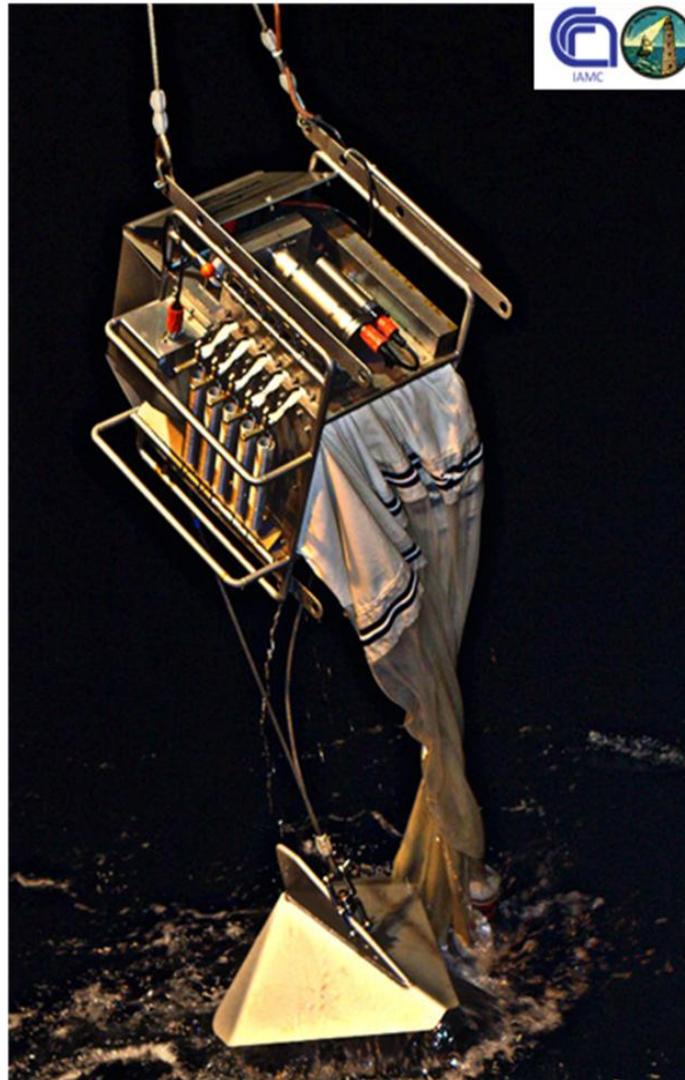


Figura 5: Multi Plankton Sampler in fase di campionamento

### **Campionamento ittioplanctonico con Multi Plankton Sampler (MPS)**

Le indagini batimetriche dello zooplancton sono state ostacolate, in passato, dalla difficoltà di ottenere campioni discreti da strati successivi di acqua. Con l'aumentare della profondità il problema diventa più serio, sia per quanto riguarda i guasti meccanici, sia per il traino prolungato dello strumento che influisce sulla vita degli organismi pelagici (Bé, 1962).

La HYDRO-BIOS Multinet è una versione migliorata del campionatore multiplo (Multi Plankton Sampler) ideato da Bé (1962), poi sviluppato da Weikert e John (1981), con lo scopo di:

- Consentire il campionamento verticale di intervalli discreti per l'analisi della migrazione verticale in acque altamente produttive;

- Ottenere relativamente piccoli campioni che possono essere analizzati economicamente;
- Avere a disposizione un dispositivo compatto e leggero che non è troppo ingombrante da gestire e può essere usato anche su imbarcazioni di dimensioni relativamente ridotte e non solo su grandi navi oceaniche.

I campionatori a reti multiple (Multiple Net Samplers), ai quali appartiene il Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet, si basano sul principio di apertura e chiusura di una serie di reti planctoniche individuali in successione (Harris et al., 2000).

La HYDRO-BIOS Multinet è una rete dotata di bocca di apertura quadrata, basata sul principio del Multiple Plankton Sampler di Bé. I campionatori HYDRO-BIOS sono equipaggiati con cinque reti che possono essere chiuse a comando dal ponte attraverso un cavo del conduttore o da meccanismi di rilascio di pressione che sono preimpostati per essere attivati a profondità predeterminate (Sameoto et al., 2000). Questa rete è più spesso utilizzata in cale verticali ma può essere utilizzata anche per cale orizzontali o oblique. I dettagli sul primo studio sull'uso della HYDRO-BIOS Multinet sono descritti in Weikert e John (1981).

Il Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet è progettato per trainare in diverse gamme di profondità. Nonostante la struttura dell'MPS consenta allo strumento di lavorare fino a profondità di 3000 m, per focalizzare lo studio sulla porzione della colonna d'acqua abitata dalla maggioranza delle specie ittiche larvali (Brodeur e Rugen, 1994) sono stati prelevati i campioni e utilizzati i dati oceanografici relativi ai primi 100 m della colonna, poiché da studi di ecologia e di biologia sulle larve di *Engraulis encrasicolus* (Palomera, 1991) è emerso che questa specie rimane sospesa lungo la colonna d'acqua fino ad un massimo di 100 m di profondità, a seconda dello stadio di sviluppo e del momento della giornata.

Lo scopo principale è quello di ottenere adeguati campioni sia quantitativi che qualitativi alle diverse profondità al fine di stimare la densità e la variabilità delle specie lungo la colonna d'acqua. È preferibile utilizzare questo tipo di campionatore in orizzontale o in obliquo piuttosto che in traino verticale quando gli organismi planctonici sono poco densi o distribuiti a macchia.

Lo strumento deve possedere sistemi di apertura e chiusura aggiuntivi per prevenire la perdita di cattura o la contaminazione con organismi delle acque sovrastanti. È necessario, inoltre, che l'imbarcazione abbia un'adeguata velocità al fine di ottenere un profilo batimetrico.

I vantaggi principali relativi alle diverse parti del campionatore si basano su due principi: il principio della rete pieghevole e il meccanismo di sgancio del pistone azionato a pressione e/o a comando dell'operatore in caso di utilizzo di un cavo conduttore.

Il principio della rete pieghevole permette l'apertura e la chiusura di molteplici reti, fino ad un massimo di nove (a seconda del modello), rendendo il campionamento continuo alle diverse profondità, ad intervalli

regolari, durante una singola discesa del campionatore con una notevole riduzione delle operazioni di bordo da effettuare. La grande apertura della bocca permette di filtrare notevoli quantità d'acqua ( $10 \text{ m}^3$  / minuto nel caso del nostro modello) e il tipo di chiusura della bocca - chiusura positiva - consente un rischio minimo di perdita di cattura o di contaminazione tra strati d'acqua differenti.

I campionamenti mediante Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet sono stati effettuati nel periodo estivo, dal 22 Luglio al 9 Agosto 2014, durante la campagna oceanografica BANSIC'14 a bordo della N/O URANIA. I mesi di Luglio e Agosto rappresentano il periodo di picco riproduttivo di *Engraulis encrasicolus*: il rapporto tra ciclo riproduttivo e temperatura è probabilmente una strategia riproduttiva che si è evoluta per garantire che la deposizione avvenga durante il periodo dell'anno in cui la stabilità della colonna d'acqua è superiore, favorendo la concentrazione di cibo e uova e ritenzione larvale nelle zone di riproduzione (Basilone et al., 2006).

Il piano di campionamento ha previsto, per l'MPS, la raccolta dati in 12 stazioni lungo transetti sotto costa e al largo delle coste meridionali della Sicilia. Le stazioni di campionamento sono state scelte sulla base di criteri che tengono conto della batimetria, della morfologia e dell'oceanografia dell'area sotto costa e a largo delle coste meridionali della Sicilia; infatti la presenza di strutture permanenti e/o semipermanenti, come vortici, upwelling, etc., e masse d'acqua specifiche, cariche di sostanze nutritive (Levantine Intermediate Water - LIW) hanno influito notevolmente sulla scelta dei punti da campionare, consentendo di indagare sia in zone che rappresentano aree di spawning e di nursery e allo stesso tempo investigare anche in aree più vaste al fine di conoscere le abbondanze relative e le interazioni tra le specie di piccoli pelagici in funzione della profondità di ritrovamento degli stessi. Inoltre, il campionamento in ciascuna stazione è stato effettuato successivamente alla visione del profilo, in termini di salinità, temperatura, ossigeno disciolto e fluorescenza della colonna d'acqua. L'area di campionamento è mostrata in figura 6.

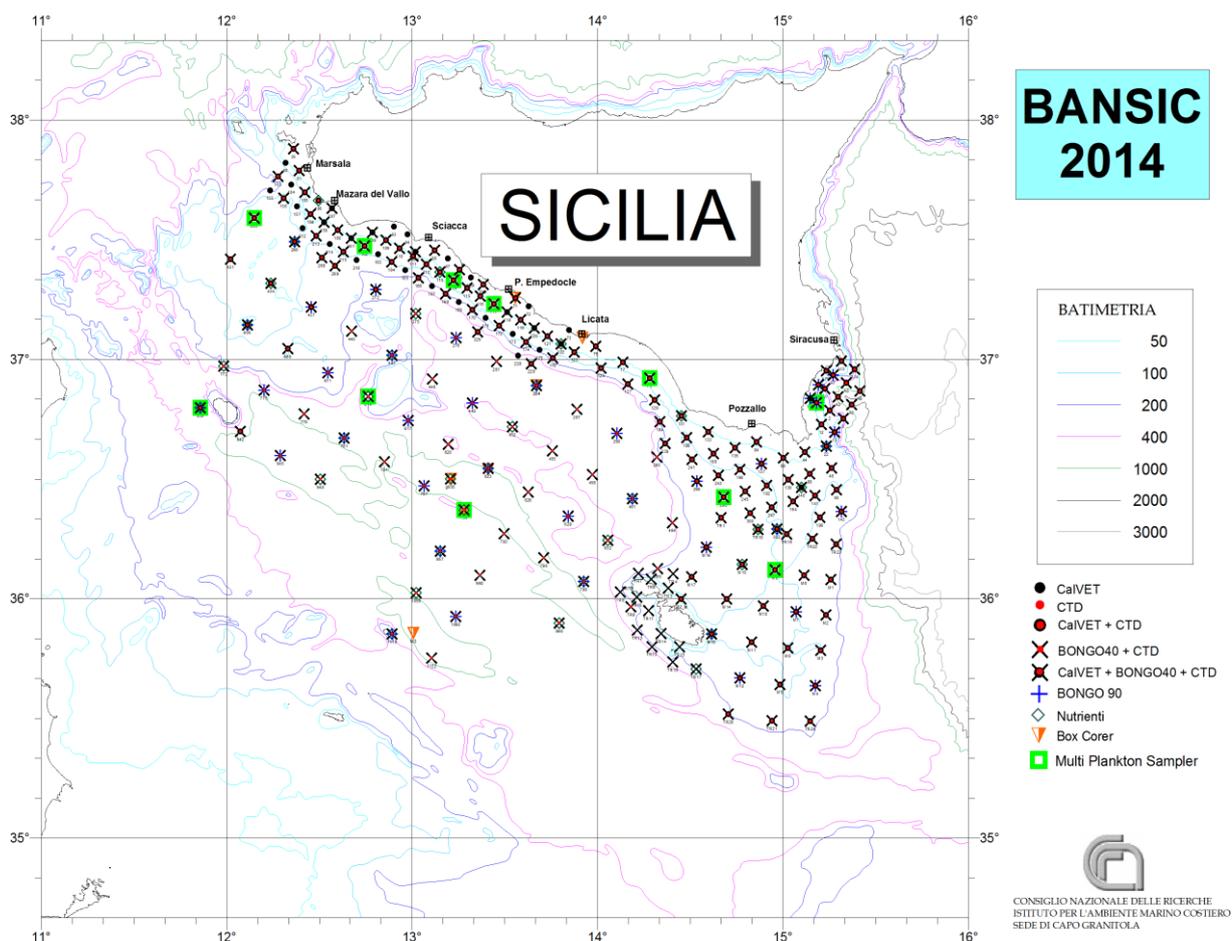


Figura 6: Area di campionamento, posizioni delle stazioni e principali operazioni effettuate nel corso della campagna BANSIC 2014 a bordo della N/O URANIA, in verde le stazioni campionate con MPS.

Nello specifico, il campionamento, è stato più fitto nelle zone sotto costa, ed è stato effettuato sempre nello stesso intervallo di ore della giornata (8.00 - 12.00 e 20.00 - 00.00) al fine di ridurre gli eventuali errori nella valutazione delle abbondanze delle specie nei diversi strati dovuti alle migrazioni nictimerali degli organismi planctonici.

In ogni stazione prima del campionamento con MPS, poiché quest'ultimo presenta come integrato solo il sensore di pressione (oltre i flussometri), e al fine di ottenere una conoscenza completa dell'ambiente studiato, sono stati rilevati, tramite sonda multiparametrica (CTD) SEABIRD mod. 9 plus e modulo SBE 11plus V2 della SEA-BIRD ELECTRONICS, Inc. (Fig. 8 B), parametri chimici e fisici lungo la colonna d'acqua. In particolare, sono stati acquisiti i profili di temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), conducibilità elettrica (S), profondità (m), pressione (decibar), ossigeno disciolto (mg/l), pH e fluorescenza ( $\mu\text{g/l}$ ) e, come parametri derivati, anche i valori di salinità (PSU) e di densità ( $\text{kg/m}^3$ ), (Fig. 7).

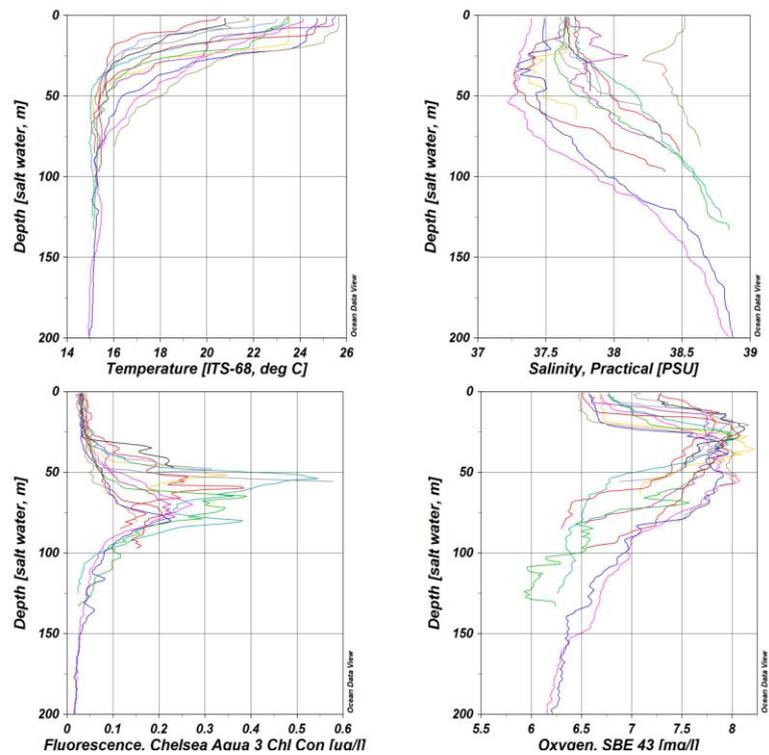
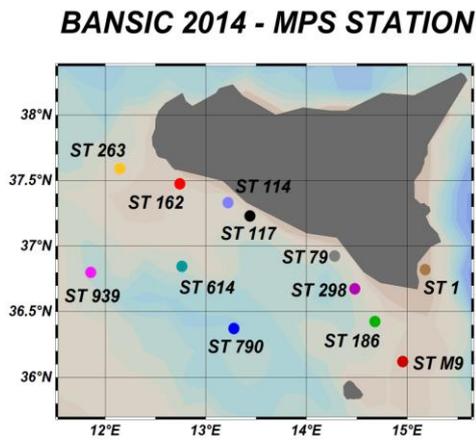


Figura 7: Profili di temperatura, salinità, fluorescenza e ossigeno disciolto rilevati nelle 12 stazioni indagate con Multi Plankton Sampler.

La sonda è costituita da un supporto cilindrico alla cui base sono montati i sensori protetti da una struttura in metallo. Ad una estremità la sonda è connessa ad un cavo elettromeccanico che trasmette le informazioni ad una console per la decodifica dei dati. La sonda multiparametrica viene calata in mare a nave ferma dal portale posto sulla paratia destra dell'imbarcazione con verricello idraulico a doppio tamburo elettromeccanico e cavo in acciaio da 8 mm. Alla sonda sono stati applicati *profilatori SBE39* di temperatura/pressione e/o di temperatura/salinità/pressione e il prototipo del nuovo datalogger profilatore di temperatura AUDAS. La sonda è alloggiata all'interno della *Rosetta*, struttura di supporto per il campionamento di acqua mediante bottiglie Niskin (Fig. 8 A).



Figura 8A: Rosetta.



Figura 8B: Sonda multiparametrica.

Il Multi Plankton Sampler (MPS) MultiNet viene calato in mare da poppa con le reti chiuse e raggiunge la profondità massima desiderata: raggiunta la quota di 100 m, con la nave in movimento (2 nodi), la Deck Command Unit invia all'Underwater Unit il segnale di apertura della prima rete che rimarrà aperta durante il campionamento obliquo in risalita fino al raggiungimento della quota successiva. A questa quota verrà attivato il comando che invierà il segnale che consentirà la chiusura della prima rete e l'apertura della seconda. Il processo si ripete per tutte le quote sino al raggiungimento della superficie. La velocità di discesa e di recupero dello strumento è di 1 m/s.

Una volta terminato il campionamento, lo strumento viene rimesso a bordo dell'imbarcazione e si procede alla conservazione dei campioni per la successiva analisi (Fig. 9). I campioni sono stati conservati in una soluzione di acqua distillata ed etanolo al 70% in kartell da 100 ml. In ognuna di queste, sia esternamente che internamente, sono stati riportati i dati concernenti la stazione campionata e le relative profondità di ogni strato. I campionamenti mediante MPS sono stati effettuati in 12 stazioni selezionate, con cale oblique, per investigare sulla distribuzione verticale degli organismi target, da associare alle misure oceanografiche e campionando lo zooplancton dalla profondità di 100 m alla superficie secondo 5 quote standard: 100-75 m, 75-40 m, 40-25 m, 25-10 m, 10-0 m.

Nel complesso sono stati collezionati un totale di 60 campioni.



Figura 9: Fase di filtraggio e conservazione dei campioni.

Ogni singolo campione è stato sottoposto ad un iter specifico prima di conoscere l'intera ed esatta composizione dello stesso, costituito principalmente dalla fase di identificazione o *sorting*. Il campione è stato posto poco alla volta in capsule Petri e osservato al microscopio binoculare da personale scientifico specializzato (Fig. 10 A e B).



Figura 10: A - Fase di identificazione o sorting a bordo del campione al microscopio binoculare; B - Particolare del campione in fase di sorting.

Mediante l'ausilio di pinzette tutte le uova di specie ittiche sono state prelevate dal campione, riconosciute e conservate per specie in etanolo al 70% in provette da 5 ml, con particolare attenzione alle uova appartenenti alle specie target che sono l'*Engraulis encrasicolus* e la *Sardinella aurita* che sono state inoltre stadiate. Ciascun esemplare larvale ittioplanctonico è stato separato dal campione iniziale e riconosciuto al minor livello tassonomico possibile: per la maggior parte degli individui si tratta del livello identificativo di specie e, quando ciò non è stato possibile, a causa di esemplari troppo piccoli e non ancora del tutto formati, l'individuo è stato riconosciuto a livello di genere o di famiglia. In alcuni casi l'individuo sottoposto alla fase di identificazione non è riconosciuto a livello di specie poiché può essere troppo piccolo e non aver ancora sviluppato, pertanto, tutti i caratteri morfologici utili all'operatore al fine del riconoscimento della specie. Alcune ambiguità si hanno quando si tenta di identificare stadi larvali di specie strettamente correlate con leggere differenze morfologiche e di pigmentazione. Gli individui sono stati inoltre suddivisi anche sulla base della fase di sviluppo larvale: yolk-sac, pre-flessione, flessione e post-flessione. L'identificazione degli individui delle diverse specie è avvenuta attraverso l'uso di chiavi di riconoscimento ittioplanctonico (A. Cuttitta, 2004 - tesi di dottorato).

Ad aumentare le difficoltà di identificazione vi è il fatto che le caratteristiche delle uova e delle larve di alcune specie possono variare in base all'area considerata ed alle condizioni climatiche e di cattura. Vi sono, inoltre, alcune specie le cui uova sono molto simili tra loro e di conseguenza è molto difficile, se non impossibile, attribuire una corretta identificazione fino al livello tassonomico di specie, soprattutto se tali organismi hanno periodi riproduttivi coincidenti.

I caratteri che vengono presi in esame per la fase di riconoscimento ed identificazione, per quanto concerne le uova, sono: la presenza o assenza ed eventualmente il numero di gocce oleose, l'omogeneità o la segmentazione del vitello, la dimensione dello spazio perivitellino, la superficie (liscia o rugosa) della

membrana esterna, la dimensione e la forma dell'uovo. Inoltre, in stadi di sviluppo avanzati dell'embrione si valutano anche: la presenza o meno di pigmentazione sul sacco vitellino o nelle gocce oleose, il grado di pigmentazione degli occhi, la presenza, il tipo e la disposizione di pigmentazione dell'embrione e la presenza o meno di pigmenti gialli o rossi (xantofori) quando si osservano uova vive.

Le caratteristiche che vengono prese in esame per l'identificazione degli individui larvali sono: la forma del corpo, la forma della testa e la grandezza di questa rispetto al corpo, la forma e la posizione degli occhi, la lunghezza dell'intestino, la flessione dell'urostilo, eventuali ornamenti e/o spine, presenza, forma e disposizione di eventuali cromatofori, numero di miomeri, la posizione della bocca e la presenza o meno di denti, lo sviluppo delle pinne e, nel caso di individui più piccoli si valuta anche la posizione, il grado di assorbimento e le caratteristiche del sacco vitellino (presenza/assenza, numero e posizione di goccia/e oleose, pigmentazione, segmentazione/non segmentazione, etc.). Alcuni di questi parametri sono in certi casi fondamentali per discriminare una specie da un'altra, da questo si comprende bene come sia difficile e a volte quasi impossibile stabilire con certezza l'appartenenza di un individuo ad una specie piuttosto che ad un'altra, specialmente quando alcuni di questi caratteri non sono ancora evidenti.

Le forme delle uova e delle larve possono presentare varie forme ed essere anche molto diverse da quelle assunte dall'individuo adulto o anche giovanile.

Gli individui sono stati conservati oltre che per stazione anche per specie e per strato di ritrovamento in provette da 5 ml contenenti una soluzione di acqua distillata ed etanolo al 70%, questi esemplari sono stati sottoposti ad analisi genetiche, biochimiche e morfometriche (Torri et al., 2014 - Rapporto tecnico).

Per ogni strato campionato è stato compilato, sia in formato cartaceo che digitale, un file contenente tutti i dati relativi a tutti gli individui rinvenuti, siano essi larve o uova. È stato inoltre annotato, alla fine della fase di sorting, il peso zoo che si riferisce al peso dello zooplancton rimanente; questo è un dato che insieme al volume d'acqua filtrato darà informazioni sulle abbondanze e densità ritrovate.

I campioni sono stati analizzati da personale scientifico altamente specializzato presso il laboratorio di oceanografia biologica dell'I.A.M.C. - C.N.R. - U.O.S. di Capo Granitola.

## Bibliografia

---

- Ahlstrom, 1959 Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. Fish Bull 161:107–146
- Basilone G., Guisande C., Patti B., Mazzola S., Cuttitta A., Bonanno A., Vergara A. R. e Maneiro I., 2006. Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Strait of Sicily. Fish. Oceanogr. 15:4, 271–280.
- Basilone, G., Bonanno, A., Patti, B., Mazzola, S., Barra, M., Cuttitta, A., Mcbride, R. (2013). Spawning site selection by European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in relation to oceanographic conditions in the Strait of Sicily. Fish. Oceanogr., 22:4, 309-323.
- Bé A. W. H., 1962. Quantitative multiple opening-and-closing plankton samplers. Deep-Sea Research, 9:144-151.
- Brodeur, R.D. and Rugen, W.C., 1994. Diel vertical distribution of ichthyoplankton in the northern Gulf of Alaska. Fish. Bull. 92:223–235.
- Cuttitta A., 2004. Ecologia de huevos y larvas de anchoa *Engraulis encrasicolus* en el Canal de Sicilia. Tesis doctoral. Universidad de Vigo.
- Cuttitta A., Patti B., Basilone G., Bonanno A., Caruana L., Di Nieri A., Patti C., Cavalcante C., Buscaino G., Tranchida G., Placenti F., Mazzola S., Saporito L., Armeri G.M., Maltese V., Grammatta R., Zora M. 2007. Fluttuazioni interannuali nell'abbondanza degli stadi larvali di *Engraulis encrasicolus* e di *Sardinella aurita* in relazione al riscaldamento delle acque superficiali nello Stretto di Sicilia. Clima e cambiamenti climatici, le attività di ricerca del CNR. (2007), 1:537-540
- Harris R. P., Wiebe P. H., Lenz J., Skjoldal H. R. and Huntley M., 2000. ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press.
- Leis, J.M. and B. Goldman. 1984. A preliminary distributional study of fish larvae near a ribbon coral reef in the Great Barrier Reef. Coral Reefs, 2(4): 197-203.
- Palomera, I., 1991. Vertical distribution of eggs and larvae of *Engraulis encrasicolus*, in stratified waters of the Western Mediterranean. Mar. Biol., 111: 37-44.
- Palomera, I., Olivar, M.P., Salat, J., Sabatés, A., Coll, M., Garcia, A., Morales-Nin, B., 2007. Small pelagic in the NW Mediterranean Sea: An ecological review. Progr. in Oceanogr., 74: 377–396.

Rapporto finale della campagna oceanografica BANSIC 2014 - Stretto di Sicilia, 22 Luglio - 9 Agosto 2014

Sabatés, A., Olivar, M.P. Salat, J., Palomera, I., Alemany, F., 2007. Physical and biological processes controlling the distribution of fish larvae in the NW Mediterranean. *Progr. in Oceanogr.*, 74: 355–376.

Sameoto, D., Wiebe, P., Runge, J., Postel, L., Dunn, J., Miller, C., and Coombs, S., 2000. Collecting zooplankton. In *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R. and Huntley, M. (eds) Academic Press, 55-81.

Torri M., Cuttitta A., Armeri G. M., Calì F., Patti C., De Luca B., Di Maria A., Mangiaracina F., Quinci E. M., Falco F., Musco M., Maneiro I., Bennici C., Patti B., Mazzola S., 2014. *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) e *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847): rapporto tecnico sulla metodologia di acquisizione di dati morfometrici dei primi stadi di sviluppo del ciclo vitale. Technical Report. CNR Istituto Ambiente Marino Costiero di Capo Granitola, Capo Granitola (TP).

van der Lingen CD, Hutchings L, Field JG, 2006. Comparative trophodynamics of anchovy *Engraulis encrasicolus* and sardine *Sardinops sagax* in the southern Benguela: Are species alternations between small pelagic fish trophodynamically mediated? *Afr J Mar Sci* 28: 465–477.

Weikert, H. and John, H.-Ch., 1981. Experiences with a modified Bé multiple opening closing plankton net. *J Plankton Res*, 3, 167-177.

Wiebe P. H., Benfield M. C., 2001. Zooplankton sampling with nets and trawls. This article is reproduced from the 1st edition of *Encyclopedia of Ocean Sciences*, volume 6, pp 3237-3253, & 2001. Elsevier Ltd.