



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Biologia**

**Corso do laurea magistrale**

**Studio della biologia di due specie di Condroitti dello Stretto di Sicilia,  
*Chimaera monstrosa* (Linnaeus, 1758) e *Squalus blainville* (Risso, 1827)**

**RELATORE:**

***Dott.ssa Carlotta Mazzoldi***

*Dipartimento di biologia,*

*Università degli studi di Padova*

**LAUREANDA:**

***Silvia Malagola***

***CORRELATORE:***

***Dott. Francesco Colloca***

*Istituto per l'Ambiente Marino Costiero*

*Consiglio Nazionale delle Ricerche (IAMC-CNR,*

*U.O.S. Mazara del Vallo*







# INDICE

<b>1.INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
1.1 Biologia riproduttiva dei Condroitti	5
1.2 Condroitti: vulnerabilità, gestione e conservazione	13
1.3 La pesca nel Canale di Sicilia-caso di studio: la pesca dei Condroitti in quest'area	20
1.4 Biologia di <i>Chimaera monstrosa</i> (Linnaeus, 1758)	28
.. 1.4.1 Biologia riproduttiva	32
1.5 Biologia di <i>Squalus blainville</i> (Risso, 1827)	34
1.5.1 Biologia riproduttiva	37
<b>OBIETTIVI DELLA TESI</b>	<b>39</b>
<b>2.MATERIALI E METODI</b>	<b>40</b>
2.1 Area di studio	41
2.2 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di <i>C. monstrosa</i>	43
2.3 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di <i>S. blainville</i>	44
2.4 Stima della fecondità di <i>C. monstrosa</i> e di <i>S. blainville</i>	44
2.5 Studio della dieta di <i>C. monstrosa</i> e di <i>S. blainville</i>	44
2.6 Stima dell'età di <i>C. monstrosa</i>	45
2.7 Analisi dei dati	47
2.7.1 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di <i>C. monstrosa</i> e di <i>S. blainville</i>	47
2.7.2 Stima della fecondità	48
2.7.3 Studio della dieta	48
2.7.4 Stima dell'età	50
<b>3. RISULTATI</b>	<b>51</b>
3.1 <i>C. monstrosa</i>	51

3.1.1 Studio di alcuni caratteri della biologia di <i>C. monstrosa</i>	52
3.2 <i>S. blainville</i>	64
3.2.1 Studio di alcuni caratteri della biologia di <i>S. blainville</i>	65
3.3 Stima della fecondità	73
3.3.1 <i>C. monstrosa</i>	73
3.3.2 <i>S. blainville</i>	74
3.4 Studio della dieta	75
3.4.1 <i>C. monstrosa</i>	75
3.4.2 <i>S. blainville</i>	77
3.5 Stima dell'età	79
<b>4. DISCUSSIONE</b>	<b>81</b>
4.1 Caratteristiche biologiche di <i>C. monstrosa</i>	81
4.1.1 Dieta di <i>C. monstrosa</i>	85
4.1.2 Età di <i>C. monstrosa</i>	87
4.2 Caratteristiche biologiche di <i>S. blainville</i>	87
4.2.1 Dieta di <i>S. blainville</i>	92
<b>5. CONCLUSIONI</b>	<b>94</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>95</b>
<b>APPENDICI</b>	<b>107</b>





# 1. INTRODUZIONE

I Condroitti (o pesci cartilaginei) sono una classe di vertebrati acquatici, caratterizzati dal possedere uno scheletro cartilagineo. La loro storia evolutiva ha avuto inizio nel Devoniano (419-359 milioni di anni fa) e probabilmente anche prima, nel Siluriano (444-419 milioni di anni fa) (Maisey, 2012). Si suddividono in due sottoclassi: gli Olocefali, o Chimere, di cui attualmente si conoscono 35 specie, tipiche di acque profonde (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998) e, gli Elasmobranchi, che comprendono gli “squali” e le “razze” (Compagno, 1999), di cui le attuali classificazioni riconoscono 1106 specie (Fig.1). Alcune caratteristiche morfologiche permettono di distinguere gli Elasmobranchi dagli Olocefali: quest’ultimi hanno il palato-quadrato completamente fuso con il neurocranio e, denti non sostituibili fusi in tre coppie di piastre di denti mineralizzate (Maisey, 1986; Didier, 1995; Lund & Grogan, 1997).

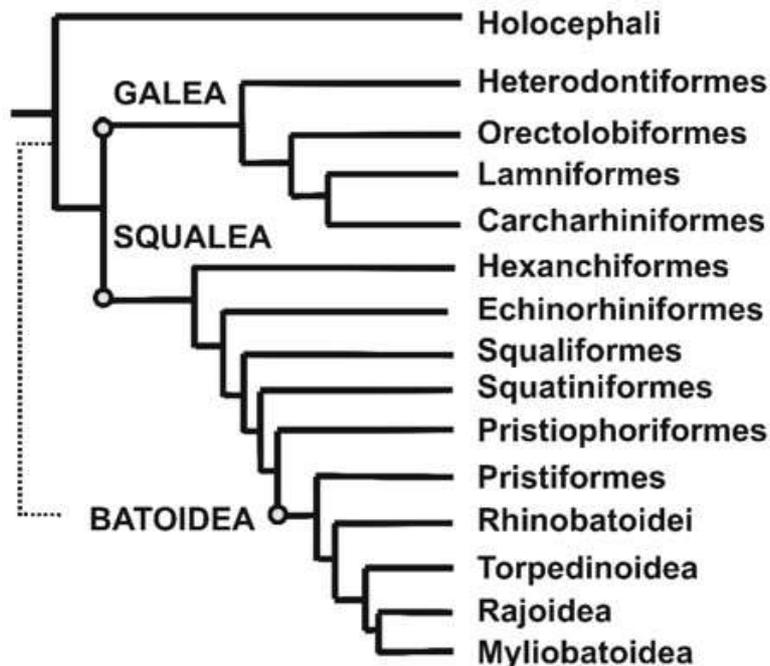


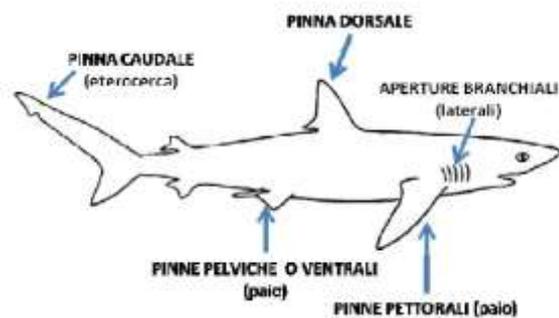
Fig. 1 Cladogramma dei pesci Condroitti ad ora esistenti. (Immagine tratta da Wilga et al., 2007).

Gli Elasmobranchi, noti anche con il nome di “selaci”, un tempo venivano suddivisi in due sottogruppi:

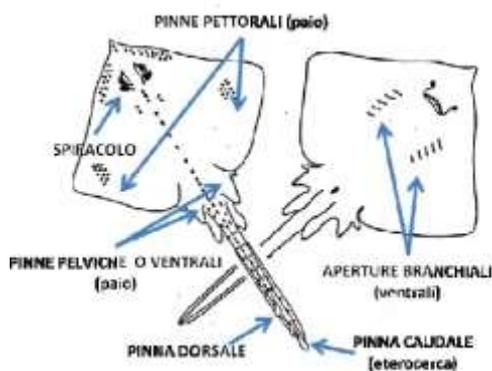
- Pleurotremata: comprendeva tutte le specie che presentano la tipica forma dello squalo, quindi provviste di corpo cilindrico o poco

depresso, fessure branchiali sul lato del corpo, pinne pettorali chiaramente separate dal capo, coda sviluppata e adatta alla propulsione (Fig. 2a);

- Hypotremata: comprendeva le forme tipicamente rappresentate dalle razze, quindi con corpo largo e marcatamente depresso dorsoventralmente, fessure branchiali ventrali, pinne pettorali fuse al capo, coda poco sviluppata e in genere non adatta alla propulsione (Fig. 2b) (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998).



a)



b)

Fig.2 Schema della forma dei due sottogruppi di Elasmobranchi: a) schema di un Pleurotremata (squalo); b) schema di un Hypotremata (razza). (Immagine tratta da [www.openstars.units.it](http://www.openstars.units.it)).

Attualmente vi sono ancora opinioni divergenti circa la classificazione di questo gruppo di pesci (Compagno, 1973); ciononostante, basandosi su caratteristiche morfologiche, gli Elasmobranchi possono essere suddivisi in 14 ordini (Fig. 1), 9

di questi comprendono organismi generalmente chiamati “squali” e, 5 comprendono razze e torpedini.

Gli Elasmobranchi sono pesci presenti in tutti gli ecosistemi marini, si conoscono però anche specie, che vivono in acqua dolce, come ad esempio la specie eurialina *Carcharhinus leucas* (comunemente chiamato squalo leuca). Questi pesci possono essere presenti fino ai 2000 metri di profondità ed alcune specie vivono anche al di sotto di questa soglia, come *Centroscyms coelolepis* (squalo della famiglia Somniosidae) (Maisey, 2012). Gli Elasmobranchi odierni rappresentano solo una frazione della vasta gamma di pesci cartilaginei ad ora estinti (Hamlett, 1999).

Gli Olocefali sono pesci marini anch'essi presenti in tutte le acque del mondo, ad eccezione però di quelle artiche e antartiche (Didier et al., 2012). La maggior parte degli Olocefali vive in acque profonde della scarpata continentale a profondità pari a 500 metri e più (Didier et al., 2012). Alcune specie però, come *Hydrolagus colliei*, vivono in acque costiere poco profonde (Didier et al., 2012). I Chimeriformi rappresentano l'unico ordine esistente appartenente al gruppo degli Olocefali e, sono i parenti più stretti degli esemplari appartenenti al gruppo degli Elasmobranchi (Nelson, 2016). Le specie di Olocefali ad oggi esistenti rappresentano una piccola frazione di un gruppo in precedenza assai ampio e diversificato (Helfman et al., 2009). Reperti fossili mostrano che gli Olocefali hanno raggiunto la loro massima diversità in specie durante il Carbonifero (359-299 milioni di anni fa). Grogan e Lund (2009) ritengono che gli Olocefali attuali siano riusciti a sopravvivere all'estinzione di massa del tardo Permiano (299-251 milioni di anni fa) avendo acquisito la capacità di vivere ad elevate profondità. I rapporti di parentela fra Elasmobranchi e Olocefali sono tuttora da chiarire. Lo studio della filogenesi dei Condroitti, infatti, è ostacolato dalla scarsità di fossili: lo scheletro cartilagineo non resiste all'azione del tempo e la maggior parte delle volte esso lascia come testimonianza di sé solo le sue parti più dure quali denti, squame placoidi, spine ed alcune vertebre ben calcificate (Didier et al., 1994).

Da un punto di vista ecologico i Condroitti sono la classe più numerosa di predatori apicali presenti in mare. Essi giocano un ruolo fondamentale nello scambio di energia tra i livelli trofici dell'ambiente marino (Wilga et al., 2007). Si nutrono di un diverso range di prede, a seconda dell'apparato boccale che caratterizza ciascuno di essi. I Condroitti comprendono infatti sia specie carnivore, i cui individui si cibano di prede proporzionate alle loro dimensioni (pesci, calamari, gamberi, tartarughe, ecc.), sia specie filtratrici plantofaghe (come lo “squalo balena” o lo “squalo elefante”), i cui individui si cibano di piccoli organismi del plancton. Inoltre, spesso questo gruppo di predatori si trova ad essere in competizione con l'uomo per il consumo di specie d'importanza commerciale: esempio è il caso in cui i pescatori accusano *S. acanthias* di predare aringhe e salmoni così intensamente da rappresentare un

reale problema competitivo per la pesca commerciale e ricreativa (Ketchen, 1975). Dopo numerosi studi sull' anatomia del cranio e delle mandibole di tali pesci (Motta & Wilga, 1995; 1999), si è osservato un forte aumento della letteratura riguardante la strategia alimentare dei Condroitti (Frazzetta, 1994; Liem and Summers, 1999; Motta & Wilga, 2001; Motta 2004). Tuttavia, ad oggi, le informazioni a disposizione, riguardo l'ecologia alimentare propria di questa classe di pesci, risultano essere ancora assai scarse.

Viene definito opportunisto un predatore che generalmente preda tutto ciò che incontra, non facendo distinzione alcuna. I Condroitti sono comunemente considerati predatori opportunisti, dal momento che i loro contenuti stomacali risultano essere buoni indicatori della fauna marina presente in una data area (Springer, 1967). Da ciò si può dedurre che si potrebbe determinare l'impatto che tale gruppo di pesci ha su un determinato livello trofico conoscendo la diversità e l'ammontare delle prede che tale gruppo consuma. La natura opportunistica, a livello alimentare, di pesci, tra cui appunto i Condroitti, viene ulteriormente confermata dalla modificazione di dieta a cui vanno incontro a seguito di una variazione di taglia, di stagione e di habitat. *Negaprion brevirostris* (comunemente chiamato squalo limone), ad esempio, occupa baie e lagune poco profonde nei primi anni di vita, cibandosi di poche prede, mentre crescendo si sposta in acque di sempre maggior profondità, aumentando il range, la varietà di habitat e prede che incontra e affronta. Non è solo importante sapere "cosa" mangia una data specie ittica, stimabile mediante l'analisi dei contenuti stomacali, ma anche "quando" e "come" mangia, per poterne valutare i requisiti ecologici (Talent, 1976); la dieta e i meccanismi alla base dell'alimentazione sono tratti fondamentali per la definizione della biologia e della distribuzione di una specie (Stillwell & Kohler, 1982). Predatori apicali quali i Condroitti risultano essere in rapido declino (Myers et al., 2007) e, poiché sono considerati importanti nella strutturazione e nel funzionamento degli ecosistemi marini, si ritiene che il loro declino possa avere conseguenze ecologiche importanti (Stevens et al., 2000). Una riduzione della numerosità di questi influisce infatti in maniera considerevole sui processi top-down caratterizzanti la rete trofica marina, inducendo un aumento dei consumatori intermedi, generando uno *shift* nella rete trofica e quindi cambiamenti nelle interazioni tra le specie (Pace et al., 1999; Worm & Myers, 2003; Frank et al., 2005); (Myers et al., 2007). Esempio di ciò è quanto è accaduto alla specie *Argopecten irradians* (comunemente chiamata canestrello americano), importante risorsa ittica delle coste americane. Dal 1950 ad oggi si è osservato un forte calo delle popolazioni di tale mollusco bivalve, essendo scomparse molte popolazioni di squali, predatori di razze; le razze infatti risultano essere i principali predatori di *A. irradians*. Diminuendo le popolazioni di squali, predatori appunto di razze, le popolazioni di quest'ultime sono aumentate, determinando quindi un aumento dell'attività predatoria a livello delle popolazioni del mollusco bivalve che, a loro volta sono in forte calo. Ciò dimostra che la riduzione o scomparsa dei predatori, presenti all'apice della

rete trofica, può influire sui livelli trofici inferiori oltre che influenzare le attività di pesca, come nel caso appena descritto (Fig. 3). Inoltre, indipendentemente dal ruolo ecologico di predatori apicali, è importante ricordare che la diversità ecologica e la ridondanza all'interno dei livelli trofici sono requisiti fondamentali per la resistenza e la resilienza di un qualsiasi ecosistema, e quindi anche per la sua stabilità: la perdita di specie per estinzione si riflette dunque sempre in una diminuzione della stabilità dell'ecosistema stesso (Ferretti et al, 2008).

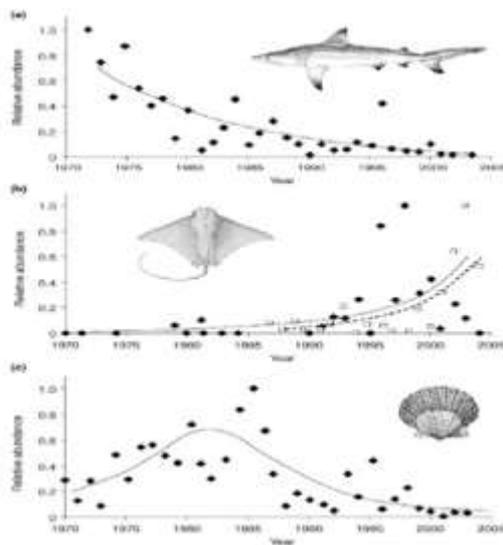


Fig.3 Esempio effetto top-down a seguito della riduzione, scomparsa di un predatore apicale (Immagine tratta da Heithaus et al., 2008).

Attualmente le informazioni a nostra disposizione, circa la reale distribuzione delle singole specie di Condroitti, sono assai poche. La distribuzione spaziale conosciuta delle diverse specie è il risultato dei dati di pesca, quindi più che riflettere la reale distribuzione di queste, riflette la distribuzione e la stagionalità degli attrezzi da pesca con cui le diverse specie di Condroitti vengono catturate.

### **1.1 Biologia riproduttiva dei Condroitti**

I Condroitti possiedono un pattern riproduttivo complesso, con organi riproduttivi specializzati e con un comportamento pre-copulatorio e copulatorio molto particolare. Presentano alcune caratteristiche che li accumulano fra loro, quali la fecondazione interna, la produzione di un numero ridotto di embrioni (rispetto ai pesci ossei), la prolungata protezione dell'embrione all'interno del corpo della madre o all'interno di una resistente capsula e, l'assenza di cure parentali post-natali. Quest'ultima caratteristica non influenza i tassi di mortalità dei piccoli appena nati, che si mantengono bassi poiché i nascituri sono di grandi dimensioni e completamente sviluppati (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998). Nello specifico, è

possibile descrivere l'apparato riproduttore che caratterizza gli individui femmine e maschi appartenenti ai Condroitti (Fig. 4):

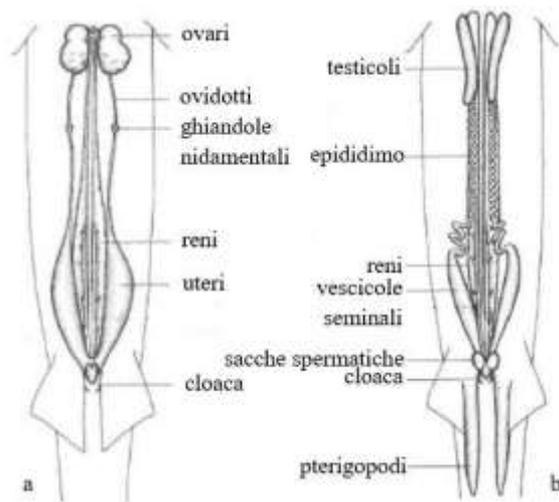


Fig. 4 Schema dell'apparato riproduttore dei Condroitti: femminile (a) e maschile (b) (De Maddalena, 2005).

**Femmine:** presentano un ovario, che può essere pari (come nel caso di *Chimaera monstrosa*) o impari (come nel caso di *Scyliorhinus canicula*), ovidotti pari o impari, che si differenziano in: ostio, ovidotti anteriori, ghiandole nidamentali, ovidotti posteriori (in alcune specie), uteri che, derivano dalla modificazione di una regione terminale dilatata nelle femmine mature, cervice (è un restringimento con pareti rigide formate da tessuto connettivo) (Hamlett & Koob, 1999) e cloaca. Gli uteri sono collegati con il seno-urogenitale che, è in comune con l'apparato escretore. L'ovario è circondato dall'organo epigonale, che è un organo proprio dei Condroitti avente funzione ematopoietica; nelle femmine immature l'organo epigonale include l'ovario rendendolo invisibile. L'ovario svolge tre funzioni principali: produzione delle cellule germinali, acquisizione e accumulo del vitello e, biosintesi e secrezione di ormoni (soprattutto steroidei). L'ovario di una femmina matura può comporsi di ovociti (che si differenziano in siti extraovarici e migrano all'interno dell'ovario precocemente nell'ontogenesi) (Wood, 1902), di follicoli in via di sviluppo di diverse dimensioni (la cui numerosità e appunto dimensioni dipendono dalla modalità riproduttiva della specie in esame e dallo stadio del ciclo riproduttivo in cui la femmina si trova), di follicoli pre-ovulatori in atresia e di follicoli post-ovulatori (chiamati corpi lutei). Ciascuna di queste componenti ovariche è racchiusa in un tessuto connettivo stromatico. L'ovario di una femmina immatura e di una femmina non riproduttivamente attiva si compone invece solo di piccoli follicoli dotati di poco vitello o per nulla presente. I follicoli sono dati da un ovocita circondato da cellule della granulosa e delimitato da una membrana basale; le cellule immediatamente circostanti questa lamina basale formano strati tecali. Non appena i follicoli crescono e si differenziano e, l'ovocita accumula vitello, le cellule della granulosa cambiano

morfologia e si osserva un accumulo di lipidi. Questo accumulo di lipidi può rappresentare la risorsa utilizzata per la biosintesi degli steroidi, oppure può indicare che le cellule della granulosa producono, secernono granuli e ne riforniscono gli ovociti (Tsang & Callard, 1983). Follicoli in atresia si possono trovare in molti ovari di diverse specie di Condroitti (Dodd, 1983): si formano a seguito della degenerazione di follicoli pre-ovulatori. La funzione dell'atresia e, dei follicoli che questa produce, non è ancora chiara, come non lo è neppure la relazione che intercorre tra il manifestarsi di questa e specifici eventi riproduttivi. L'ovulazione avviene in cavità peritoneale. Nella maggior parte delle specie di Condroitti lo sviluppo completo dei follicoli richiede molti mesi (così è per molte specie di razze e squali), in alcuni casi un anno e, in altri, due anni o più. I diversi tempi di completo sviluppo dei follicoli dipendono dal tempo che intercorre tra l'ultima ovulazione e la gravidanza: i follicoli possono iniziare a svilupparsi o mentre la gravidanza è già in atto (tipico di squali con lunghi periodi di gestazione) o tra due gravidanze successive (tipico di squali e razze con periodi di gestazione relativamente corti). Generalmente i Condroitti producono uova di grandi dimensioni, ricche di vitello. Uova di grandi dimensioni sono tipiche di squali e razze ovipari, di squali ovovipari e di molti squali e razze vivipari; solo in poche specie vivipare, in cui lo sviluppo dell'embrione dipende in particolar modo dai nutrienti derivanti dall'utero, gli ovociti contengono poco o per nulla vitello. Il vitello rappresenta la sola risorsa nutriente per gli embrioni di specie ovipare e di alcune specie ovovipare e, in molte specie vivipare, è la principale sostanza nutritiva per lo sviluppo embrionale precoce. L'accumulo di vitello da parte dell'ovario e, la sua composizione, sono di fondamentale importanza per la riproduzione dei Condroitti. L'accumulo del vitello è un processo molto lungo che si realizza in molti mesi, talvolta un anno. La sua composizione è stata poco studiata ma, sembra che contenga urea, proteine, lipidi e minerali (Hamlett & Koob, 1999).

L'ostio è un'apertura ciliata a forma di imbuto propria dell'ovidotto anteriore. Questa apertura si trova vicino al fegato e, ha il compito di catturare l'ovocita ovulato in cavità peritoneale, affinché questo migri attraverso l'ovidotto anteriore per giungere alla ghiandola nidamentale. La ghiandola nidamentale rappresenta il sito di stoccaggio degli spermatozoi che hanno risalito le vie genitali: dunque a livello di queste si realizza la fecondazione. Una volta fecondati, gli ovociti, sempre a livello della ghiandola nidamentale, vengono avvolti da un involucro protettivo composto da materiale secreto dalla ghiandola stessa (Hamlett & Koob, 1999). L'involucro protettivo, chiamato capsula ovigera, avvolge le uova di tutte le specie ovipare e di buona parte di quelle vivipare. La sua formazione si realizza in tempi brevi (nelle specie ovipare e, probabilmente anche nelle specie vivipare, può richiedere dalle 12 alle 24 ore) (Koob et al., 1986) e, la sua morfologia è estremamente variabile a seconda della specie in esame. Le ghiandole nidamentali si trovano nella regione anteriore del tratto riproduttivo di tutte le femmine di Condroitti ma, la loro complessità strutturale e la loro dimensione varia a seconda della modalità riproduttiva che

contraddistingue una data specie. Queste infatti sono più grandi nelle specie ovipare, avendo in esse la funzione principale di produrre le capsule ovigere una volta avvenuta la fecondazione (Musick & Ellis, 2005). La ghiandola nidamentale è suddivisa in quattro zone: *club*, *papillary*, *baffle* e *terminal*. Le prime due zone sono responsabili della secrezione di una sostanza gelatinosa che riveste e protegge l'ovocita e l'embrione durante lo sviluppo. La zona *baffle* secreta invece le lamelle che formeranno la capsula che, viene costruita progressivamente attorno all'ovocita man mano che questo scende attraverso la ghiandola (Hamlett et al., 1998) e, l'intero processo può durare dalle 12 alle 24 ore (Koob et al., 1986). La zona *terminal* è dove avviene lo stoccaggio degli spermatozoi (precedentemente menzionato) (Musick & Ellis, 2005). Dopo la fecondazione e, la formazione delle capsule ovigere, le uova raggiungono gli uteri (Carrier et al., 2004). Questi nelle specie ovipare hanno la sola funzione di contenere le uova fino al momento della deposizione (Koob et al., 1986), mentre nelle specie vivipare hanno un ruolo più complesso. Per quest'ultime infatti l'utero rappresenta un ambiente idoneo per lo sviluppo embrionale, fornendo ossigeno per le necessità respiratorie e nutrienti, oltre a mediare l'eliminazione di prodotti di scarto. Tuttavia, ad oggi, i meccanismi fisiologici e biochimici, alla base di ciascuna di queste funzioni svolte dall'utero, sono ancora poco conosciuti. Come detto in precedenza, tramite la cervice (la cui funzione e proprietà per questa classe di pesci sono ancora poco studiate) gli uteri sboccano nel seno uro-genitale: anche per questo le informazioni a disposizione, circa la sua funzione e la sua struttura, per questa classe di pesci, sono ancora poche. Già nel 1934 però Steven osservò che nelle razze la larghezza di questo aumentava in concomitanza con il raggiungimento della maturità sessuale, suggerendo che possa fungere da carattere sessuale secondario. Questa osservazione è stata poi ripresa e supposta anche da autori recenti (Hamlett & Koob, 1999). Il motivo per cui la larghezza del seno uro-genitale aumenta può essere dovuto alle dimensioni delle capsule ovigere e, al fatto che queste restino per diverse ore in essa prima della loro deposizione.

**Maschi:** presentano internamente testicoli e dotti genitali, costituiti da dotti efferenti, da epididimi e da vescicole seminali (che confluiscono poi nella papilla urogenitale) e, esternamente presentano due organi copulatori pari, chiamati pterigopodi o clasper, che sono un'estensione della parte posteriore delle pinne pelviche. In tutti i Condroitti i testicoli sono pari, allungati e appiattiti dorsoventralmente; questi sono circondati dall'organo epigonale e, sono sospesi nella cavità celomatica tramite un legamento, il mesorchio. Nei maschi immaturi appaiono come sottili strisce biancastre sulla superficie dell'organo epigonale. Due sono le funzioni principali dei testicoli: generare le cellule germinali (spermatogenesi) e sintetizzare e secernere ormoni steroidei (steroidogenesi) (Hamlett, 1999). Nei Condroitti esistono tre diversi tipi di testicoli: radiale (tipico dei Lamniformi), diametrico (tipico di squalomorfi, di galeomorfi e di squali carcariniformi) e composto (tipico delle razze). Questi tre diversi tipi di testicoli differiscono per il numero e la posizione delle zone germinali. Nel

testicolo di tipo radiale è possibile osservare un'organizzazione in lobuli; vi sono più zone germinali che si trovano sulla superficie del testicolo e al centro dei lobuli e, lo sviluppo delle ampolle è radiale. Nel testicolo di tipo diametrico vi è una sola zona germinale situata in posizione opposta a quella dell'organo epigonale e, lo sviluppo delle ampolle avviene diametralmente. Nel testicolo di tipo composto (come in quello radiale) è possibile osservare un'organizzazione in lobuli e più zone germinali, in questo caso però situate sulla superficie dorsale del testicolo. Quest'ultimo tipo di testicolo viene definito composto perché deriva dalla somma dei due tipi precedentemente descritti; infatti in questo tipo di testicolo le ampolle si sviluppano radialmente e migrano (man mano che progredisce la spermatogenesi) diametralmente verso i dotti efferenti.

La spermatogenesi di questa classe di pesci è esclusiva e molto particolare: è una spermatogenesi ampollare pseudocistica con cisti mobili attraverso il testicolo. Nelle prime fasi di questa gli spermatozoni per mitosi si moltiplicano, formando così sempre più strati all'esterno delle cellule del Sertoli che, tramite giunzioni occludenti, sono tra loro unite a formare così una barriera emato-ampollare. Questa barriera viene oltrepassata dagli spermatozoni di primo grado nel momento in cui ha inizio la meiosi I. Oltrepassate tali giunzioni, gli spermatozoni di primo grado giungono all'interno del lume dell'ampolla, a differenza delle cellule del Sertoli che si trovano esternamente, a ridosso della membrana basale. La meiosi all'interno dell'ampolla avviene in modo sincrono, ciò significa che è contemporanea per tutti gli spermatozoni. Alla fine della spermatogenesi gli spermatozoni sono tutti riuniti in gruppi, ciascuno dei quali ha le teste in contatto con una sola cellula del Sertoli e, le code libere nel lume dell'ampolla. Gli spermatozoni, dopo essere stati rilasciati a seguito dell'apertura delle ampolle presenti all'estremità caudale del testicolo, si muovono attraverso i dotti efferenti fino ad arrivare all'epididimo (parte iniziale dei gonodotti maschili). Il movimento degli spermatozoni è essenzialmente lineare: consiste in una rotazione di questi attorno al loro asse longitudinale con piccole flessioni laterali della coda e una rapida rotazione della testa. L'epididimo appare lineare negli individui immaturi e altamente convoluto in quelli maturi. Dopo alcuni studi, atti a valutare l'ultrastruttura delle cellule di questo, si è giunti alla conclusione che la funzione principale dell'epididimo sia quella di secernere proteine (Hamlett, 1999). Queste proteine potrebbero servire all'aggregazione degli spermatozoni nella parte posteriore dell'epididimo, nel dotto deferente e nelle vescicole seminali. Accanto all'epididimo vi è la ghiandola accessoria di Leydig (Carrier et al., 2004) che, produce proteine del liquido seminale le quali, assieme a quelle prodotte dall'epididimo, sembra aumentare la capacità di moto degli spermatozoni (Hamlett, 1999). L'epididimo continua poi nel dotto deferente e infine nelle vescicole seminali: queste rappresentano un sito di stoccaggio degli spermatozoni. Negli individui immaturi le vescicole seminali non si distinguono dall'epididimo ma, man mano che l'individuo matura, queste si allargano così da differenziarsi. Associate a queste vi è una coppia di ghiandole alcaline (chiamate ghiandole di Marshall) che, produce appunto un secreto alcalino la cui funzione non è del tutto certa ma, si suppone abbia un ruolo nella protezione degli spermatozoni,

neutralizzando il pH acido dei tratti riproduttivi femminili (Hamlett, 1999). Nella parte terminale le due vescicole si uniscono formando un seno uro-genitale unico che termina nella papilla urogenitale. Questa, situata tra le due pinne pelviche sia nei maschi che nelle femmine (Hamlett, 1999), sbocca nella cloaca e rappresenta il sito di rilascio degli spermatozoi (Carrier et al., 2004). Esternamente gli individui maschi presentano gli pterigopodi, sorretti da endoscheletro cartilagineo (Musick & Ellis, 2005) che si calcifica man mano che l'individuo raggiunge la maturità sessuale (Musick & Ellis, 2005). Sono appunto organi copulatori che servono a introdurre gli spermatozoi nella cloaca della femmina. Al momento della copula solo uno dei due pterigopodi viene inserito nella cloaca della femmina: dapprima viene orientato di 90° verso l'esterno grazie ai muscoli collegati alle pinne ventrali, così da permettere il riempimento con l'acqua del sacco sifonale (una tasca cutanea). I sacchi sifonali sono due organi pari ventrali associati agli pterigopodi e, sembra che vengano utilizzati solo durante l'accoppiamento. La loro principale funzione è quella di riserva d'acqua (Whitney et al., 2004). Una volta avvenuta la penetrazione, i muscoli che controllano il sifone contraendosi provocano un forte flusso di acqua (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998): attualmente si pensa che questo serva a convogliare il liquido seminale attraverso lo pterigopodio e la cloaca (Whitney et al., 2004), mentre in precedenza si pensava che servisse a rimuovere lo sperma di maschi precedenti dalla cloaca (Eberhard, 1985).

Per quanto riguarda le modalità riproduttive, i Condrotti possono essere suddivisi in ovipari e vivipari: gli Olocefali sono tutti ovipari, mentre gli Elasmobranchi possono essere ovipari o vivipari. A sua volta i vivipari sono suddivisi in vivipari aplacentati (o ovovipari) e, in vivipari placentati. L'oviparità, negli Elasmobranchi, è considerata una condizione primitiva che contraddistingue il 43% del totale di tutte le specie, mentre appunto il restante 57% risulta essere vivipara (in particolare vivipara aplacentata) (Carrier et al., 2004). Nelle specie ovipare (per gli Elasmobranchi appartenenti per lo più ai gruppi Eterodontidi, Sciliorinidi e Rajidi) l'uovo viene racchiuso nella capsula ovigera che, è molto resistente e ha una forma caratteristica a seconda del gruppo. Questa capsula, poi, viene deposta sul fondale, oppure attaccata a rocce o a coralli grazie alla presenza di filamenti (Fig. 5). E' probabile la capsula ovigera non funga solo da protezione per l'embrione (da eventuali predatori) ma, che svolga anche altre funzioni: regolazione dello scambio di soluti, attività anti microbica e proprietà *antifouling* (Hamlett & Koob, 1999). Una volta deposte, le uova non ricevono più cure parentali e l'embrione si nutre solamente grazie al vitello (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998). Vi sono prove del fatto che le femmine selezionino i siti di deposizione più adatti, che attacchino le uova nelle posizioni più favorevoli e, che probabilmente ritornino negli stessi siti per deposizioni successive. Il periodo d'incubazione può durare da alcuni mesi a più di un anno: alla schiusa il piccolo è già sufficientemente autonomo e, appare identico ad un individuo adulto in miniatura, ad eccezione del fatto che possiede un sacco vitellino interno che gli fornirà nutrimento nelle prime settimane dopo la schiusa (Hamlett & Koob, 1999). Non esistono prove di stadi di larvali in

nessuna specie di Condroitti. Anche molte specie vivipare racchiudono gli ovociti ovulati con la capsula ovigera (Hamlett & Koob, 1999).



Fig. 5 Capsule ovigere di *Scyliorhinus canicula*, attaccate a coralli attraverso filamenti (Immagine tratta da [www.danishark.it](http://www.danishark.it)).

Nelle specie vivipare aplacentate non vi sono connessioni placentari tra la madre e il piccolo: l'utero fornisce protezione e ossigenazione agli embrioni, mentre il sacco vitellino, che si riassorbe progressivamente fino a scomparire al momento della nascita, contiene il nutrimento necessario al loro sviluppo. Lo sviluppo embrionale in questa specie è simile a quello delle specie ovipare. Tre sono le modalità principali mediante le quali le specie vivipare aplacentate possono nutrire l'embrione:

- quella in cui gli embrioni si nutrono solo ed esclusivamente delle sostanze contenute nel vitello (differisce dalle specie ovipare poiché la madre partorisce piccoli già completamente formati e non capsule ovigere);
- quella che include le specie oofaghe e adelfofaghe, ossia quelle specie in cui gli embrioni più sviluppati si nutrono di quelli più piccoli (adelfofagia o cannibalismo intrauterino) oppure di uova prodotte appositamente dalla madre (oofagia);
- quella in cui gli embrioni vengono nutriti attraverso analoghi della placenta, ossia regioni dell'epitelio uterino che secernono una sorta di "latte uterino" come nutriente (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998).

Generalmente sono ovipari gli Elasmobranchi che vivono sul fondo del mare, come *Scyliorhinus stellaris*, mentre sono vivipari quelli che per lo più vivono in mare aperto.

La prima modalità è propria di individui appartenenti all'ordine Squaliformes, Hexanchiformes, Squatiniformes, dia lacune specie degli ordini Orectolobiformes e Carchariniformes e, di molti gruppi primitivi di batoidei. La seconda modalità è propria di poche specie dell'ordine Lamniformes e, la terza

viene utilizzata dal genere *Myliobatiformes* (aquile di mare) (Notarbartolo di Sciarra & Bianchi, 1998).

Vi è poi anche una ristretta parte di specie (il 10% del totale delle specie esistenti, tutte appartenenti alle famiglie *Carcharinida*, *Sphirinidae* e *Triakidae*) che risulta essere vivipara placentata: in queste vi è una vera struttura placentare nell'utero che permette alla madre di trasferire nutrienti agli embrioni e, di rimuovere i prodotti di scarto del loro metabolismo attraverso la propria circolazione sanguigna (Hamlett & Koob, 1999). La struttura placentare si forma solo in una fase tardiva della gestazione; infatti la prima parte dello sviluppo embrionale avviene nello stesso modo di come avviene nelle specie vivipare aplacentate (in cui gli embrioni vengono nutriti solo dal sacco del vitello). Man mano che prosegue la gestazione le riserve del vitello diminuiscono sempre più: in un primo momento questa diminuzione viene compensata da secrezioni uterine, successivamente (come detto precedentemente) in una fase tardiva della gestazione si forma la placenta.

Per quanto riguarda il ciclo riproduttivo dei Condroitti, esso è dato da due processi (simultanei o consecutivi): ciclo ovarico, ossia lo sviluppo degli ovociti fino all'ovulazione e, nelle specie vivipare, il periodo di gestazione, ossia il periodo compreso tra la gestazione e il parto (Carrier et al., 2004). In generale la tendenza delle specie ovipare è quello di avere una produzione annuale di uova, con periodi stagionali in cui la maggior parte delle femmine è in fase di deposizione. Le specie vivipare invece generalmente presentano un ciclo annuale ben circoscritto: l'intera popolazione è quasi sincronizzata nelle fasi di accoppiamento, gestazione e parto. Difficilmente è stato possibile osservare il comportamento di accoppiamento dei Condroitti, probabilmente perché questo si svolge di notte o in siti profondi (Notarbartolo di Sciarra & Bianchi, 1998).

*Ginglymostoma cirratum*, lo squalo nutrice, è la specie maggiormente oggetto di studio (in natura) per quanto riguarda il corteggiamento e l'accoppiamento, poiché questi si svolgono in aree facilmente accessibili. Le femmine di questa specie scelgono in prima persona il maschio con cui accoppiarsi, evitando accoppiamenti indesiderati (talvolta nascondendosi dai maschi o incurvandosi evitando così la copula) (Pratt & Carrier, 2001); i maschi, a loro volta, tendono a cooperare fra loro per cercare di pilotare gli accoppiamenti (Carrier et al., 2004). Comunque, in questa specie e in altre, è stato osservato un certo grado di poliandria e di poliginia (Pratt & Carrier, 2001). In generale, nei Condroitti, è stato osservato che, durante la copula, il maschio afferra la femmina o mordendola sul dorso o sulle pinne così da mantenere la presa (De Maddalena, 2005). Durante la stagione riproduttiva infatti le femmine sono solite mostrare sulle pinne, sui fianchi o altrove segni dell'accoppiamento, dovute all'impiego di strutture (come dentelli, spine ecc..) da parte dei maschi (De Maddalena, 2005). In alcuni casi però è stato osservato che anche le femmine mordono, afferrano i maschi per indurli all'accoppiamento (Gilmore et al., 1993). Questo vuol dire che possono esistere gerarchie sessuali mantenute attraverso questo meccanismo di "morso-aggancio" e, queste gerarchie possono servire per sincronizzare la sequenza di accoppiamento in alcune specie di Condroitti (Gordon, 1993).

Tuttavia non tutti i segni di “morso-aggancio” sono marchi di accoppiamento, talvolta infatti possono formarsi a seguito di interazioni che avvengono nella ricerca di cibo o altro (Carey et al., 1982). Per quanto riguarda la longevità e l’età alla maturità sessuale le informazioni a disposizione sono poche. E’ noto però che i Condroitti vivono molto a lungo, per lo più dai 12 ai 27 anni e, in alcuni casi (come lo spinarolo) anche più (Saunders & Mcfarlane, 1993). Essendo animali longevi e a crescita molto lenta, i Condroitti presentano anche lunghi tempi di maturazione sessuale, che possono variare dai 2 ai 35 anni (Hamlett, 1999). Molte specie, inoltre, formano aggregazioni riproduttive, chiamate raggruppamenti di conspecifici, durante le quali gli individui si riproducono e raggiungono densità maggiori al resto dell’anno: questi tipi di aggregazioni si formano in luoghi e periodi ben determinati (Domenier & Colin, 1997). Il raggrupparsi in concentrazioni anche molto elevate ha eliminato il tabù secondo cui i Condroitti sono più animali solitari che animali sociali. Questo fenomeno di raggruppamento sembra sia correlato a cicli diurni o stagionali che, a loro volta, sono legati alla disponibilità di cibo e appunto alla riproduzione (Jacoby et al., 2011). In molte specie inoltre è stato osservato che le femmine adulte, i piccoli appena nati e i giovani si aggregano in zone di nursery prive di maschi adulti. Dunque diversi sono i tipi di aggregazioni che si possono osservare in diverse specie di questa classe di pesci.

### **1.2 Condroitti: vulnerabilità, gestione e conservazione**

Le crescenti preoccupazioni per l’impatto che la pesca può avere, o comunque ha, sulle popolazioni di Elasmobranchi e di Olocefali di tutto il mondo, risultano essere un problema a livello internazionale (Stevens et al., 2000). Molteplici sono le cause che rendono i Condroitti fortemente vulnerabili alle attività di pesca (Stevens et al., 2000).

Tra queste vi sono i tratti di *life-history* che, delineano una strategia-K propria di questi pesci. Con strategia-K, si intende che tali organismi sono caratterizzati dal possedere:

- elevata taglia/età alla prima maturità sessuale;
- elevata longevità;
- crescita lenta;
- grandi dimensioni;
- ridotto numero di piccoli prodotti dopo un lungo periodo di gestazione o incubazione.

Tutte queste caratteristiche determinano un basso potenziale riproduttivo e un basso potenziale per la crescita in dimensioni della popolazione, i quali limitano la capacità di recupero e rendono i Condroitti scarsamente capaci di affrontare un’elevata mortalità da pesca (Camhi et al., 1998). A differenza dei pesci ossei, che possono variare in densità grazie alla strategia-r che li caratterizza (crescita rapida; elevata fecondità; elevato numero di piccoli prodotti dopo un breve periodo di gestazione o incubazione; piccole dimensioni), a seconda che

l'ambiente in cui vivono sia o meno ad essi favorevoli, i Condroitti se sovrasfruttati possono richiedere diversi decenni per poter recuperare (Camhi et al., 1998). La diversità, seppur limitata, nelle caratteristiche di *life history*, conferisce una diversa vulnerabilità anche tra le diverse specie di Condroitti. Le specie che raggiungono dimensioni massime minori tendono a maturare prima e ad avere un più alto tasso di crescita della popolazione, sono perciò maggiormente in grado di recuperare in seguito allo sfruttamento rispetto a specie più grandi (Camhi et al., 1998). Un esempio di ciò è dato dalle diverse specie di razze presenti lungo le coste dell'Inghilterra e dell'Irlanda: quelle che hanno subito una riduzione maggiore sono state quelle caratterizzate da una taglia massima maggiore (Stevens et al., 2000). Oltre all'essere vulnerabili per le loro caratteristiche biologiche, le popolazioni di Condroitti sono anche spesso mal conservate e mal gestite per la mancanza di informazioni sulla biologia di molte specie. I Condroitti, in particolare gli Elasmobranchi, vengono pescati per la carne, per la pelle, per la cartilagine, per l'olio estratto dal fegato e, per utilizzarne diverse parti (ad esempio le mandibole) come trofei nella pesca sportiva e, per le pinne (Camhi et al., 1998). Il finning è la pratica che consiste nel tagliare le pinne degli squali e rigettare il resto della carcassa dell'animale in mare. Per secoli le pinne di squalo sono state un ingrediente caratteristico della cucina cinese (Rose, 1996). Tuttavia già durante il governo di Mao Zedong (1943-1976), si tentò, mediante riforme politiche mirate, di scoraggiare il consumo di queste (Cook, 1990). Il finning è ora una pratica proibita da più di 20 Paesi e dalla maggior parte delle Organizzazioni Regionali per la Gestione della Pesca (ORGP), attraverso diverse strategie di gestione e applicazione delle leggi (Clarke et al., 2007).

Esistono solo pochi tipi di pesca che hanno come bersaglio principale i Condroitti (Bonfil, 1994; Stevens et al., 2000) (TAB. 1). Nella maggior parte dei casi infatti gli individui appartenenti a questa classe di pesci vengono catturati accidentalmente, durante battute di pesca non aventi appunto questi come bersaglio principale, quanto invece specie più abbondanti e con un maggior valore economico (Bonfil, 1994; J.D.Stevens et al., 2000) (TAB. 2).

Species stock	Period	Max. catch (t)	Year	Status	Management (year)	Reference	
<i>Gadomus galeus</i>	1980-1998	4051	(1999)	Apparent collapse	No	Ripley, 1946	
California	1930-1998	3138	(1989)	80% decline in status biomass	Yes (1984)	Olson, 1995	
New Zealand	1930-1998	5600	(1994)	Constant over- sustainability	Yes (1985)	Pieri & Walker, 1998 Francis, 1998	
<i>Lamna nasus</i>	NE Atlantic	1947-1998	6800	(1947)	Depleted	Some	Bonfil, 1994; Harley, 1998
NW Atlantic	1961-1998	8800	(1964)	Apparent collapse	Some	Bonfil, 1994; Harley, 1998	
<i>Cetorhinus maximus</i>	Irland	1946-1973	1800	(1972)	Major catch decline	No	Kortle, 1988
NE Atlantic	1944-1988	4250	(1986)	Catch decline	Some	Kortle, 1988	
<i>Sphyrna tiburo</i>	NE Pacific	1930-1998	51-483	(1944)	Recovered, after 75% decline in sustainable biomass	Yes (1978)	Kriticos, 1986
NW Atlantic	1980-1998	21-820	(1974)	Rarely stock decline	No	Bago et al., 1998	
NE Atlantic	1963-1998	41-811	(1987)	Rarely catch and size decline	Some	Kortle, 1988 Foley & Glasson, 1990	
<i>Alopias vulpinus</i>	Western USA	1978-1998	1887	(1982)	Decline in catch and size	Yes (1985)	Hirth, 1988
<i>Isurus paucus</i>	California	1935-1984	390	(1985)	Decline in catch and size	Yes	Hirth, 1988
<i>Megaspina shark stock</i>	East coast USA	1980-1998	7300	(1988)	Many species overfished	Yes (1985)	Mansueti et al., 1983
<i>Mauroia antarctica</i>	3 Australia	1930-1998	3430	(1987)	Sustainable catches	Yes (1988)	Walker, 1987
<i>Mauroia antarctica</i>	New Zealand	1930-1998	800	(1983)	Rebuilding (overfished in 1980s)	Yes (1984)	Francis, 1998
<i>Furgaleus mackii</i>	5 Australia	1935-1998	611	(1981)	77% decline in biomass	Yes (1980)	Simpfendorfer & Donohue, 1988
<i>Callorhynchus milii</i>	New Zealand	1936-1998	1200	(1971)	Rebuilding (overfished in 1980s)	Yes (1980)	Francis, 1988

TAB. 1 Tabella delle attività di pesca che hanno come bersaglio principale i Condroitti (tratta da Stevens et al., 2000)

Species	Period	Reported trends	Reference
<i>Makropodus</i>			
NW Mediterranean	1857-1993	Declines in comm. catch; number of spp. halved (first on shelf, followed by slope)	Aldebert, 1997
S North Sea	1930-1990	Decline in by-catch of 8 spp.	De Vosys & van der Meer, 1998
S Bay of Biscay	1723 pres.	Disappearance of large demersal spp.	Quino & Cendrero, 1996
Gulf of Thailand	1963-72	Decline in rhinobatidness, to a lesser extent in sharks	Pauly, 1979
Andaman Sea	1866-71	Decline in rays and sharks	Pauly, 1978
<i>Dipturus laevis</i>			
Irish Sea	1902 pres.	Population close to extinction	Brandt, 1981
NW North Sea	1930 pres.	Common 50 years ago, now rare	Walker & Holsop, 1998
<i>Dipturus laevis</i>			
NW Atlantic	1854 pres.	Common 43 years ago; none caught in last 20 years	Casey & Myers, 1998
<i>Aqua albi and Dipturus oxyrinchus</i>			
Irish Sea		Close to local extinction	Dalvey et al., 2000
<i>Centrolophus</i> spp.			
Australia	1976-1997	Survey catch rates declined (from 126 to 0.4 kg h)	Graham et al., 1997
<i>Pristiurus</i>			
Fresh water		Major declines in range or abundance; some populations may be close to extinction	Compagno and Cook, 1993

TAB. 2 Tabella delle attività di pesca non aventi come principale i Condroitti, che quindi vengono catturati accidentalmente (tratta da Stevens et al., 2000).

Per lo più vengono catturati, accidentalmente o non, durante le attività di pesca svolte mediante reti da posta, reti a strascico e palangari (Stevens et al., 2000). Già negli anni '80 ci si chiese se fosse possibile attuare una pesca sostenibile dei Condroitti; una risposta positiva comporterebbe l'attuazione di norme gestionali che darebbero vita ad una serie di vantaggi, non solo perché si arriverebbe ad una maggior salvaguardia di tali animali, ma anche perché, essendo questi predatori all'apice della rete trofica, si potrebbe garantire una maggior tutela direttamente e indirettamente degli ecosistemi marini. A livello mondiale si conosce il declino di molte popolazioni di Condroitti dovuto alla pesca; dal 1984 a livello globale si registra un crescente aumento dello sbarcato di tali pesci, attualmente pari a 760.000 t; i dati riguardanti le catture a livello oceanico sono riportati in Fig. 6. Tuttavia le catture assumono un valore prossimo a 1.5 milioni t, poiché la maggior parte degli individui catturati non viene dichiarata oppure viene sottoriportata (Bonfil, 1994; Camhi et al., 2009). In alcuni casi, invece, i Condroitti catturati vengono rigettati in mare e in questo caso non si può conoscere quanti riescano realmente a sopravvivere (Camhi et al., 2009).

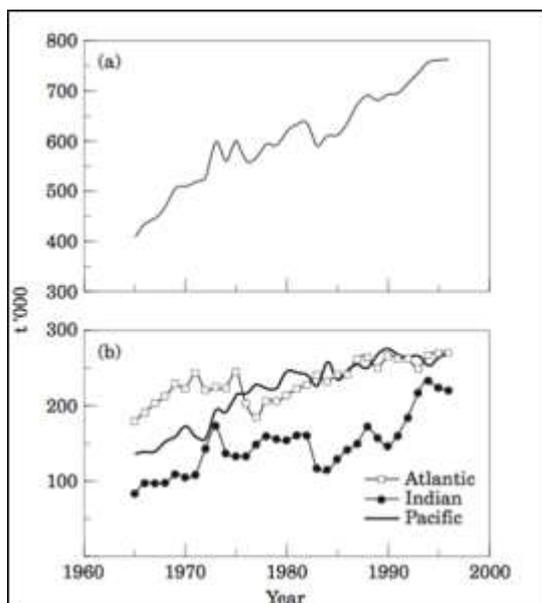


Fig. 6 Catture di Condroitti dal 1965 al 1996: totali (a) e, separatamente, a livello dell'Atlantico (incluso il Mediterraneo), del Pacifico e dell'Indiano (b)(data from Compagno, 1990 and FAO Yearbooks of Fishery Statistics).

Molto spesso infatti una grande proporzione di sbarcato non viene dichiarato o viene dichiarato con altri nomi. Analizzando solo il commercio di pinne di squalo nel mercato di Hong Kong, che importa dal 50 all'85% del totale di pinne commercializzate in tutto il mondo (Vannuccini, 1999; Clarke, 2004), si può dedurre che le catture mondiali, per lo più di Elasmobranchi, potrebbero essere dalle tre alle quattro volte superiori rispetto le catture riportate nelle statistiche della FAO (dove i dati relativi alle catture di Condroitti sono suddivisi in 102 specie e gruppi di specie, ma solo il 19,5% della biomassa è riportata in categorie specie specifiche, mentre il rimanente è registrato in categorie generali e ampi gruppi tassonomici) (Clarke et al., 2006). Tra i primi dieci Paesi che pescano Condroitti, in particolare Elasmobranchi, solo gli USA gestiscono e conservano al meglio le popolazioni di questi, mentre altri Paesi quali Brasile, Venezuela, Perù, Maldive, Malta e Portogallo risultano sovrasfruttare tali popolazioni rispetto a quanto imposto dalla Convenzione sul Commercio Internazionale di Specie Selvatiche di flora e fauna (CITES, 1994) (Fig. 7).

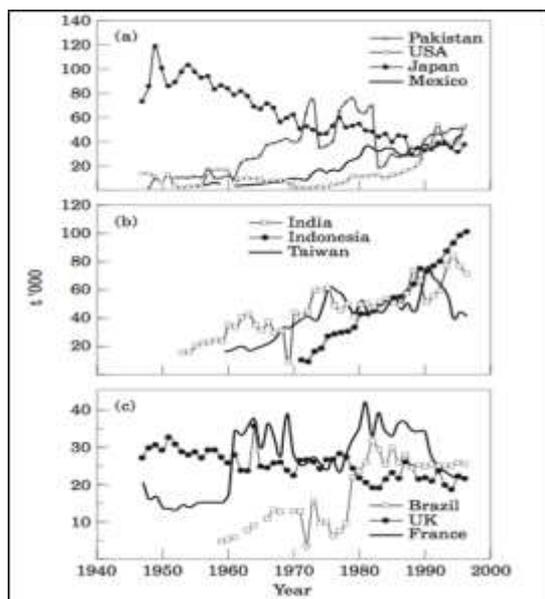


Fig. 7 Catture di Condroidi da parte dei 10 maggior paesi che attuano attività di pesca a livello di questi; a: Pakistan, USA, Messico e Giappone; b: Indonesia, Taiwan, India; c: Francia, Brasile, UK (dati da Bonfil, 1994 and FAO, 1993).

Bonfil(1994) riteneva che già nel 1991 gli stock di Condroidi, in particolare di Elasmobranchi, erano molto vicini dall'essere completamente sfruttati. Ad oggi, delle 1141 specie di Condroidi valutate dalla IUCN, solo il 25,7% è inserito nella categoria LEAST CONCERN ("non desta preoccupazione"), il 13,9% in quella NEAR THREATENED ("quasi minacciata"), l'11,2% nella VULNERABLE ("vulnerabile"), il 4,1% in ENDANGERED ("in pericolo") ed infine il 2,4% in CRITICALLY ENDANGERED ("in pericolo critico") (Polidoro et al., 2008). Di queste 1046 specie, di cui la IUCN ha cercato di valutare lo stato, per il 47%, una percentuale nettamente maggiore a quella riscontrata in altri gruppi tassonomici, i dati sono risultati insufficienti per poter definire il rischio a cui sono sottoposte (Polidoro et al., 2008). Molte specie di Condroidi, tranne alcune eccezioni, presentano un valore economico molto basso e, il loro contributo alle catture globali è sempre stato limitato e ciò ha fatto sì che, fino a poco tempo fa, la ricerca scientifica a livello di questi e, la loro gestione fossero assai limitate (Bonfil, 1994; Camhi et al., 1998). Fino a poco tempo fa la maggior parte delle tipologie di pesca che sfruttano i Condroidi non sono regolate, non sono gestite e tantomeno monitorate. Nei rari casi in cui esisteva un piano di gestione questo non era adeguato, in quanto si basava sulle caratteristiche di *life history* dei pesci ossei che, come detto in precedenza, sono più resilienti dei Condroidi; la particolare vulnerabilità di questi infatti richiede piani di gestione estremamente conservativi (Camhi et al., 1998). Oggi sono in atto una serie di progetti atti a gestire, in maniera più ottimale possibile, le popolazioni di Condroidi. Gli obiettivi della gestione dei pesci cartilaginei sono simili a quelli della gestione di ogni altra specie, ossia arrivare ad avere una pesca sostenibile.

Si possono raggiungere appunto mediante le stesse azioni che si compiono per la gestione di qualsiasi specie, cioè:

- identificare le specie maggiormente a rischio o che necessitano di essere gestite perché intensamente sfruttate dalla pesca;
- eseguire una valutazione degli stock;
- gestire gli stock sfruttati;
- monitorare le specie attraverso la raccolta e l'analisi di dati;
- individuare e proteggere gli habitat critici;
- attuare dei programmi di conservazione e recupero della specie;
- valutare le minacce e i pericoli non legati alla pesca;
- diffondere la consapevolezza tra portatori d'interesse e l'opinione pubblica e promuovere programmi di sensibilizzazione (Serena et al., 2008).

Ad oggi, a livello globale, alcune delle iniziative in materia di protezione dei Condroitti sono:

- Shark Action Plan della IUCN, volto a identificare lo stato delle specie e le principali minacce alle quali sono sottoposte, e a indicare le priorità di azione e di conservazione necessarie (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998), con conseguente inserimento nelle diverse categorie della "Lista Rossa" dell'IUCN;
- IPOA-Sharks, Piano d'Azione Internazionale per la Conservazione e Gestione degli Squali redatto dalla FAO, che richiede agli stati membri di sviluppare, a livello nazionale ma anche in accordo con i paesi limitrofi, piani di valutazione e di gestione per una pesca sostenibile e per la conservazione degli stock di Elasmobranchi nelle acque nazionali. Si sottolinea l'importanza dell'applicazione del principio di precauzione e la considerazione di tutti i metodi di pesca dei Condroitti, sia come specie bersaglio che come by-catch, sia con pesca industriale che artigianale che ricreativa. Inoltre questo programma sottolinea anche la necessità di un Piano Europeo sugli Squali, conforme anch'esso alle linee guida e i principi stabiliti dal Piano d'Azione della Food and Agriculture Organization (FAO).

L'assenza di un'attività, implicata nella conservazione e nella gestione degli Elasmobranchi, da parte dell'Unione Europea, ha portato alla nascita della "Shark Alliance". Tale istituzione ha prodotto e promosso una bozza di Piano per gli Squali, avente obiettivo di stimolare l'adozione del progetto IPOA-Sharks nelle acque europee e per le navi dell'Unione Europea che pescano nel resto del mondo. Sempre a livello globale vi sono una serie di convenzioni che tutelano i Condroitti, come la CITES (precedentemente nominata), che impone una serie di restrizioni al commercio delle specie inserite nelle appendici. Questa convenzione ha agito infatti in maniera tale da imporre nel 1994 una revisione

dello stato e del commercio degli Elasmobranchi ( non si può parlare di commercio per gli Olocefali, non essendo questi d'interesse commerciale, per il loro scarso valore economico) (Stevens et al., 2000). Come parte di questo processo, la FAO ha formato un gruppo di lavoro tecnico, il TWG, al fine di poter compiere tale revisione (Stevens et al., 2000). In tale convenzione sono state anche inserite specie di Elasmobranchi tra cui lo squalo bianco, lo squalo elefante, lo squalo balena e lo smeriglio, unica specie d'interesse commerciale. Oltre alla CITES, altra convenzione atta alla tutela dei pesci cartilaginei è la Convenzione di Barcellona: negli allegati al "Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e sulla Biodiversità del Mediterraneo" sono elencate alcune specie di elasmobranchi minacciate che necessitano di tutela (Notarbartolo di Sciarra & Bianchi, 1998). In molti casi però, all'inserimento negli elenchi delle specie protette non fa seguito l'instaurarsi di corretti piani gestionali e conservazionistici (Camhi et al., 1998). In ultimo, non di certo per importanza, vi è la Species Survival Commission della IUCN che ha creato la SSG (Shark Specialist Group) composta da ricercatori che si propongono di creare un piano d'azione globale, al fine di poter assicurare una buona gestione e conservazione dei Condroitti (Stevens et al., 2000). Inoltre, la Red list della IUCN valuta, sempre a livello globale, lo stato di conservazione delle specie, animali e non, attraverso alcune metodiche che gli permettono di stimare il rischio d'estinzione a cui una specie potrebbe essere sottoposta. Per quanto riguarda l'Italia e il Mediterraneo nel 1996 sono stati firmati gli allegati del Protocollo SPA ("Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e sulla Biodiversità del Mediterraneo") della Convenzione di Barcellona, nei quali sono indicate le specie di Elasmobranchi minacciate e da proteggere (Allegato 2) e le specie il cui sfruttamento deve essere regolamentato (Allegato 3). Nel 2002 a Roma è stato approvato un Piano d'azione del Mediterraneo per i Condroitti, redatto dall'UNEP-MAP (United Nations Environmental Program – Mediterranean Action Plan). "PAN-Sharks" è il Piano d'azione nazionale italiano, per la conservazione dei pesci cartilaginei, formulato dall'attuale ISPRA in collaborazione con la SIBM e con specialisti nazionali, redatto con l'intenzione di fornire all'Italia gli strumenti adatti per il rispetto del Protocollo SPA della Convenzione di Barcellona. È analogo all'IPOA-Sharks e, i suoi obiettivi principali sono:

- raccogliere informazioni riguardanti la distribuzione, la biologia e lo stato di conservazione degli Elasmobranchi nei mari italiani;
- individuare possibili minacce che possano indurre una riduzione dell'abbondanza dei Condroitti;
- classificare le catture a livello di specie.

Nel Mediterraneo si attua "Mediterranean Large Elasmobranchs monitoring" (MedLEM), che è un programma esempio di quanto prima detto. MedLEM monitora le catture e gli avvistamenti di Condroitti nel Mar Mediterraneo (Serena, 2005). Tale piano di monitoraggio si propone di contribuire alla conoscenza e alla conservazione dei grandi squali, seguendo un protocollo comune per la raccolta dei dati, si propone di raccogliere le pubblicazioni

scientifiche sugli Elasmobranchi nel Mar Mediterraneo e, di valutare gli effetti che si realizzano a livello della rete trofica a seguito della scomparsa, declino dei Condrotti. Tutte le informazioni apprese dal 1985 (anno di nascita di MedLEM) ad oggi sono raccolte in un database, consultabile da tutte le organizzazioni nazionali e internazionali coinvolte nella tutela e nella salvaguardia dei pesci cartilaginei. Oltre a MedLEM, un altro progetto nel quale vengono stimate le abbondanze dei Condrotti nel Mediterraneo, è “Mediterranean Trawl Survey” (MEDITS), campagna di pesca che si svolge nel periodo estivo atta a valutare i livelli di presenza e abbondanza delle risorse ittiche, tra cui i pesci cartilaginei. Il personale impegnato in tale campagna, al fine di riconoscere e classificare in maniera ottimale le diverse specie di Condrotti che vengono pescate, è dotato di manuali e guide tassonomiche specifiche. Fino al 2008 altra campagna di pesca analoga al MEDITS, se non per la stagione in cui si svolgeva (solitamente autunno), era il “Gruppo Nazionale per la valutazione delle risorse Demersali” (GROUND). I dati raccolti da questo progetto permettevano di identificare aree di riproduzione presenti all’interno delle zone di pesca, altra informazione importante per una miglior gestione e quindi conservazione delle specie.

### **1.3 La pesca nel Canale di Sicilia- caso di studio: la pesca dei Condrotti in questa area**

Le principali flotte che esercitano attività di pesca nel Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina sono di nazionalità italiana, tunisina e turca. La flotta italiana, nello specifico,(TAB 4) è composta da 476 pescherecci con reti a strascico, 9 pescherecci da traino pelagici, 26 pescherecci con reti a circuizione, 45 pescherecci con palangari e, 669 barche di piccole dimensioni aventi sede in diversi porti siciliani (Farrugio, 2015). I pescherecci siciliani fanno capo a 7 principali porti dislocati lungo la costa siciliana meridionale. Tra questi, quello di Mazara del Vallo risulta essere il principale per quanto concerne la pesca di specie demersali. La sua flotta rappresenta la principale flotta commerciale di pescherecci della zona e, una delle più importanti del Mediterraneo; dati risalenti al 2008 le riconoscono 278 imbarcazioni(TAB. 5). Per lo più la flotta mazarese (circa il 50%) è composta da pescherecci con reti a strascico, aventi una lunghezza complessiva che varia dai 24 ai 40 m. Questa flotta è specializzata nella cattura in acque profonde di crostacei, principalmente gambero rosso e scampi, e di pesci quali merluzzo e triglia rosa. Inizialmente le imbarcazioni di tale flotta sono state utilizzate per le attività di pesca nelle GSA dalla 12 alla 16, cioè nelle aree che comprendono il Canale di Sicilia, la piattaforma continentale tunisina e le aree adiacenti, ma nel 2004 l’attività di pesca si è estesa fino alle acque del Mar Egeo e del Mar Levantino (che corrisponde alla parte più meridionale del Mar Mediterraneo). Solitamente la flotta mazarese è impegnata in battute di pesca di lunga durata (dai 15 ai 25 giorni), che si svolgono sia in acque nazionali che in acque internazionali all’interno del Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina, a livello della

piattaforma continentale o in fondali di profondità compresa tra i 700 e gli 800 m. La restante parte della flotta mazarese è composta da piccoli pescherecci (<130 GRT: "GROSS REGISTERED TONNAGE", che corrisponde alla stazza lorda dell'imbarcazione espressa in tonnellate), che risultano essere impegnati in battute di pesca di breve durata (dai 4 ai 5 giorni) in acque poco profonde e a livello della piattaforma continentale. Sia le restrizioni inerenti le aree "chiuse" (cioè dove la flotta non può esercitare la sua attività) come la Libia (decisione del 2006 fu quella di estendere le acque territoriali libiche di altre 62 miglia) che le restrizioni inerenti le dimensioni delle maglie previste dal Regolamento CEE 1967/2006 del Mediterraneo, fanno sì che, data la peculiare attività di pesca che la contraddistingue (mirata per lo più alla cattura di specie demersali), la flotta mazarese sia maggiormente svantaggiata rispetto le restanti flotte siciliane. Altro porto, appartenente ai 7 principali dislocati lungo la costa siciliana meridionale, è quello di Sciacca; risulta essere il porto più importante per lo sbarco di piccole specie di pesci pelagici lungo la costa siciliana meridionale (GSA16), che risulta essere 2/3 dello sbarco totale in GSA16. In tale porto sono attualmente attive due unità operative (UO), una rappresentata da pescherecci con reti a circuizione e una da coppie di imbarcazioni con reti a traino pelagico. Per entrambi le UO l'*Engraulis encrasicolus*, comunemente chiamata acciuga, risulta essere la principale specie bersaglio, dato il suo elevato prezzo di mercato

GSA 16. SICILIA MERIDIONALE 2011	N^ di imbarcazioni	N^ Reti	N^ Sciabiche	N^ Reti a strascico	N^ Reti da imbrotto o reti da posta	Trappole	Ganci in serie	Altro
A. Imbarcazioni prive di motore (<12m)								
B. Imbarcazioni prive di motore(<6m)	200		10	10	165		43	
C. Imbarcazioni prive di motore(6-12m)	469	62			375		146	
D. Pescherecci con reti a strascico (<12m)								
E. Pescherecci con reti a strascico (12-24m)	322			541			3	
F. Pescherecci con reti a strascico (<24m)	154			239				
G. Pescherecci con reti a circuizione (6-12m)								

H. Pescherecci con reti a circuizione (>12m)	26	38						
I. Pescherecci con palangari (>6m)	45	8						
J. Pescherecci da traino pelagici (>6m)	9		13					
K. Tonniere (>12m)								
L. Draghe (>6m)								
M. Imbarcazioni a motore (>12m)	39	25			32	4	15	
<b>TOTALE</b>	<b>1264</b>	<b>133</b>	<b>23</b>	<b>790</b>	<b>572</b>	<b>4</b>	<b>207</b>	<b>0</b>

TAB. 4 Flotta italiana operante nel Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina (fonte: GFCM task 1 Operational Units Statistical Bulletin (2010)).

Classi di lunghezza	N^ di imbarcazioni	Principali attrezzi utilizzati	N^ membri dell'equipaggio	Principali specie pescate	Principali aree di pesca (GSA)	Durata dell'imbarco (espresso in giorni)
VL1224	21	Reti a strscico	3-4	Gambero rosa di acque profonde; Nasello europeo; Triglia di scoglio; Cefalopodi	16	1-2
VL2440	137	Reti a strascico	7-8	Gambero rosa di acque profonde; Gambero rosso; Scampo; Nasello europeo; Triglia di scoglio e di fango	12, 13, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 26	7-24
VLXX12	99	Pesca su piccola scala	1-2	Seppie e diverse specie di teleostei in genere	16	1
VL1224	5	polivalenti	2-3	Pesce spada e altre specie di teleostei in genere	16	1

VL1224	3	Palangari	3	Pesce spada; Tonno e altre specie di teleostei in genere	12, 13, 16	1-6
VL40XX	13	Flotta oceanica	Non definito	Crostacei; Cefalopodi e diverse specie di teleostei in genere	Mauritania , Africa meridional e e orientale, Guinea Bissau (stato dell'Africa occidental e)	

TAB. 5 Flotta mazarese dai dati del 2008 (fonte: IREPA) I pescherecci italiani operanti nel canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina utilizzano lo stesso tipo di rete a strascico, conosciuta come la "rete a strascico italiana ". Anche se ci sono alcune differenze di materiale tra le reti utilizzate in acque poco profonde e quelle impiegate in acque più profonde, "la rete a strascico italiana" è caratterizzata da una bassa apertura verticale (fino a 1.5 m ), con dimensioni che variano soprattutto a seconda della potenza del motore dell'imbarcazione . Recentemente la dimensione minima di apertura delle maglie da 28 mm è stata aumentata a 40 mm , che è la dimensione legale minima raccomandata dalla CGPM (Consiglio Generale della Pesca nel Mediterraneo) per tutto il Mediterraneo. Generalmente la pesca a strascico si basa principalmente sulla pesca delle specie presenti sulla piattaforma continentale; l'attività di pesca a strascico viene esercitata da pescherecci di lunghezza superiore ai 24 m, appartenenti alla flotta mazarese, che opera tale attività di pesca anche in aree comprese tra i 700 e gli 800 m di profondità. Quindi, da quanto detto finora, si può comprendere che il Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina è una zona in cui viene esercitata un'intensa attività di pesca e, la flotta mazarese è una delle flotte più importanti del Mediterraneo. Oltre alla pesca di vari crostacei e pesci ossei, le imbarcazioni delle diverse flotte del Canale di

Sicilia/piattaforma continentale tunisina sono anche impegnate nella cattura, spesso accidentale, di diverse specie di pesci Condroidi, di cui il Mediterraneo risulta essere estremamente ricco. Non essendo il Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina una regione unica avente caratteristiche simili nei suoi diversi punti, non è possibile stilare una lista unica di specie di Condroidi che vivono permanentemente in essa o che si ritrovano occasionalmente; di conseguenza l'elenco delle specie di pesci cartilaginei per questa area può essere fatta solo combinando elenchi già noti. La piattaforma continentale tunisina è la zona spesso maggiormente studiata da diversi ricercatori; finora, in tale zona, sono state individuate 63 specie di Elasmobranchi che, rappresentano circa il 19 % della fauna ittica tunisina. Di queste 63 specie, 33 risultano essere squali, 29 risultano essere razze, mentre 1

sola specie appartiene alle chimere (Farrugio, 2015). Inoltre, è stato registrato che 23 delle 33 specie di squali e 21 delle 29 specie di razze si trovano nel Golfo di Gabes, che risulta essere la più importante zona di pesca tunisina. Anche nell'isola di Malta, facente parte del Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina, sono state individuate 63 specie di Elasmobranchi; di queste 37 risultano essere squali e 26 risultano essere razze (Farrugio, 2015). Recenti studi condotti in una zona centrale del Mediterraneo, hanno evidenziato la presenza di specie di Elasmobranchi non osservate nelle acque tunisine così come nelle acque maltesi, quali *Squalus megalops* e *Somniosus rostratus*. Inoltre nelle acque vicino al Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina è stata registrata la presenza di una specie di squalo martello: *Sphyrna lewini*; poiché tale specie presenta un comportamento migratorio, non è da escludere che lo si possa ritrovare anche nelle acque della GSA16. Complessivamente, la lista completa di Condroitti presenti nel canale Sicilia/piattaforma continentale tunisina (TAB. 6) contiene 75 specie (41 squali, 33 razze e una chimera ) che, risulta essere quasi il 90 % di tutte le specie di Condroitti presenti nel Mediterraneo (84 specie sono riportate per l'intero Mediterraneo)

SPECIE DI SQUALI E DI CHIMERE	SPECIE DI RAZZE
<i>Heptranchias perlo</i>	<i>Pristis pristis</i>
<i>Hexanchus griseus</i>	<i>Pristis pectinata</i>
<i>Squalus acanthias</i>	<i>Dasyatis pastinaca</i>
<i>Squalus blainville</i>	<i>Dasyatis tortonesei</i>
<i>Squalus megalops</i>	<i>Dasyatis chrysonota</i>
<i>Dalatias licha</i>	<i>Dasyatis centroura</i>
<i>Etmopterus spinax</i>	<i>Dipturus batis</i>
<i>Oxynotus centrina</i>	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>
<i>Centrophorus granulosus</i>	<i>Taeniura grabata</i>
<i>Centrophorus uyato</i>	<i>Torpedo marmorata</i>
<i>Echinorhinus brucus</i>	<i>Torpedo nobiliana</i>
<i>Somnius rostratus</i>	<i>Torpedo torpedo</i>
<i>Squatina squatina</i>	<i>Rhinobatos rhinobatos</i>
<i>Squatina aculeata</i>	<i>Rhinobatos cemiculus</i>
<i>Squatina oculata</i>	<i>Myliobatis aquila</i>
<i>Alopias vulpinus</i>	<i>Pteromylaeus bovinus</i>
<i>Alopias superciliosus</i>	<i>Mobula mobular</i>
<i>Cetorhinus maximus</i>	<i>Gymnura altavela</i>
<i>Carcharodon carcharias</i>	<i>Rhinoptera marginata</i>
<i>Isurus oxyrinchus</i>	<i>Raja clavata</i>
<i>Lamna nasus</i>	<i>Raja miraletus</i>
<i>Sphyrna zygaena</i>	<i>Raja asterias</i>
<i>Sphyrna tudes</i>	<i>Raja montagui</i>
<i>Carcharias taurus</i>	<i>Raja brachyura</i>
<i>Odontaspis ferox</i>	<i>Raja polystigma</i>
<i>Galeus melastomus</i>	<i>Raja africana</i>
<i>Scyliorhinus canicula</i>	<i>Dipturus oxyrinchus</i>
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	<i>Leucoraja circularis</i>
<i>Mustelus asterias</i>	<i>Leucoraja naevus</i>
<i>Mustelus mustelus</i>	<i>Leucoraja militensis</i>

<i>Mustelus punctulatus</i>	<i>Rostroraja alba</i>
<i>Carcharinus brevipinna</i>	
<i>Carcharinus melanopterus</i>	
<i>Carcharinus falciformis</i>	
<i>Carcharinus limbatus</i>	
<i>Carcharinus obseurus</i>	
<i>Carcharinus plumbeus</i>	
<i>Carcharinus brachyurus</i>	
<i>Prionace glauca</i>	
<i>Chimaera monstrosa</i>	

TAB. 6 Lista completa delle specie di Elasmobranchi presenti nel Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina (Farrugio, 2015)

Tuttavia va sottolineato che la presenza di alcune specie, riportate nella tabella precedente, è tutt'ora considerata da alcuni ricercatori dubbia sia nel Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina, sia nel resto del Mediterraneo. Esempio di questo risulta essere *Squalus megalops* che, secondo alcuni ricercatori, viene spesso e volentieri confuso con *Squalus blainvillei*. Grazie però ad analisi morfometriche, condotte in parallelo ad analisi genetiche (DNA Inter Simple Sequence Repeats markers and molecular Barcoding methods), è stato possibile confermare la presenza non solo di *Squalus blainville* ma anche di *Squalus megalops*, che apparentemente appaiono essere individui della stessa specie, ma in realtà appunto non lo sono (Munoz-Chapuli & Ramos, 1989; Marouani et al., 2014; Farrugio, 2015). A livello del Mediterraneo l'Italia, insieme alla Tunisia e alla Turchia, sono i principali Paesi coinvolti nello sbarco di quantità ingenti di Elasmobranchi; difatti il 76% degli sbarchi totali di Elasmobranchi registrati negli ultimi 30 anni, sono imputabili a questi tre Paesi (Fig. 8)

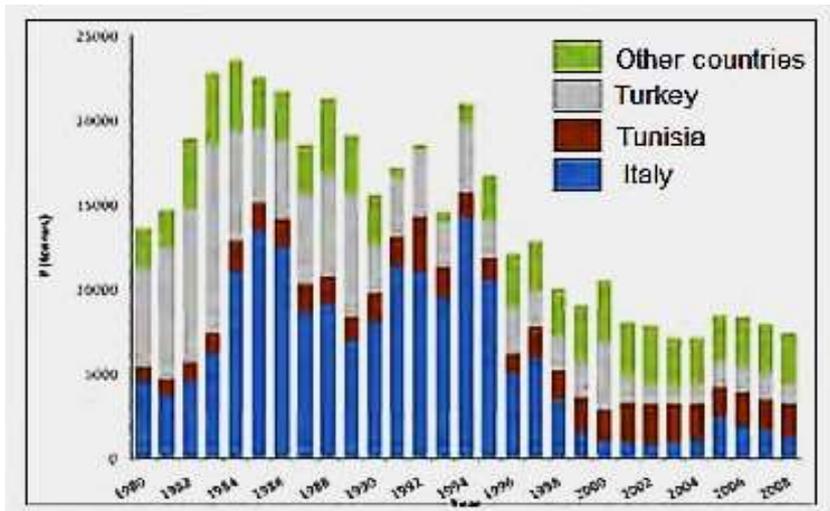


Fig. 8 Catture di Elasmobranchi da parte dell'Italia, Tunisia e Malta dal 1980 al 2008

Le statistiche ufficiali, riguardanti gli sbarchi di Elasmobranchi nel Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina, non sono consultabili, poiché non sono propriamente aggiornate, in quanto l'area si compone di altre zone di pesca più piccole le quali non conteggiano lo sbarco di Elasmobranchi separatamente dal resto degli sbarchi. Tuttavia, attraverso un'analisi bibliografica di 661 documenti che si occupano di elasmobranchi nella zona CGPM (pubblicata poi nel 2012), si è potuto comprendere che le specie di pesci cartilaginei, tra cui squali, razze e chimere, sono di gran lunga il gruppo di pesci marini più a rischio nel Mar Mediterraneo, con 31 specie (40% di tutte le specie di Condroititi) in pericolo critico, in pericolo o vulnerabili (Farrugio, 2015). Questa analisi inoltre mostra una costante diminuzione delle specie di Condroititi nel Mar Mediterraneo a partire dal 1983, dovuta principalmente all'aumentato sforzo di pesca, all'utilizzo di attrezzi non selettivi e, di conseguenza, al degrado dell'ecosistema marino. L'analisi di statistiche riportate dalla FAO hanno evidenziato che negli anni compresi tra il 1950 e il 2011, per Paesi quali Tunisia e Malta, lo sbarco di Condroititi ha raggiunto un picco massimo nel 1992, quando sono state sbarcate 3286 tonnellate, delle quali 3241 imputabili alla flotta tunisina e le restanti 45 alla flotta maltese; sempre dall'analisi delle statistiche della FAO è possibile osservare che dagli anni '80 fino al 2011 lo sbarco di Condroititi ha evidenziato un picco minimo nell'anno 1996, quando sono state sbarcate 1245 tonnellate, delle quali 1202 imputabili alla flotta tunisina e le restanti 43 alla flotta maltese. Ad oggi, le statistiche ci informano che lo sbarco medio annuale di Condroititi per questi due Paesi è di circa 2000 tonnellate (Fig. 9)

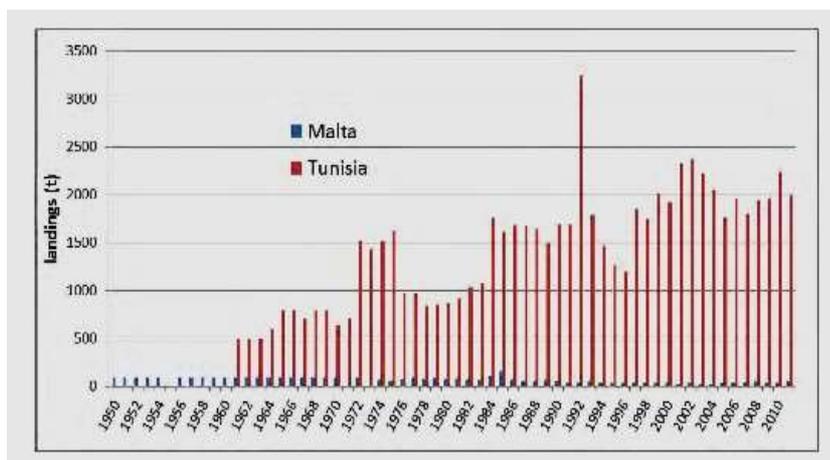


Fig. 9 Sbarcato di Condroitti dal 1950 al 2011 per opera delle attività delle flotte tunisine e maltesi (FAO- Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service).

Campagne scientifiche internazionali, MEDITS e GRUND, condotte dal 1994 al 2009 (la campagna MEDITS viene tutt'ora regolarmente svolta ogni anno) lungo le coste meridionali della Sicilia, comprendendo anche le isole maltesi e le coste settentrionali della Libia e della Tunisia, hanno permesso di stimare l'abbondanza di Condroitti nel Mediterraneo centrale.

Queste campagne hanno inoltre permesso di osservare che tre specie di Elasmobranchi, quali *Echinorhinus brucus*, *Squalus megalops* e *Somniosus rostratus*, precedentemente ritrovati nella zona indagata e riportati nelle tabelle elencanti le specie presenti in essa, non sono mai state campionate. Queste campagne scientifiche hanno inoltre evidenziato che l'unica specie di Chimera presente nel Mediterraneo, *Chimaera monstrosa*, viene regolarmente pescata, in alcuni casi con alta frequenza, con le reti a strascico a profondità comprese tra i 400 e i 500 m a largo delle coste meridionali siciliane; tale specie infatti viene pescata solo dalle imbarcazioni esercitanti attività di pesca ad elevata profondità, come ad esempio le imbarcazioni mazaresi quando sono impegnate nella cattura di gambero rosso. Infine, le campagne scientifiche hanno permesso di osservare la diversità in specie, oltre che abbondanza, di Condroitti che le tre zone indagate (costa meridionale della Sicilia, isole maltesi, coste settentrionali della Libia e della Tunisia) presentano; la maggior ricchezza in specie la si osserva a largo delle isole maltesi e nella acque di transizione tra Malta e la Tunisia (BZ). Dai dati finora forniti, si può dedurre che le acque che fanno capo alla Sicilia sono altamente impoverite di specie neritiche (es. *S. stellaris*) o quest'ultime sono localmente estinte (es. *Squatina* spp) al largo delle coste meridionali, al contrario sempre nella parte meridionale possiamo trovare una elevata abbondanza di altre specie come *S. blainville*, *S. canicula* e *M. mustelus*. Inoltre, specie di acque profonde (ad esempio *G. melastomus*), che vivono ben oltre la soglia di profondità a cui opera la pesca a strascico (cca 750 m), mostrano una stabile o addirittura crescente abbondanza al largo delle coste

meridionali della Sicilia, con elevata resistenza a ripetute attività di pesca a cui sono sottoposte (Farrugio, 2015).

Tre sono le cause che possono spiegare il pattern di distribuzione appena enunciato:

- -la maggior parte delle attività di pesca a strascico svolte nel Mediterraneo non sono selettive nei confronti di elasmobranchi neritici o epibatiali; questi riescono a sopravvivere anche a seguito di una riduzione o di un aumento di temperatura rispetto a quella a cui sono normalmente abituati (riuscendo a mantenere costante la propria temperatura corporea, soprattutto in inverno-primavera) subendo il minor barotrauma possibile (a causa della mancanza della vescica natatoria utilizzabile nel nuoto);
- -gli scavengers e gli organismi che presentano una dieta generalista possono trovare, a profondità elevate, scarti di pesci ossei e invertebrati rilasciati dalle reti durante le attività di pesca a strascico;
- -la recente migrazione, iniziata nel 2004, di molte imbarcazioni esercitanti pesca a strascico verso le zone che presentano una maggior abbondanza di specie di elevato valore commerciali (come il gambero rosso), ha permesso una riduzione delle attività di pesca nelle tradizionali zone batiali.

#### **1.4 Biologia di *Chimaera monstrosa* (Linnaeus, 1758)**

Phylum.....Chordata

Subphylum .....Vertebrata

Superclasse.....Ittiopsidi

Classe.....Chondrichthyes

Sottoclasse.....Holocephali

Superordine..... Holocephalimorpha

Ordine.....Chimaeriformes

Famiglia.....Chimaeridae

*Chimaera monstrosa*, conosciuta come chimera (Fig. 10), è un pesce cartilagineo abissale che vive su fondali fangosi della scarpata continentale, dai 200 ai 1000

metri di profondità (Stehmann & Burkel, 1984). Il suo areale di distribuzione comprende la costa nord-orientale dell'Atlantico (dal Marocco all'Islanda), l'Africa del nord, le isole Azzorre e, tutto il Mediterraneo (Stehmann & Burkel, 1984). Nei mari italiani la chimera è presente nell'Adriatico meridionale ma, è comune soprattutto nel Tirreno e nello Ionio (Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998); nel Mar Ligure la sua cattura sui fondali batiali strascicabili è costante ma non abbondante (Vacchi & Orsi Relini, 1979). *C. monstrosa* è l'unica specie fra i chimeriformi presente nel Mediterraneo. Viene pescata con palamiti di fondo o reti a strascico come cattura accidentale, essendo di scarso interesse economico, se non per l'olio del suo fegato che in passato veniva usato per l'illuminazione (Tortonese, 1956) e tutt'ora può essere utilizzato nell'industria meccanica (Fischer et al., 1978). Negli ultimi anni però, proprio per l'olio di fegato, è cresciuto l'interesse per tale specie per produrre alimenti a consumo umano (Calis et al., 2005).



Fig. 10 *Chimaera monstrosa* (immagine di Wild Wonders of Europe/Lundgren/naturepl.com)

All'interno della famiglia dei chimeridi le specie sono piuttosto simili tra loro; la presenza di una piccola pinna anale distingue il genere *Chimaera* dal genere *Hydrolagus* e fra i caratteri che distinguono le specie vi sono: la colorazione, la forma più o meno appuntita del muso, la forma e la lunghezza degli pterigopodi e dei loro lobi (Last & Stevens, 1994; Didier, 1998). Il capo è grosso con il muso prominente e ottuso sorretto da cartilagini rostrali; il resto del corpo, compresso, va via via assottigliandosi e la coda si prolunga in un lungo flagello. Le sue dimensioni possono raggiungere i 110 cm di lunghezza totale nelle femmine, mentre i maschi sono più piccoli, con dimensioni comprese tra gli 80 e 100 cm (Fischer et al., 1987; Ungaro et al, 1996). La pelle è di colore grigio argentato con variegature e macchie brune nonché con riflessi bluastri sui fianchi e color bianco crema sul ventre; le pinne impari sono bordate di nero mentre le pari sono bruno-giallastre. La chimera è a pelle nuda se non in ristrette zone quali le caratteristiche appendici maschili, ricoperte da appuntite spine ossificate. Le pinne sono rivestite da un sottile epitelio che lascia intravedere i numerosi e sottili raggi cornei di sostegno, i ceratotrichi. Sono presenti due pinne dorsali: la prima è alta, triangolare e appuntita, preceduta da una robusta pinna erettile, dentellata sul margine posteriore e connessa ad un epitelio ghiandolare secernente una sostanza tossica; la seconda è più bassa e molto allungata. Piccola e distinta è la pinna anale mentre la pinna caudale,

gerifocerca, si prolunga in un sottile e lungo flagello. Le pinne pettorali, inserite in posizione latero-ventrale subito dietro all'apertura branchiale, sono ampie ed assicurano il nuoto venendo tenute in continua agitazione in modo ondulatorio. Le pinne pelviche, assai più piccole delle pettorali, nel maschio danno origine agli organi copulatori: gli pterigopodi. Questi infatti sono estensioni cilindriche della parte posteriore delle pinne pelviche, presenti in tutti gli esemplari maschi appartenenti ai Condroitti (Fig. 11). Gli pterigopodi sono bifidi o trifidi ed i loro lobi sono espansi e rivestiti da numerosissime spine. Gli occhi sono molto grandi e ovali. Le ampie narici situate ventralmente subito sopra la bocca, si prolungano con due solchi che terminano nel palato a guisa di coane. La bocca è piccola e dotata di tre paia di robuste piastre dentarie a crescita continua: due superiori (vomere in avanti, palatine dietro) e una inferiore (mandibolari). Lo smalto è limitato ad alcune creste di ispessimenti (tritons) che l'usura mette in rilievo sulle palatine e sulle mandibolari (Vacchi & Orsi Relini, 1979)(Fig. 12).



Fig. 11 Pterigopodi tipici degli individui maschili di *Chimaera monstrosa* (immagine di Silvia Malagola).

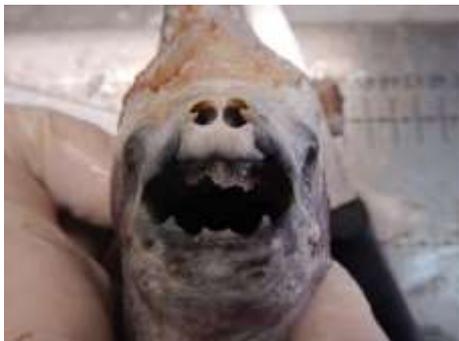


Fig. 12 Narici situate ventralmente sopra la bocca e apertura boccale con visione parziale delle piastre dentarie di *C. monstrosa* (Immagine di Silvia Malagola).

Il canale digerente, come nei chimeriformi in generale, non presenta lo stomaco: al corto esofago fa seguito un ampio intestino medio percorso da alcune spire lasse della valvola spirale che termina con l'ano. La digestione avviene ad opera degli enzimi pancreatici e biliari, riversati nell'intestino (Kobegenova, 1993). L'assenza dello stomaco è una condizione ritenuta primitiva; secondo Kobegenova (1993) nell'evoluzione degli olocefali lo stomaco non è comparso a causa delle abitudini demersali di questo gruppo, che non si è mai spinto verso il

dominio pelagico. Secondo l'autore infatti lo sviluppo dello stomaco sarebbe associato alla colonizzazione di una nuova nicchia ecologica, ossia di predazione ed attiva ricerca del cibo nell'ambiente pelagico. Quindi ogni qualvolta si parli di dieta di *C. monstrosa* ci si riferisce ai dati ottenuti dall'analisi contenuti intestinali (che vengono però in questo studio, e in altri, chiamati stomacali)

Dati generali per il Mediterraneo occidentale, indicano che la Chimera presenta una dieta che varia a seconda della stagione e delle dimensioni, corrispondenti alla PSCFL (pre-supra caudal fin length) (Moura et al., 2005). La PSCFL, corrisponde alla lunghezza dell'animale fino all'inizio della pinna caudale che, in quanto piccola e terminante appunto con un lungo filamento, spesso si rompe, di conseguenza non è utilizzabile per la misura della lunghezza totale dell'individuo. In particolare, per quanto riguarda la dieta, individui sino a 22 cm di PSCFL si nutrono di anfipodi, individui fra i 22 e 46 cm di anfipodi e decapodi, mentre a dimensioni maggiori di 46 cm di decapodi. Tuttavia, sono state osservate significative differenze nella dieta, tra diverse aree geografiche e a diverse profondità (Moura et al., 2005). Da questo possiamo dedurre allora che, nonostante abbiano un certo grado di specializzazione alimentare che varia con le dimensioni, questa specie è in grado di cambiare alimentazione in conformità con la disponibilità di prede. La linea laterale, a differenza della maggior parte degli elasmobranchi e dei pesci ossei in cui è formata da una rete di canali scavati nel derma ed aperti verso l'esterno con piccoli pori situati ad intervalli regolari, in tutti i chimeriformi è formata da solchi completamente aperti verso l'acqua circostante (Inoue et al., 2010). I solchi, ben visibili, formano una rete sul capo e si prolungano lungo il tronco sino alla coda. Ciò che distingue gli individui di sesso femminile da quelli di sesso maschile, non è solo la presenza o assenza degli pterigopodi, ma anche la presenza o meno di tenacula armati di uncini a livello cefalico e pettorale. I tenacula sono tre appendici sostenute da cartilagine, con le quali i maschi sessualmente maturi probabilmente trattengono le femmine durante l'accoppiamento. Il tenaculum frontale è una piccola protuberanza allargata all'estremità, che sporge in avanti dal dorso del capo ed è munita sul lato inferiore di numerosi uncini rivolti all'indietro; il maschio lo usa a mo' di gancio attorno alla spina delle femmine o a cavallo delle sue pinne dorsali. I tenacula pelvici, invece, sono due appendici a forma di paletta situati sul ventre, anteriormente alle pinne pelviche, che vengono tenute riposte in due tasche cutanee. I tenacula pelvici sono erettili, presentano una fila di uncini sul loro margine interno e probabilmente servono da ulteriori strumenti per trattenerne la femmina nella copula (Fig. 13).

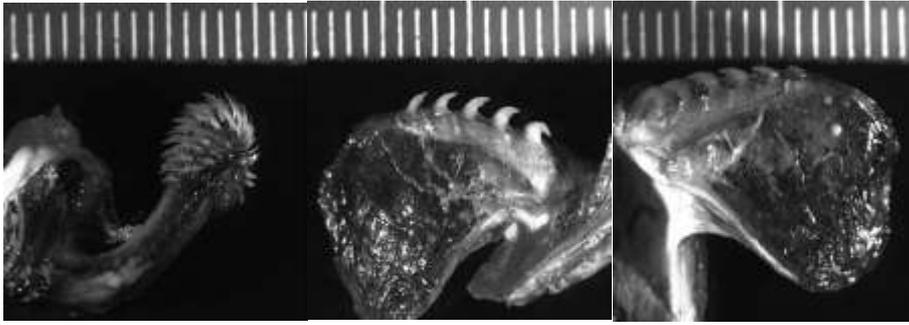


Fig. 13 Tenacula cefalico e pelvici di *Chimaera monstrosa* (immagine di Silvia Malagola).

Poco si sa riguardo la biologia e i tratti di *life history* che contraddistinguono la chimera, così come per la maggior parte delle specie di scarpata e di acque profonde (Sion et al., 2003). Le informazioni disponibili indicano che *Chimaera monstrosa* è una specie a strategia-K: gli individui presentano una crescita lenta, una bassa fecondità, un'elevata età alla maturità e, sono estremamente longevi (Gordon et al., 1995; Koslow et al., 2000). Come per molte specie di squali di profondità (Girard and Du Buit, 1999), anche per *Chimaera monstrosa* è stata osservata segregazione per sesso o per taglia a diversi range di profondità (Clo et al., 2002; Sims, 2003; Simis, 2005), ma le cause e i meccanismi che vi sono alla base sono ancora sconosciuti. È importante però riuscire a definire tali meccanismi per un'efficiente gestione spaziale degli stock, per prevenire un'ulteriore riduzione di tale specie e, per comprendere come la pesca possa essere selettiva a livello d'individui di un dato sesso o di determinate dimensioni. A livello mondiale questa specie viene classificata nella categoria "NEAR THREATENED", cioè "quasi a rischio", in funzione appunto delle abbondanti catture accidentali a cui è sottoposta e, a causa della scarsa conoscenza che si ha della sua biologia (IUCN 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2), mentre nel Mediterraneo viene classificata nella categoria "LEAST CONCERN", cioè "non desta preoccupazione" (IUCN 2016. Lista rossa dei Vertebrati del Mediterraneo. Version 2016-2)

#### 1.4.1 Biologia riproduttiva

*C. monstrosa*, come tutti gli Olocefali, è una specie ovipara. La fecondazione è interna ed avviene tramite appunto i due organi copulatori del maschio: gli pterigopodi. Durante la primavera e l'estate diversi autori stimano che la chimera compia delle migrazioni verticali per rilasciare le capsule ovigere a profondità inferiori ai 100 metri (Stehmann & Burkel, 1984). La femmina rilascia simultaneamente due capsule ovigere, una da un ovidotto e una dall'altro; diverse paia di capsule vengono rilasciate ogni anno nella stagione riproduttiva, ma non si conosce il numero esatto. Le capsule ovigere restano unite alla ghiandola nidamentale all'interno dell'ovidotto per diversi giorni e, vengono poi direttamente lasciate sul fondale marino, in corrispondenza di substrati piani

fangosi o sabbiosi, ma sono state ritrovate anche su fondi sassosi e su letti di alghe (Sathyanesan, 1966; Dean, 1906). In *C. monstrosa* la capsula ovigera può misurare fino ai 16 cm di lunghezza, è una sorta di astuccio a forma allungata, più ampio ad una estremità che contiene il capo e il tronco dell'embrione, più stretto verso l'altra estremità che termina con una sottile appendice che funge da ancora per fissarsi al fondo. La capsula ovigera è dotata di strette espansioni laterali che decorrono per tutta la sua lunghezza e presentano numerose fessure a livello delle branchie dell'embrione, che permettono l'entrata di acqua assicurando la respirazione. Nelle specie ovipare, come nel caso di *C. monstrosa*, l'utero protegge le uova durante la sclerotizzazione della capsula e poi finché non avviene la deposizione, processi che possono durare anche alcuni giorni (Hamlett & Hysell, 1998). All'inizio si pensava che l'utero nelle specie ovipare fosse semplicemente un condotto che le uova dovevano percorrere per uscire (Wourms et al., 1988), in realtà è un tratto molto complesso con specializzazioni strutturali. L'utero è, perciò, coinvolto nella caratterizzazione della struttura e della chimica della superficie delle capsule e può facilitare processi biochimici associati con la polimerizzazione delle capsule, incluso il fornire ossigeno e l'assorbire acqua (Koob & Hamlett, 1998; Hamlett & Koob, 1999). Al momento della schiusa, la capsula ovigera si rompe in corrispondenza di una "cucitura" in rilievo che corre lungo tutta la sua lunghezza lasciando uscire il pesce neonato (Tortonese, 1956) (Fig. 14). La temperatura dell'acqua, gioca un ruolo importante nel determinare il tasso e la velocità dello sviluppo embrionale.



Fig. 14 Capsule ovigere di *Chimaera monstrosa* trovate in natura (immagine di Silvia Malagola).

Negli Olocefali in generale l'incubazione nella capsula ovigera può durare da 9 a 12 mesi (Dean, 1906). Ad ora non è comunque possibile stimare tale durata con esattezza. Altra componente, la cui struttura e funzione è ancora piuttosto sconosciuta, è lo "sperm pouch" presente nelle femmine, che si trova tra gli uteri e l'apertura anale. Si suppone che tale struttura abbia la funzione di fungere da riserva di sperma per le femmine.

### 1.5 Biologia di *Squalus blainville* (Risso,1827)

Phylum.....Chordata

Subphylum.....Vertebrata

Classe.....Chondrichthyes

Sottoclasse.....Elasmobranchii

Superordine.....Selacimorpha

Ordine.....Squaliformes

Famiglia.....Squalidae

*Squalus blainville*, comunemente conosciuto come Spinarolo bruno (Fig. 15), è uno squalo demersale; vive in acque sia tropicali che temperate per lo più a profondità comprese tra i 16 e i 420 m, anche se è possibile che si trovi fino a 700 metri di profondità (Compagno et al., 2005; Serena, 2005). Il corpo è allungato, robusto e fusiforme; il capo è depresso, con muso poco appuntito. Presenta due pinne dorsali aventi un margine biancastro e munite anteriormente di una spina (4/5 dell'intera lunghezza della spina) che l'animale può utilizzare per difesa quando si sente minacciato. Possiede due pinne pelviche e, come tutti gli Squaliformes, è sprovvisto di pinna anale. La pinna caudale è bilobata e asimmetrica, con il lobo ventrale più piccolo di quello dorsale; è possibile inoltre osservare una fossetta precaudale sul margine superiore del peduncolo caudale. Presenta una colorazione grigiobruna sul dorso, mentre il ventre assume una colorazione più tendente al bianco-crema. Gli occhi, grandi e di forma ovale, presentano un diametro orizzontale doppio di quello verticale. Le valve nasali sono bilobe, con lobo esterno notevolmente più grande di quello interno (Fig. 16). Su entrambe le mascelle sono presenti denti piccoli e appiattiti, presentanti un bordo liscio e una sola cuspidine nettamente obliqua. Femmine e maschi presentano dimensioni simili, la taglia massima osservata è pari a 110 cm (Kousteni & Megalofonou, 2011).



Fig. 15 *Squalus blainville* (immagini di Wild Wonders of Europe/Lundgren/naturepl.com).



Fig. 16 Valve nasali bilobe di *S. blainville* (immagine tratte da [www.ilmaredamare.com](http://www.ilmaredamare.com)).

E' presente in tutto il Mediterraneo (Stehman et al., 1984), tra il Mediterraneo e il Mar Nero, nell'Oceano Atlantico e nell'Oceano Pacifico (Compagno et al., 2005; Serena, 2005). Spesso viene confuso con un'altra specie presente anch'essa in tutto il Mediterraneo: *Squalus megalops* (Fig. 17).

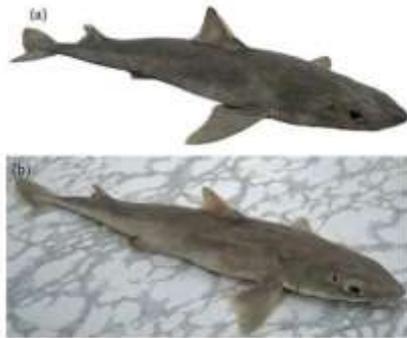


Fig. 17 Immagine di *S. blainville* (a) e di *S. megalops* (b) (Marouani et al., 2011). Solo attraverso studi genetici e studi molecolari è stato possibile ravvisare le differenze che distinguono le due specie. Una di queste è ad esempio a livello delle cuspidi delle scaglie, tricuspide in *S. blainville* e monocuspide in *S. megalops* (Fig. 18).

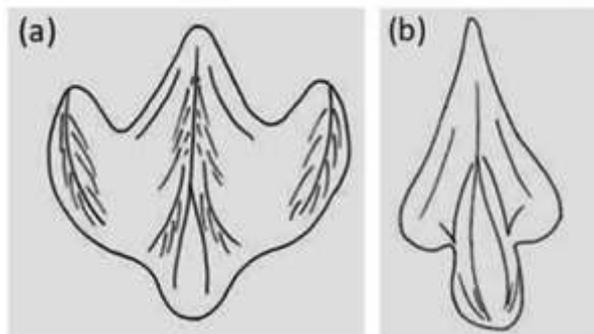


Fig. 18 Cuspide di *S. blainville* (a), cuspide di *S. megalops* (b) (Marouani et al., 2011).

La maggior parte degli studi riguardanti la sistematica e la biologia di questa specie, sono stati condotti nella parte centro-occidentale del Mediterraneo

(Ledoux, 1970; Quignard, 1971; Capapè, 1975; Cannizzaro et al., 1995), mentre nella parte mediterranea orientale l'unico studio condotto a livello di *S. blainvillei* è quello che è stato condotto nel 2010 (e pubblicato nel 2011) da Kousteni & Megalofonou. In altre aree invece, come ad esempio il Mar Ionio, le conoscenze riguardanti la biologia di *Squalus blainville* sono assai carenti o assenti poiché, nonostante sia stato ricercato per molto tempo (Matarrese et al., 1996), non è mai stata registrata la sua presenza. Di recente però, durante la conduzione di studi atti a valutare l'abbondanza di alcune specie di gamberetti, quali *Aristeus antennatus* e *Aristaeomorpha foliacea*, in acque profonde lungo le coste greche del Mar Ionio, dove le attività di pesca si svolgono ad una profondità massima di 400 m, è stata registrata un'elevata abbondanza di *Squalus blainville* (Sion et al., 2003). L'intensa attività di pesca nelle acque del Mediterraneo orientale, svolta fino agli 800 m di profondità e, la particolare vulnerabilità degli squali dovuta alla strategia-k che li contraddistingue (crescita lenta, bassa fecondità, elevata età alla maturità sessuale, longevità) (Stevens et al., 2000), ha stimolato diversi ricercatori a raccogliere più informazioni biologiche di base possibili riguardanti diverse specie di elasmobranchi, tra cui *S. blainville*. E' una specie di discreto interesse commerciale più o meno regolarmente presente nei mercati ittici di diverse aree geografiche tra cui la Sicilia, la Tunisia, il Marocco, la Grecia, la Turchia e, occasionalmente altrove (Bauchot, 1987), anche se le difficoltà d'identificazione (per la somiglianza appunto con *S. megalops*) spesso costituisce un problema per la reale stima dell'abbondanza di tale pesce. *Squalus blainville* viene per lo più pescato come cattura accidentale di palangari semi-pelagici, di tremagli e di reti a strascico, come ad esempio quelle atte alla pesca gamberi rossi nel Canale di Sicilia (Coelho et al., 2005). Circa un terzo del pescato di questa attività di pesca rappresenta la cattura accidentale di Condroititi in questa zona, in particolare la pesca di *S. blainville* e di *S. acanthias* ne rappresentano il 5% (Ragonese et al., 2000). In questa area geografica *S. blainville*, come altre specie di elasmobranchi, viene pescato in maniera intensa a causa della buona qualità della sua carne, che viene commercializzata per il consumo umano (1.200 tonnellate di *Squalus acanthias* e *Squalus blainville* sono stati sbarcati nel 1982) (Cingolani et al., 1986). Quindi la pesca selettiva per alcune specie di crostacei presenti nelle acque profonde di tale zona potrebbe mettere a rischio la sopravvivenza di diverse specie di elasmobranchi, tra cui appunto *S. blainville*, pescandoli accidentalmente. In generale i dati finora disponibili indicano un forte calo dell'abbondanza di vari specie di elasmobranchi nel Mar Mediterraneo, imputabile non solo alla strategia-k che li contraddistingue a alla natura semi-chiusa che caratterizza tale bacino ma anche appunto ad un'attività di pesca intensa. Di conseguenza, per poter gestire al meglio le popolazioni di *S. blainville*, è necessario effettuare studi al fine di raccogliere più dati possibili riguardanti la biologia che contraddistingue tale specie. Scarsi sono i dati riguardanti l'ecologia alimentare che contraddistingue questa specie; i pochi che si hanno a disposizione riguardano principalmente gli esemplari rinvenuti nelle acque tunisine (Capapè, 1975). Dallo studio di questi si è potuto constatare che

per lo più *Squalus blainville* si nutre di piccoli pesci ossei, crostacei e molluschi. A livello mondiale tale specie viene classificata come “DATA DEFICIENT”, cioè si hanno a disposizione pochi dati per poterla classificare realmente, come in parte detto in precedenza (IUCN 2016 IUCN Red List of Threatened Species.Version 2016-2), mentre nel Mediterraneo viene classificato nella categoria “VULNERABLE”, cioè “vulnerabile” (IUCN 2016. Lista rossa dei Vertebrati del Mediterraneo. Version 2016-2)

### 1.5.1 Biologia riproduttiva

*Squalus blainville*, è una specie ovovipara a fecondazione interna che può riprodursi tutto l’anno (Kousteni & Megalofonou, 2011); al termine di ogni atto riproduttivo può rilasciare in ambiente dai 3 ai 4 individui della lunghezza di circa 23 cm (Serena, 2005). Durante l’ovulazione infatti, che avviene in cavità addominale, vengono ovulati dai 3 ai 4 ovociti alla volta, dai due ovari indifferentemente o anche da un solo ovario. Anche in questo caso la temperatura dell’acqua gioca un ruolo fondamentale nel determinare il tasso e la velocità dello sviluppo embrionale. Come tutti gli individui appartenenti alla classe dei Condrotti, i maschi si differenziano dalle femmine per la presenza degli pterigopodi, che al momento della copula con la femmine si aprono a ventaglio e, sono sprovvisti di uncini (Fig. 19).



Fig. 19 Pterigopodi di *S. blainville* (Immagine di Silvia Malagola)

Dopo la fecondazione le uova, date da un sottile strato di vitellogenina e da denso materiale gelatinoso, si spostano in corrispondenza degli uteri, più o meno allargati e seconda delle dimensioni degli embrioni. Qui gli embrioni si sviluppano, diventando dapprima embrioni quasi completamente formati dotati ciascuno di un proprio ampio sacco vitellino da cui traggono nutrimento (Fig. 19) e, successivamente, si sviluppano in individui completamente formati sessabili, dotati di un sacco vitellino in buona parte riassorbito (Fig. 20). Al momento poi del rilascio in ambiente acquatico il sacco vitellino in breve tempo viene completamente riassorbito (Cannizzaro et al., 1995; Kousteni & Megalofonou, 2011).



Fig. 19 Embrioni in fase di sviluppo negli uteri (Immagine di Silvia Malagola)



Fig. 20 Piccoli vicino al momento del rilascio in ambiente acquatico, si può notare la presenza ancora del sacco vitellino ma in buona parte già riassorbito (Immagine di Silvia Malagola).

## **OBIETTIVI**

La mia tesi ha avuto come obiettivi:

1. Raccolta di dati relativi a *C. monstrosa* nel Canale di Sicilia, nel periodo 2014-2015; analisi della sua composizione in termini di numero di maschi/femmine, numero di individui immaturi/maturi.
2. Raccolta di dati relativi a *S. blainvillei* nel Canale di Sicilia, nel 2015; analisi della sua composizione in termini di numero di maschi/femmine, numero di individui immaturi/maturi.
3. Analisi della biologia riproduttiva di *C. monstrosa* e di *S. blainvillei*: fecondità, taglia alla maturità sessuale e caratteristiche dell'apparato riproduttore.
4. Studio della dieta di *C. monstrosa* e di *S. blainvillei*.
5. Stima dell'età di *C. monstrosa*.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Area di studio

Il Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina, chiamato anche Stretto di Sicilia (Fig.21), è un'area ampia, di circa 100 miglia di larghezza, che divide il Mar Tirreno e il Mar Mediterraneo occidentale dal Mar Mediterraneo orientale. Quest'area, caratterizzata da una forte idrodinamicità, comprende la piattaforma continentale di quattro paesi: Italia, Malta, Tunisia e Libia. Si tratta di una delle più importanti zone di pesca del Mediterraneo, dove le flotte pescherecce di tutti e quattro i paesi operano in maniera intensa, pescando grandi quantitativi di pesce durante tutto l'anno. Questo Canale/piattaforma continentale presenta una complessa morfologia del fondale, con la parte settentrionale (cioè la costa meridionale della Sicilia) costituita da una piattaforma stretta e acque generalmente più profonde di 200 metri (eccetto due banchi, uno nella parte orientale, "Malta bank", e uno nella parte occidentale, "Adventure bank", che sono profondi circa 100 metri e sono tra loro separati nella parte centrale mediante una "lingua" stretta di mare) e, con la parte meridionale (costa del Nord Africa) caratterizzata invece da ampie piatteforme e da profondità minori (nel golfo di Gabes non si superano i 30 metri di profondità fino a che non si oltrepassano le 100 miglia nautiche dalla costa). Al di sotto dei 200 metri di profondità la topografia del fondale marino risulta essere estremamente irregolare. A tali profondità infatti, in particolare tra la Sicilia e la Tunisia, è possibile osservare numerosi canyon, trincee profonde e ripidi pendii. Al contrario tra Malta e la Libia, a meno di 300 m di profondità, il fondale si caratterizza per una maggior regolarità, per poi diventare nuovamente ripido e scosceso ad est della Malta Bank (Fig. 22 e 23a-b) (Garofalo et al., 2010; Farrugio, 2015).



Fig.21 Area di studio cerchiata; con la stella viene indicato il porto di Mazara del Vallo.

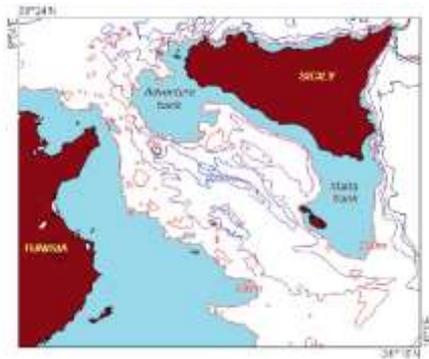


Fig. 22 Mappa batimetrica del Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina. Questa area è caratterizzata da processi idrodinamici che , determina lo scambio di masse d'acqua tra la parte occidentale e quella orientale del Mar Mediterraneo. Al fine di gestire al meglio l'attività di pesca, questa area è suddivisa in cinque sotto aree geografiche GFCM (FIG 2b )

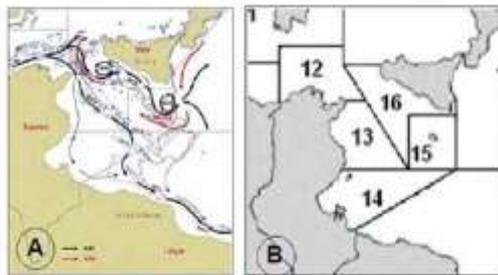


Fig 23a: Masse d'acqua circolanti nel Canale di Sicilia/piattaforma continentale tunisina AW Atlantic Water, ABV Adventure Bank Vortex, ISV Ionian Stream vortex, AIS Atlantic Ionian Stream, ATC Atlantic Tunisian Current, LIW Levantine Ionian water.(Source: doc n° 32). Fig 23b: GFCM sotto aree geografiche (GSA)

## **2.2 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di *C. monstrosa***

I campioni processati sono stati raccolti, su richiesta, da due pescherecci commerciali, “Regina” e “Vincenza Giacalone”, entrambe imbarcazioni della flotta peschereccia di Mazara del Vallo. I campioni erano stati pescati durante le battute di pesca finalizzate alla cattura di gambero rosso; *C. monstrosa*, infatti, è una specie che vive ad elevate profondità, ed è quindi facilmente pescabile durante appunto la cattura di tale crostaceo. Inoltre, alcuni campioni provengono dalle campagne di pesca effettuate nell’ambito del progetto MEDITS (International Bottom Trawl Survey in the Mediterranean), recuperati poi dal personale dell’ISMAR di Mazara del Vallo a bordo del peschereccio S. Anna, anch’esso appartenente alla flotta peschereccia di Mazara del Vallo, e, trasportati presso l’ istituto IAMC-CNR U.O.S. di Mazara del Vallo dove sono poi stati da me processati. Il periodo di raccolta dei campioni va da Dicembre 2014 a Novembre 2015. Tutti i campioni, sono stati congelati a bordo e, sono stati analizzati successivamente una volta portati in l’istituto. Ad ogni individuo è stato attribuito lo stadio di maturità (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012;

Tavola di maturità in Appendice 2a), inoltre sono state misurate la lunghezza totale, la lunghezza anale, la PSCFL( pre-supra caudal fin length, cioè la lunghezza dal muso alla fine della seconda dorsale), espresse in millimetri (Fig. 24), e il peso, espresso in grammi; sono state anche misurate le dimensioni, in termini di lunghezza e larghezza, degli pterigopodi, dei testicoli, dell'epididimo e delle vescicole seminali, per i maschi, espresse in millimetri, mentre per le femmine sono state misurate le dimensioni, in termini di lunghezza e larghezza, degli ovari, delle ghiandole nidamentali, degli ovidotti posteriori e degli uteri, espresse in millimetri. Inoltre, per entrambi i sessi, è stato misurato il peso del fegato, poi inoltre per i maschi il peso dei testicoli e, per le femmine il peso degli ovari e delle ghiandole nidamentali. Tutti i pesi sono stati espressi in grammi. Le misurazioni delle dimensioni corporee (LT, LA, PSCFL) sono state fatte con un metro con precisione di 0.5 cm, mentre tutte le misure dell'apparato riproduttore(sopra indicate) con un calibro a quadrante con precisione di 0.05 mm. I pesi, sia dell'animale in toto che delle diverse parti corporee prelevate, sono stati misurati attraverso una bilancia di precisione PCE-BS 3000 avente precisione  $\pm 0.3$  gr. Sono stati quindi calcolati l'indice epatosomatico IES (peso fegato/peso totale)\*100 e, l'indice gonadosomatico IGS (peso gonadi/peso totale)\*100. Per protocollo completo vedere Appendice 1a

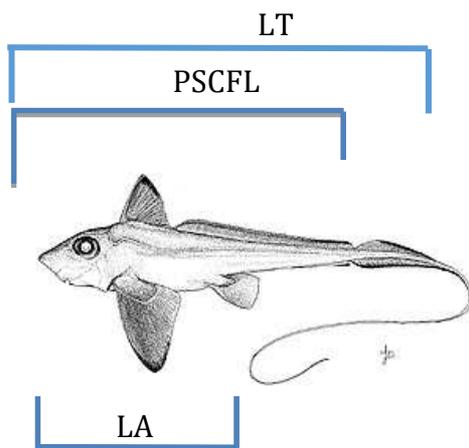


Fig. 24 Schema delle misure morfometriche di *C. monstrosa* (Disegno di *C. monstrosa* da [www.horta.uac.pt](http://www.horta.uac.pt)).

Dai maschi e dalle femmine di tutti gli stadi di maturità, sono stati prelevati e fissati in Dietrich (composizione in Appendice 3) le diverse parti del loro apparato riproduttore; nello specifico, dai maschi sono stati prelevati e fissati epididimo, vescicole seminali e testicoli; dalle femmine sono stati prelevati e fissati gli ovidotti posteriori, gli uteri, le ghiandole nidamentali e gli ovari. Quest'ultimi sono stati fissati separatamente dal resto dell'apparato riproduttore femminile e in un altro fissativo, formalina al 10% in acqua di mare, e, sono stati utilizzati per la stima della fecondità. I campioni fissati sono stati portati presso la Stazione Idrobiologica di Chioggia, dove sono poi state condotte

le analisi istologiche. Per le femmine, di diversi stadi di maturità, le analisi istologiche sono state eseguite a livello delle ghiandole nidamentali; per i maschi, di diversi stadi di maturità, le analisi istologiche sono state eseguite a livello dei testicoli. I singoli campioni sono stati inclusi in paraplast. Una volta inclusi, i campioni sono stati lasciati all'aria a raffreddare e, successivamente sono stati riposti in frigorifero a raffreddare ulteriormente. In seguito ciascun campione è stato fissato su un blocchetto di ferro e opportunamente etichettato, pronto ad esser sezionato al microtomo. Tramite il microtomo ciascun campione è stato suddiviso in sezioni trasversali di 7µm di spessore e, ciascuna di esse è stata posta su un vetrino porta-oggetto precedentemente bagnato con acqua distillata e posto su una piastra avente temperatura di circa 37 °C, così da far aderire saldamente su di esso la sezione. Una volta fissate e, opportunamente etichettate, tutte le sezioni di ciascun campione sono state sottoposte al processo di colorazione con ematossilina-eosina. Il protocollo dell'inclusione e della colorazione è consultabile nell'Appendice 3. Al termine della colorazione, i vetrini, posti su un piano, sono stati lasciati ad asciugare. Dopo essersi asciugati, tutti i vetrini sono stati osservati al microscopio ottico LEICA DMLB a diverso ingrandimento (5X; 10X; 20X; 40X..), così da poter osservare e fotografare al meglio, tramite la fotocamera LEICADFC420, la struttura e le componenti dei tessuti in esame.

### **2.3 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di *S. blainville***

Alcuni dei campioni processati sono stati raccolti da imbarcazioni della flotta peschereccia di Mazara del Vallo, quali "Celestino B", "Nuovo Andrea Primo" e "Angelo Padre"; la restante parte dei campioni processati, proviene invece dalla campagna di pesca effettuata nell'ambito del progetto MEDITS (International Bottom Trawl Survey in the Mediterranean), recuperati da personale dell'ISMAR di Mazara del Vallo a bordo del peschereccio S. Anna, anch'esso appartenente alla flotta peschereccia di Mazara del Vallo e, trasportati presso l'istituto IAMC-CNR U.O.S. di Mazara del Vallo dove sono stati da me processati. Il periodo di raccolta dei campioni va da Giugno 2015 ad Ottobre 2015. I campioni provenienti dalla campagna MEDITS sono stati congelati a bordo e sono stati analizzati successivamente una volta portati in istituto; per quanto riguarda invece i campioni raccolti dalle imbarcazioni della flotta peschereccia di Mazara del Vallo, il processamento è avvenuto subito dopo la consegna di questi in Istituto, a seguito della battuta di pesca a strascico che le imbarcazioni effettuano giornalmente.

Ad ogni individuo è stato poi attribuito lo stadio di maturità (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012; Tavola di maturità in Appendice 2b), sono state misurate la lunghezza totale e la lunghezza standard (cioè la lunghezza che dell'animale dal muso all'inserzione prima dell'inizio della pinna caudale) espresse in millimetri (Fig. 25) e, il peso espresso in grammi; inoltre sono state misurate (in termini di lunghezza e larghezza): pterigopodi, testicoli, epididimo,

vescicole seminali, ovari, ghiandole nidamentali, ovidotti, uteri, espressi in millimetri; inoltre, per entrambi i sessi, è stato misurato il peso del fegato, poi inoltre per i maschi il peso dei testicoli e, per le femmine il peso di ovari e ghiandole nidamentali. Tutti i pesi sono stati espressi in grammi. I metodi di misurazione utilizzati e i metodi di calcolo di IES e IGS sono gli stessi che sono stati utilizzati per *C. monstrosa*. Per protocollo completo vedere Appendice 1b.

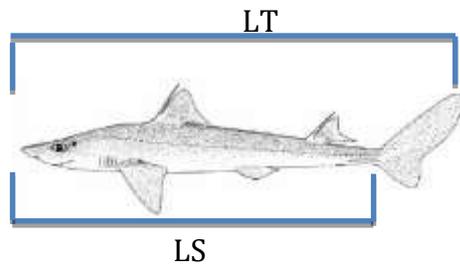


Fig. 25 Schema delle misure morfometriche di *S. blainvillei* (Disegno di *S. blainvillei* da [www.fao.org](http://www.fao.org)).

#### **2.4 Stima della fecondità di *C. monstrosa* e *S. blainvillei***

La stima della fecondità è stata condotta sulle femmine mature (stadio 3a, 3b, 4a e 4b per *C. monstrosa* e 3a, 3b, 3c e 3d per *S. blainvillei*). Gli ovari sono stati mantenuti in fissativo (formalina al 10% in acqua di mare) per almeno quindici giorni. Poi per ogni ovario sono state misurate le dimensioni di tutti gli ovociti, usando un calibro a quadrante con precisione di 0.05 mm.

#### **2.5 Studio della dieta di *C. monstrosa* e *S. blainvillei***

Lo studio della dieta è avvenuto attraverso l'analisi dei contenuti stomacali di entrambe le specie. Gli stomaci utilizzati per lo studio della dieta sono stati raccolti dagli stessi campioni utilizzati per lo studio della biologia riproduttiva di entrambe le specie. Durante la dissezione degli esemplari, è stato valutato se lo stomaco fosse pieno oppure vuoto; gli stomaci pieni sono stati prelevati e conservati in alcool 70% in acqua di mare filtrata fino al momento dell'analisi. Dopo aver estratto lo stomaco dall'alcool, utilizzando carta assorbente si è eliminato alcool il più possibile.

Allo stomaco è poi stato attribuito il grado di pienezza, servendosi del protocollo di laboratorio utilizzato presso il CNR-IAMC, UOS di Mazara del Vallo.

Tale protocollo prevede quattro stadi di pienezza:

- 0: vuoto;

- 1: pochi resti digeriti; -
- 2: pieno da 1/4 a
- 1/2; - 3: pieno oltre 1/2.

Se nel contenuto stomacale era ancora presente una grande quantità di alcool, quest'ultimo veniva eliminato utilizzando una pipetta Pasteur. L'intero contenuto stomacale è stato quindi pesato utilizzando una bilancia con precisione di 0.01 g. Successivamente, le prede sono state separate, identificate consultando diversi manuali (Repurt Riedl; Falciai/Minervini; Giulia D'angelo-Stefano Gargiullo; Giovanni Nikiforos; [www.fao.org](http://www.fao.org)) e, contate attraverso l'utilizzo di uno stereomicroscopio. Il materiale non identificabile, perché ampiamente digerito, è stato pesato separatamente. Per ogni componente identificata si è cercato di arrivare al livello tassonomico più basso possibile. Le diverse prede sono state quindi pesate utilizzando una bilancia con precisione di 0.01 g. Ad ogni componente del contenuto stomacale è stato attribuito un indice di digestione che va da 0, non digerito, a 3, completamente digerito. Nel momento in cui si rinvenivano solo frammenti di organismi (zampe, occhi, becchi, otoliti ecc...), il numero di prede che veniva riportato corrispondeva al minimo numero possibile di individui da cui i frammenti potessero provenire (ad esempio, se si ritrovano tre occhi, il numero di individui doveva essere almeno due). Per l'identificazione dei pesci, se l'animale era molto digerito, sono stati utilizzati gli otoliti la cui forma, che è specie-specifica, è stata confrontata con campioni di riferimento o, con le foto disponibili nel database AFORO (Shape Analysis of Fish Otoliths: <http://www.cmima.csic.es/aforo/index.jsp>). Lo stesso è stato fatto con i cefalopodi, basandosi sulla forma dei becchi (Vegetaux et Invertebres, CEE-fao.org)

## **2.6 Stima dell'età di *C. monstrosa***

La stima dell'età di *C. monstrosa*, è stata eseguita mediante l'osservazione degli incrementi di crescita ravvisabili nella spina, situata posteriormente alla prima pinna dorsale. La spina è stata rimossa da ogni individuo, facendo scorrere una lama tra questa e la prima pinna dorsale, in modo da riuscire a comprendere nel taglio la base intera della spina. Le spine poi sono state fatte bollire e, successivamente, mediante una pinza sottile da laboratorio è stata rimossa la carne e la cartilagine ad esse attaccata.

Una volta pulite, le spine sono state etichettate opportunamente, sono state poi poste su carta assorbente e, sono state lasciate ad asciugare all'aria per una notte intera. Il giorno seguente, una volta asciugatesi, sono state eseguite delle misurazioni, con calibro a quadrante con precisione 0.05 mm, di diverse parti della spina (Calis et al., 2005) (Fig. 26):

-diametro (mm) della base della spina;

- diametro (mm) della spina posta frontalmente all'apice della cavità polpare;
- diametro (mm) della base della spina posta lateralmente;
- diametro (mm) della spina posta lateralmente all'apice della cavità polpare;
- distanza (mm) dalla base della spina all'apice della cavità polpare;
- distanza (mm) dall'apice della cavità polpare all'apice della spina;
- distanza (mm) dalla base della spina all'apice della spina;
- spessore della chiglia

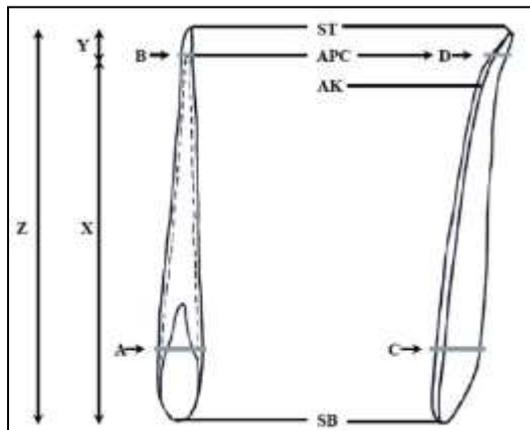


Fig. 26 Spina di *C. monstrosa* vista frontalmente (a sinistra) e vista lateralmente (a destra); A, diametro della base della spina(SB); C, diametro della base della spina(SB); B, diametro all'apice della cavità polpare(APC); D, diametro all'apice della cavità polpare(APC); X, distanza dalla base della spina all'apice della cavità polpare; Y, distanza dall'apice della cavità polpare all'apice della spina; Z, Distanza dalla base della spina all'apice della spina (Calis et al., 2005).

Nel caso in cui vi fossero spine con l'apice rotto o, comunque aventi usure a livello di questo, che potessero falsare la reale lunghezza totale della spina, è stata applicata una correzione che ha permesso di standardizzarne la lunghezza (Sullivan,1977). Sono state poi eseguite, sulle spine più lunghe, delle sezioni seriali e longitudinali per stabilire la posizione ottimale di taglio delle sezioni trasversali contenenti la serie completa d'incrementi di crescita (Sullivan, 1977) e, per studiare al meglio la struttura della spina. Individuato il punto ottimale per lo studio, per le spine integre, cioè non presentanti rottura o usura dell'apice, sono state tagliate due sezioni, rispettivamente a 1.0 cm dall'apice della spina e a 1.5 cm dalla prima sezione; per le spine non integre invece, sono state tagliate sempre due sezione, ma rispettivamente a 0.5 cm dall'apice della spina e a 1.5 cm dalla prima sezione. Le sezioni, sono state tagliate con una sega a bassa velocità BUEHLER-ISOMET (Modello n111280-250), dotata di una lama BUEHLER di diamante, dopo aver chiaramente segnato con una matita sulla spina i punti di taglio. Le spine più piccole, prima di esser tagliate per ricavarne le sezioni, sono state inglobate in toto in resina all'interno di contenitori porta cubetti di ghiaccio. I blocchi in resina sono stati lasciati solidificare in stufa per circa sei ore ad una temperatura non superiore ai 65°C. Dopo aver tagliato le

sezioni, queste sono state montate singolarmente su un vetrino porta-oggetto, dopo aver disciolto della resina su quest'ultimo. Una volta fissate sul vetrino porta-oggetto, le sezioni sono state molate con carta abrasiva (1913 siawat pianura, sia Abrasives, [www.sia-abrasives](http://www.sia-abrasives.ch) ch) e, lucidate con ossido di alluminio, così da poter eliminare i segni del taglio, oltre a migliorare la risoluzione della struttura interna della spina. Le sezioni sono poi state illuminate con una luce trasmessa a bassa intensità in fibra ottica e, visualizzate ad un ingrandimento 100X. Per poter osservare ancor più chiaramente la struttura interna della spina, è stata applicata sulle sezioni una goccia di olio minerale bianco (CAS 8042-47-5; nome Proprietary; "Olio per bambini").

## **2.7 Analisi dei dati**

Tutti i dati sono riportati come media  $\pm$  deviazione standard e tutte le analisi sono state eseguite utilizzando i pacchetti STATISTICA 8.0, MICROSOFT EXCEL per Windows e PRIMER 6 & PERMANOVA + (Anderson et al., 2008). Prima di applicare un test parametrico sono stati verificati gli assunti (distribuzione normale dei dati e omogeneità delle varianze); se questi non erano verificati i dati sono stati trasformati e se anche dopo la trasformazione i dati violavano gli assunti è stato usato un test non parametrico. Per testare differenze tra due gruppi di campioni è stato usato il test t (solo dopo aver verificato la validità degli assunti). Sono state fatte analisi per verificare differenze fra indici espressi come percentuale (IES, IGS e fullness%) e per verificare differenze fra indici quali H' e J'.

### **2.7.1 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di *C. monstrosa* e di *S. blainville***

Per tutte le analisi in cui sono state confrontate le relazioni che legano la taglia degli animali con altre misure morfometriche, è stata utilizzata per *C. monstrosa* PSCFL (mm) come misura indicatrice della lunghezza degli animali, in quanto è significativamente e positivamente correlata con LT (mm) e LA (mm),  $r > 0.93$ ,  $p < 0.05$ , (inoltre PSCFL risulta essere maggiormente affidabile nel definire la taglia in quanto molto spesso gli animali risultavano essere in condizioni da non poter esser misurati in toto), mentre per *S. blainvillei* è stata utilizzata LT (mm), in quanto è significativamente e positivamente correlata con LS (mm)  $r = 0.83$ ,  $p < 0.05$ . Per entrambe le specie è stata poi calcolata la distribuzione di frequenza, rispettivamente delle PSCFL e delle LT dei campioni, per verificare se vi fossero differenze significative tra femmine e maschi, considerando però, nel caso di *C. monstrosa*, che il numero di maschi campionati era nettamente inferiore rispetto al numero di femmine ( $N_m = 19$ ;  $N_f = 80$ , per *C. monstrosa*;

Nf=50;Nm=35, per *S. blainville*). I dati sono stati trasformati come logaritmo in base dieci per normalizzarli, nei grafici vengono riportati però i dati non trasformati. Sono state inoltre calcolate le distribuzioni di frequenza delle PSCFL e delle LT di femmine e maschi, divisi per stadio di maturità. È stata applicata un'analisi di regressione per verificare la relazione tra varie misure morfometriche quali PSCFL/LT-peso totale; peso totale-peso ovari/peso ghiandole nidamentali/peso testicoli. Applicando il test  $\chi^2$  è stata calcolata la quantità di femmine e di maschi sul totale degli individui campionati e la quantità di femmine e di maschi nelle diverse stagioni (per *C. monstrosa*) e nella stagione estiva (per *Squalus blainville*), per verificare se queste differivano dall'atteso 1:1. La stima della PSCFL<sub>50</sub> e di LT<sub>50</sub> di femmine e maschi è stata fatta utilizzando una curva sigmoide e, sulla base dell'errore standard è stato calcolato l'intervallo di confidenza al 95%, mentre la scarsa numerosità degli individui campionati, soprattutto maschi, non ha permesso il calcolo per *C. monstrosa* della A50, per cui vengono riportati semplicemente l'età massima e minima dell'individuo maturo di entrambi i sessi.

### 2.7.2 Stima della fecondità

Come stima della fecondità ovarica è stato utilizzato il numero di ovociti con diametro maggiore di 2.5 mm per *C. monstrosa* e, il numero di ovociti con diametro maggiore di 8.5 mm per *S. blainville*. Per ciascuna specie è stato scelto questo diametro come soglia perché nella distribuzione di frequenza il numero di ovociti si riduce notevolmente dopo i rispettivi valori. La fecondità di ciascuna specie è stata poi messa in relazione con le dimensioni della femmina, attraverso un'analisi di regressione.

### 2.7.3 Studio della dieta

Le diete di *C. monstrosa* e di *S. blainville*. Sono state analizzate seguendo la stessa metodologia. Per ciascun taxa di prede sono stati calcolati (Hyslop, 1980):

- la percentuale di occorrenza:  $F\% = (ni/N)*100$ ; dove ni è il numero di stomaci in cui è stata trovata la preda i e N è il numero totale di stomaci non vuoti;
- la percentuale in numero:  $N\% = (ni/nt)*100$ ; dove ni è il numero totale di individui della preda i trovati negli stomaci e nt è il numero totale di individui di tutte le prede trovati in tutti gli stomaci non vuoti;
- la percentuale in peso:  $P\% = (pi/pt)*100$ ; dove pi è il peso di tutti gli individui della preda i rinvenuti negli stomaci e nt è la somma del peso del contenuto stomacale di tutti gli stomaci non vuoti.

-

Per *C. monstrosa* i taxa sono stati riuniti in gruppi ampi sulla base del criterio tassonomico ad eccezione di *Ebalia nux*, per la quale si è verificato se contribuiva

in modo importante alla dieta, essendo stata ritrovata ed identificata in molti degli stomaci analizzati. Per *S. blainville* i taxa, indipendentemente dal valore di F%, sono stati mantenuti separati, poiché è stato possibile identificare con precisione diverse specie di prede (Appendice 4a per *C. monstrosa*; Appendice 4b per *S. blainville*). Ogni indice fornisce informazioni diverse riguardo la dieta:

- percentuale di occorrenza: fornisce solo una descrizione qualitativa; non fornisce alcuna informazione sulla quantità totale di una data preda negli stomaci (Hyslop, 1980).
- percentuale in numero: esprime lo sforzo esercitato dall'animale nel selezionare e catturare le diverse prede, anche se sovrastima l'importanza di prede piccole catturate in grandi numeri (Hyslop, 1980).
- percentuale in peso: conduce ad una sovrastima dell'importanza di singole prede con massa elevata (Hyslop, 1980).

Dal momento che IRI (indice d'importanza relativa) sintetizza le informazioni fornite dai tre indici, è preferibile il suo utilizzo (Pinkas et al., 1971).

IRI della preda i:  $IRI_i = (P_i\% + N_i\%) * F_i\%$ . Questo indice viene anche espresso come IRI% della preda i (Hacunda, 1981):  $IRI\% = (IRI_i / \sum IRI) * 100$ . Inoltre per entrambe le specie sono stati calcolati i valori dell'indice di diversità, su valori di biomassa, di Shannon-Weaver, l'indice di diversità di Pielou e la fullness %:

- fullness % = (peso del contenuto stomacale/peso totale)\*100 (Hyslop, 1980);
- indice di Shannon - Weaver (Shannon & Weaver, 1949) come:  $H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$  dove  $p_i$  è la quantità della preda i sul totale delle prede rinvenute nello stomaco;
- indice di Pielou (Pielou, 1966) come:  $J' = H' / H_{max}$ , dove  $H_{max}$  è il massimo valore che può assumere  $H'$  ed è uguale a  $\log(S)$  ( $S$  è il numero totale di specie trovate nello stomaco).

La fullness % può essere utilizzata per esprimere l'intensità con cui si alimentano gli individui utilizzati per lo studio della dieta (Hyslop, 1980). L'indice di Shannon-Weaver, indicato con  $H'$ , permette di valutare la diversità trofica, tenendo conto della ricchezza in taxa (o più nello specifico in specie) delle prede e, della distribuzione di queste tra i diversi taxa. L'indice di Pielou, indicato come  $J'$ , è un indice di equiripartizione che valuta per lo più, dandone maggior importanza, come le prede si distribuiscono nei diversi taxa. Per la fullness %, l'indice di Shannon - Weaver e quello di Pielou è stata testata l'esistenza di differenze in relazione a sesso e maturità per entrambe le specie studiate. Sui dati di biomassa, trasformati in radice quadrata, sono state applicate analisi multivariate. Sono state costruite matrici di similarità usando come distanza la similarità di Bray Curtis. Usando queste matrici è stato poi costruito un ordinamento nMDS. L'analisi PERMANOVA è stata fatta per testare l'esistenza di

differenze nella dieta in funzione di sesso e maturità. Se la differenza tra gruppi risultava essere significativa è stata applicata poi l'analisi SIMPER per individuare i taxa di prede che maggiormente contribuivano a spiegarla (Appendice 5).

#### 2.7.4 Stima dell'età di *C. monstrosa*

I vetrini porta-oggetto, sui cui sono state fissate le sezioni delle spine utilizzate per la stima dell'età degli individui di *C. monstrosa*, sono stati osservati al microscopio LEICA MZ 9.5 al fine di poter contare gli anelli, rappresentanti gli incrementi di crescita degli individui (Fig.27). Ogni anello infatti corrisponde ad un anno di vita dell'animale (Calis et al., 2005). Sono state poi messe in relazione la PSCFL (mm) e l'età (anni) così da poter calcolare i valori di  $L_{inf}$ ,  $k$  e  $t_0$ , mediante i quali poi è stato possibile costruire la curva di età di Von Bertalanffy degli individui campionati di entrambi i sessi:  $L(t)=L_{\infty}*[1-\exp(-k*(t+t_0))]$ . Non è stato fatto per sessi separati perché il numero di individui maschi a disposizione era insufficiente.

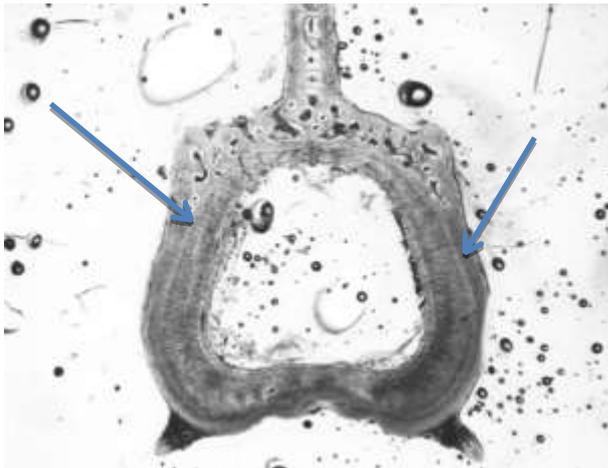


Fig. 27 Immagine di sezione di spina di *C. monstrosa*; le frecce indicano gli anelli rappresentanti gli incrementi di crescita degli individui, stimati in anni (Immagine di Silvia Malagola).

### 3. RISULTATI

#### 3.1 C. monstrosa

Per un totale di 99 individui è stato rilevato il sesso; 80 erano femmine e 19 erano maschi. La sex-ratio totale è significativamente diversa dall'atteso 1:1 ed è nettamente sbilanciata a favore delle femmine ( $\chi^2=36.36$ ,  $p<0.0001$ ; 4.2F:1M) (Fig.28).

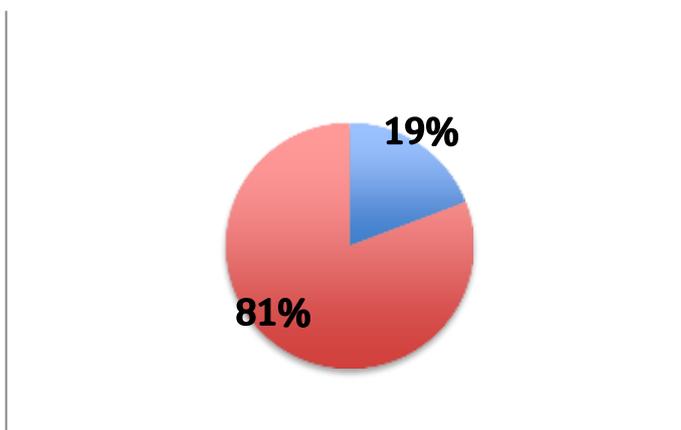


Fig. 28 Percentuale di maschi (blu) e di femmine (rosso) sul totale degli individui campionati.

Se si considerano separatamente i campioni delle diverse stagioni, anche in questo caso la sex-ratio risulta significativamente diversa dall' atteso 1:1 e, sbilanciata a favore delle femmine in tutte le stagioni considerate (TAB. 7Fig. 29).

Stagione	$\chi^2$	p	FF:MM
Primavera	30.25	<0.001	35 femmine 1 maschio
Estate	4.36	0.03	2.3F:1M
Autunno	5.23	0.01	2.9F:1M

TAB.7 Analisi della sex-ratio nelle diverse stagioni. Vengono riportati i valori di  $\chi^2$ , del p-value associato e la proporzione di femmine per ogni maschio.

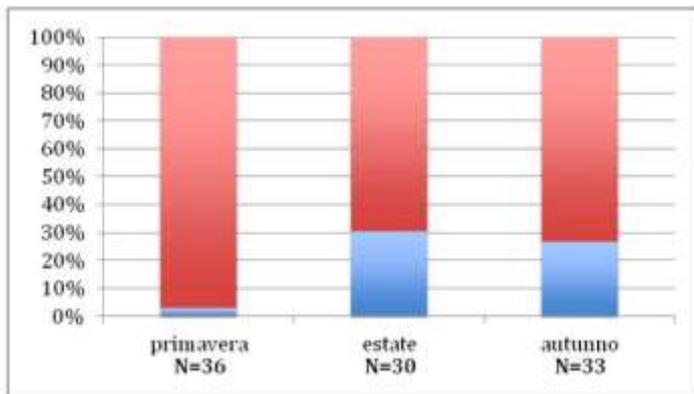


Fig. 29 Percentuale di maschi (blu) e femmine (rosso) nelle diverse stagioni; numero di individui per sesso nelle diverse stagioni.

La maturità è stata attribuita a tutti gli individui campionati. Di questi il 60.6% era immaturo, mentre il 39.4% era maturo.

Inoltre, per entrambi i sessi è stata calcolata la percentuale di individui immaturi e maturi nelle diverse stagioni, riportato in Fig.30a e 30b.

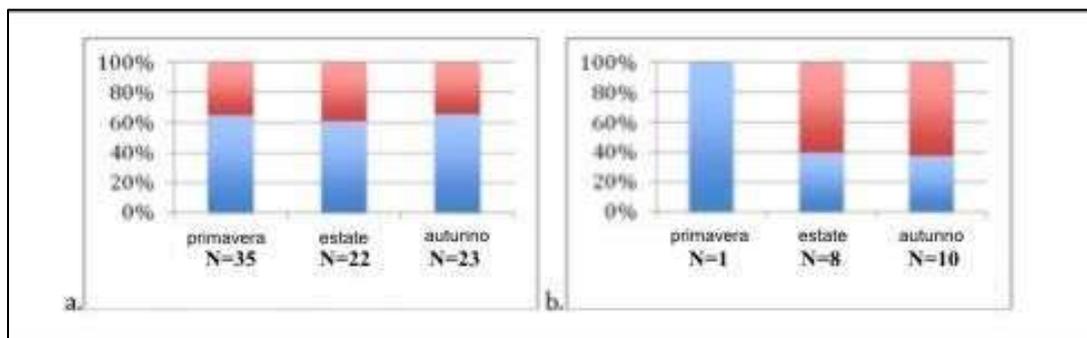


Fig. 30 I grafici mostrano la percentuale di individui immaturi (blu) e maturi (rosso) separatamente per femmine (a) e maschi (b).

La percentuale di individui maschi di *C. monstrosa* immaturi in primavera risulta essere pari al 100%, poiché in questa stagione è stato campionato un solo individuo maschio che risultava essere immaturo. Quindi la percentuale di individui maschi in primavera, mostrata in Fig.b, non fornisce alcuna informazione circa la proporzione di individui immaturi e non in quella data stagione per quel dato sesso.

### 3.1.1 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di *C. monstrosa*

Sono stati analizzati gli apparati riproduttori di 99 individui, 80 femmine (PSCFL=355 ± 68 mm; range: 170-460 mm) e 19 maschi (PSCFL=357 ± 62 mm; range: 170-420 mm). Tra le femmine 53 erano immaturo (PSCFL=324 ± 62 mm; range: 160-430 mm) e 27 mature (PSCFL=417 ± 23 mm; range: 375-460 mm). Tra i maschi 8 erano immaturi (PSCFL=311 ± 74 mm; range: 170-390 mm) e 11

maturi (PSCFL=391 ± 14 mm; range: 375-420 mm). La distribuzione di frequenza delle PSCFL totali dei campioni mostra che femmine e maschi sono caratterizzati da un simile intervallo di lunghezze (Fig.31). Il valore minimo di PSCFL è 170 mm, che corrisponde appunto alla lunghezza del più piccolo individuo campionato, che in questo caso sono un maschio ed una femmine di stadio di maturità 1. La distribuzione di frequenza delle PSCFL non mostra differenze tra maschi e femmine di *C. monstrosa* campionati ( $Z=0.11$ ,  $p=0.9$ ,  $N_f=80$ - $N_m=19$ ,  $FF:355\pm 68$  mm,  $MM:357\pm 62$  mm).

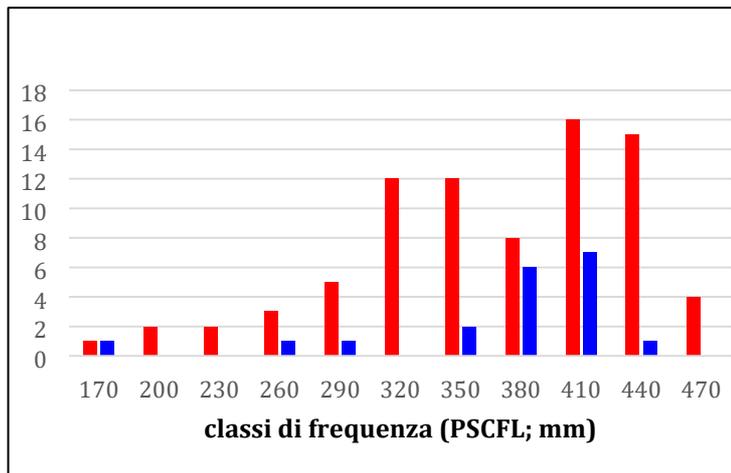


Fig. 31 Distribuzione di frequenza delle PSCFL totali di maschi (blu) e femmine (rosso).

In Fig. 32a e 32b vengono riportate le distribuzioni di frequenza delle femmine, divise per stadio di maturità, e dei maschi, anch'essi divisi per stadio di maturità. In questo caso, la scarsa numerosità di individui maschi nel campione, non permette un confronto tra le distribuzioni di frequenza dei sessi, per verificare la similarità di PSCFL ai diversi stadi di maturità, in quanto alcuni stadi per i maschi (a differenza delle femmine) non sono stati campionati.

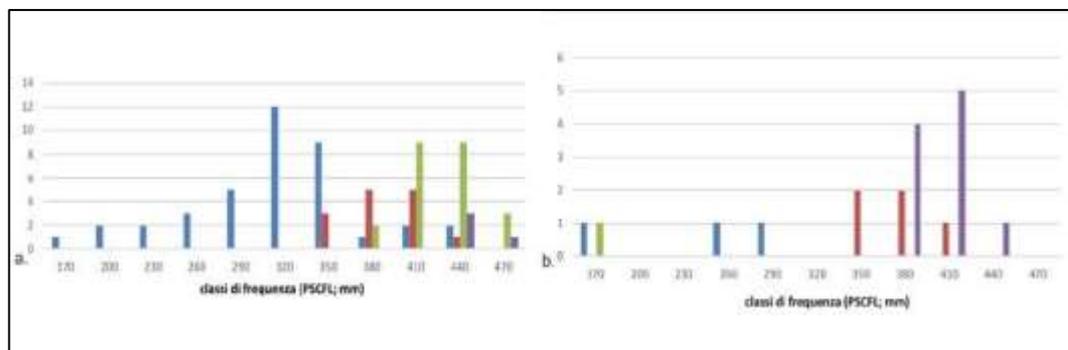


Fig. 32 Distribuzione di frequenza delle femmine divise per stadio di maturità (a) e dei maschi divisi per stadio di maturità (b); blu: stadio 1; rosso: stadio 2; verde: stadio 3; viola: stadio 4.

La taglia di maturità sessuale (PSCFL<sub>50</sub>) è risultata pari a 407 mm per le femmine (intervallo di confidenza: 400.1-413.9 mm) mentre quella dei maschi è risultata pari a 375 mm (intervallo di confidenza: 366.0-383.8 mm) (Fig.33).

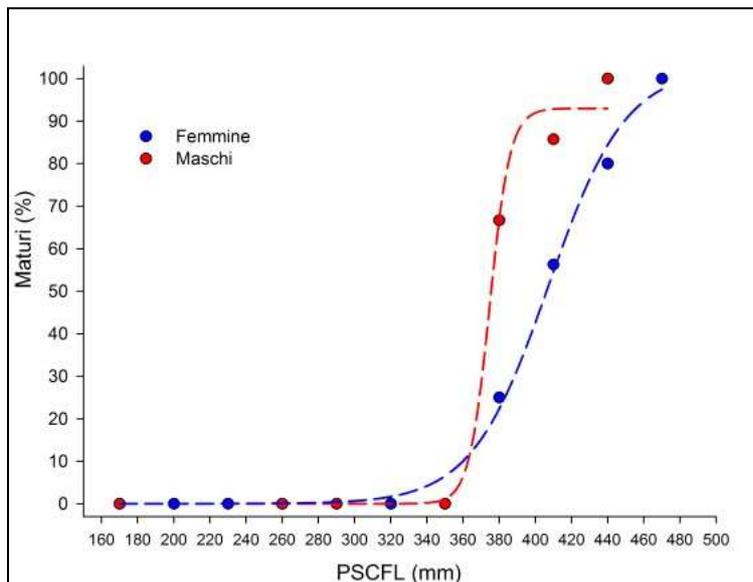


Fig. 33 Curva di PSCFL<sub>50</sub>; curva blu per le femmine, curva rossa per i maschi.

La relazione PSCFL (mm) e peso (gr) degli individui totali campionati risulta essere significativa (peso totale=5e-06(PSCFL)<sup>3.09</sup>; R<sup>2</sup>=0.9; gdl=1; F=665.2; p<0,001) sia per gli individui femmine che per gli individui maschi analizzati (Fig. 34).

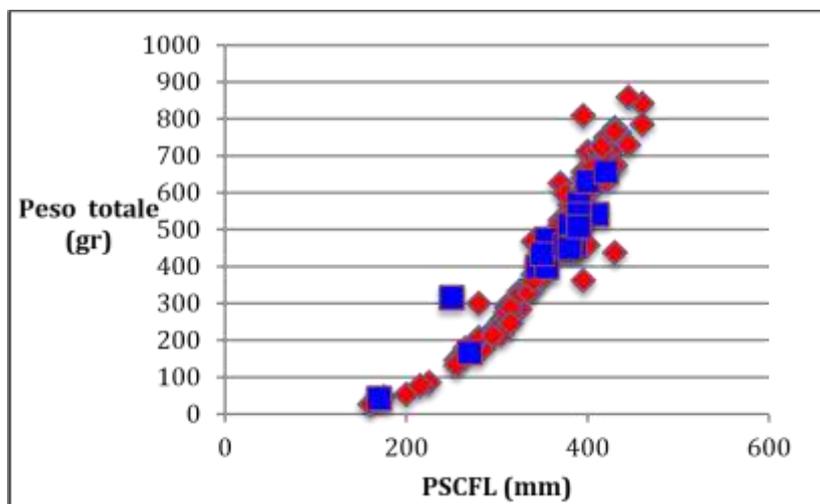


Fig. 34 Relazione PSCFL(mm)-Peso(gr) dei campioni, delle femmine (rosso) e dei maschi (blu).

Gli indici epatosomatici sono simili tra maschi e femmine (15.34 ± 4.73% per le femmine; 15.04±4.42% per i maschi). Lo stesso possiamo dire per le dimensioni del fegato (Fig. 35), in quanto gli individui di entrambi i sessi a parità di taglia

presentano dimensioni simili. Non sono state osservate differenze a livello di IES tra sessi ( $Z=0.26$ ,  $p=0.8$ ,  $gdl=97N_f=80-N_m=19$ ). Anche in questo caso la relazione risulta essere significativa, poiché appunto al crescere del peso corporeo totale si accresce anche il peso dell'organo in questione ( $\text{peso fegato}=3e^{-0.9} (\text{peso totale})^{4.07}$ ;  $gdl=1$ ;  $R^2=0.88$ ;  $F=219$ ;  $p<0.001$ ).

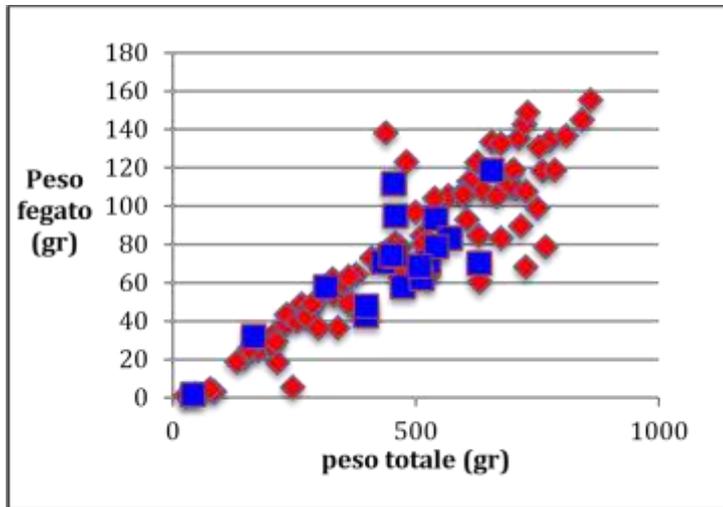


Fig.35 Relazione tra peso fegato(gr) e peso totale dell'individuo per le femmine (rosso) e per i maschi (blu).

Nella Tabella 8 vengono riportati i valori di IES, in termini di media e di deviazione standard, divisi per sesso e per stadio di maturità. Qualora non vi fosse stato un numero sufficiente di individui da poter calcolare media e deviazione standard per quel dato stadio di maturità, sono stati riportati i singoli valori di IES. Per entrambi i sessi è possibile osservare che i valori di IES, ai singoli stadi di maturità, sono molto simili tra loro; in generale è possibile osservare un aumento graduale del valore di IES dallo stadio 1 allo stadio 4. Il massimo valore di IES, sia per femmine che per maschi, è stato stimato infatti in individui di stadio 4 (4a e 4b per le femmine, 4a per i maschi).

SESS	St. 1	St. 2	St. 3a	St. 3b	St. 4a	St. 4b
♀♀	13.73±5.1 4	17.24±3.8 4	15.58±2.6 0	15.59±3.1 7	16.92;31.5 3	19.65;20.4 0
♂♂	13.91±8.4 1	12.96±2.1 1	14.57	/	16.46±4.0 3	/

TAB. 8 Valori di IES (media-deviazione standard) per singolo stadio di maturità delle femmine (rosso) e dei maschi (blu); qualora vi fosse un numero insufficiente di individui per stadio è stato riportato il singolo valore per individuo.

E' stata poi misurata la relazione peso totale-peso degli ovari ( $\text{peso ovari} = 6e^{-11} (\text{peso totale})^{3.87}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.42$ ;  $F=60.53$ ;  $p<0.001$ ) (Fig. 36a) e, peso totale-peso delle ghiandole nidamentali ( $\text{peso gh.nid} = 1e^{-11} (\text{peso totale})^{4.07}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.6$ ;  $F=113.34$ ;  $p<0.001$ ) (Fig. 36b); dal grafico si osserva che femmine mature, a parità di peso totale, hanno ghiandole nidamentali e ovari di peso maggiore rispetto a quello delle femmine immature. Si osserva però che nel caso di femmine mature in ripresa (nel grafico indicate con il cerchio arancione), appartenenti allo stadio di maturità indicato come 4b, il valore del peso degli ovari e delle ghiandole nidamentali si sovrappone in parte o totalmente a quello delle femmine immature, indicate come 1 e 2. Per i campioni di maschi è stata misurata la relazione peso totale dell'individuo-peso dei testicoli ( $\text{peso testicoli} = 2e^{-06} (\text{peso totale})^{2.31}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.62$ ;  $F=31.80$ ;  $p<0.001$ ) (Fig. 37); dal grafico si osserva un generale aumento del peso dei testicoli al crescere dello stadio di maturità. Tutte le relazioni sono risultate essere significative.

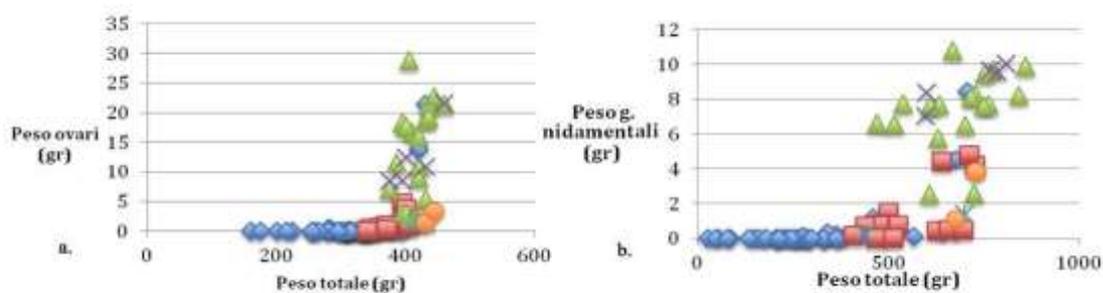


Fig.36 Relazione tra peso totale (gr) e peso degli ovari (gr) (a); relazione tra peso totale (gr) e peso delle gh.nidamentali(gr) (b); rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: 4a; cerchio arancione: 4b.

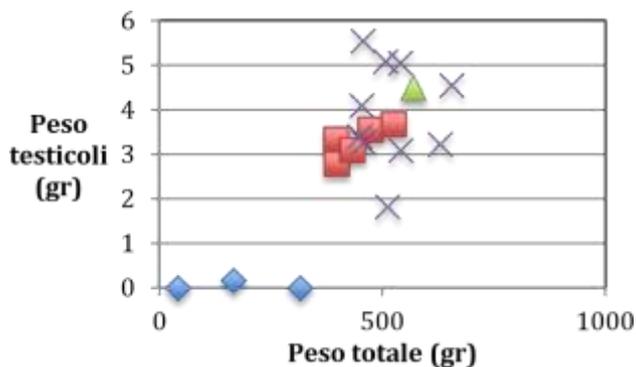


Fig.37 Relazione tra peso totale dell'individuo (gr) e peso dei testicoli (gr); rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; stella azzurra: 4a.

Per gli individui di entrambi i sessi, le diverse parti dell'apparato riproduttore sono state messe in relazione con PSCFL (mm) per i diversi stadi di maturità.

Nello specifico, sono state rappresentate per le femmine le relazioni:

- PSCFL-lunghezza /larghezza degli ovari (Fig. 38 a e b);
- PSCFL-lunghezza/larghezza delle ghiandole nidamentali (Fig. 39 a e b);
- PSCFL-lunghezza/larghezza degli ovidotti (Fig. 40 a e b);
- PSCFL-lunghezza/larghezza degli uteri (Fig. 41 a e b);

per i maschi sono state rappresentate le relazioni: -

- PSCFL-lunghezza /larghezza dei testicoli (42 a e b);
- PSCFL- lunghezza /larghezza dell'epididimo (43 a e b);
- PSCFL-lunghezza /larghezza delle vescicole seminali (44 a e b); -PSCFL-  
lunghezza/larghezza degli pterigopodi (45 a e b).

Nella maggior parte delle relazioni si evidenzia una relazione positiva tra la larghezza-lunghezza della componente dell'apparato riproduttore in esame e la PSCFL. Infatti per lo più si osserva che al crescere di questa si ha anche una crescita delle diverse componenti in esame. Caso a sé riguarda la lunghezza degli ovidotti, si osserva infatti che all'aumentare della PSCFL (a cui corrisponde via via un cambio di maturità) la lunghezza di questi diminuisce, quindi la relazione che intercorre tra i due parametri è di tipo negativo. Questo è legato al fatto che in una femmina riproduttivamente attiva gli ovidotti posteriori diventano in parte uteri. La relazione che lega la PSCFL con le vescicole seminali, nel caso degli individui maschi di *C. monstrosa*, mostra che non vi è una chiara crescita delle dimensioni di quest'ultime (nel passaggio da uno stadio di maturità al successivo) all'aumentare del valore della PSCFL, anzi in alcuni casi è addirittura possibile osservare una loro regressione. Si può inoltre osservare che le dimensioni di una data componente rispetto alla PSCFL non indica così chiaramente uno stadio di maturità rispetto ad un altro. Infatti è possibile osservare, sia nelle relazioni riguardanti i maschi che nelle relazioni riguardanti le femmine una sovrapposizione dei valori delle diverse componenti soprattutto dallo stadio di maturità 2 in poi. Per entrambi i sessi la sovrapposizione si osserva soprattutto fra individui di stadio 2 immaturi e individui di stadio 4a a riposo. Infine, per quanto riguarda la relazione PSCFL-pterigopodi dal grafico si osserva che dallo stadio di maturità 2 le dimensioni degli pterigopodi sono simili a quelle degli individui maturi.

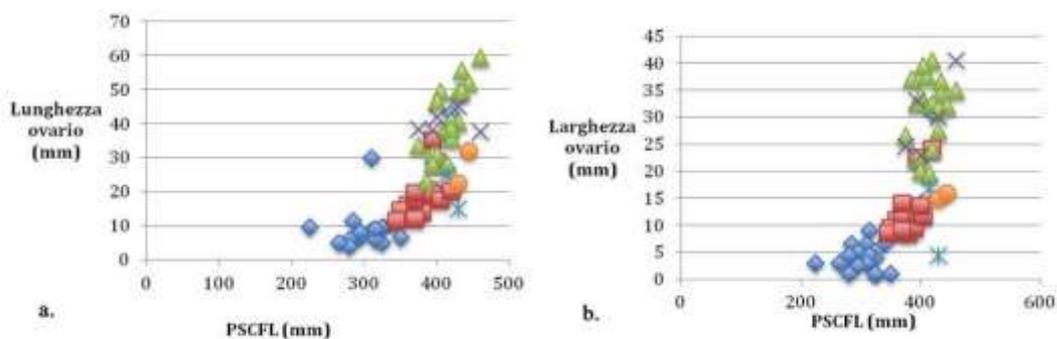


Fig. 38 Relazione tra PSCFL(mm)-lunghezza (a) e larghezza (b) dell'ovario (mm), per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: 4a; cerchio arancione: 4b.

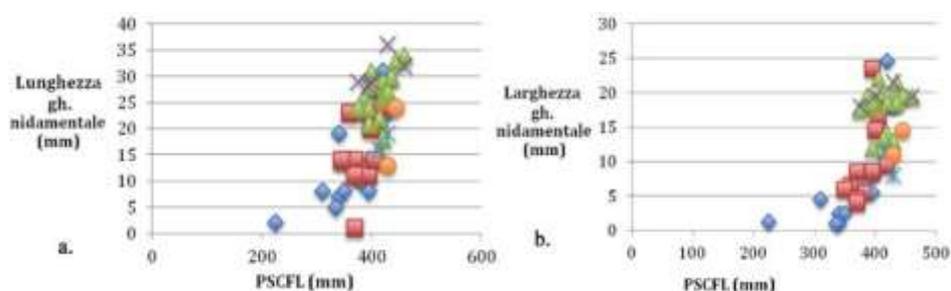


Fig. 39 Relazione tra PSCFL(mm)-lunghezza (a) e larghezza (b) della ghiandola nidamentale, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: 4a; cerchio arancione: 4b.

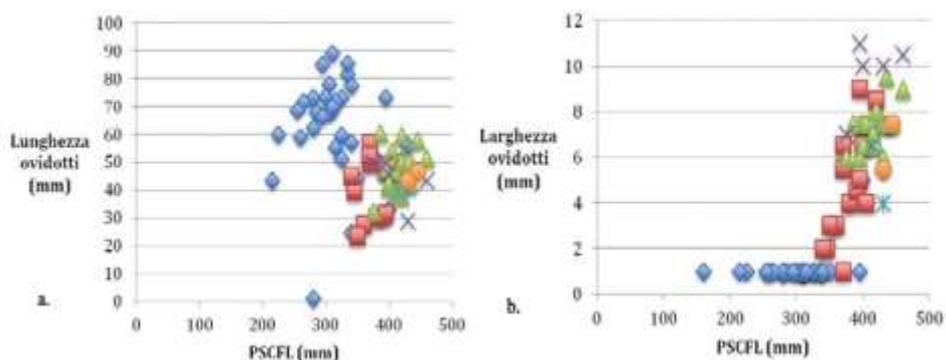


Fig. 40 Relazione tra PSCFL (mm)-lunghezza (a) e larghezza (b) dell'ovidotto (mm), per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: 4a; cerchio arancione: 4b.

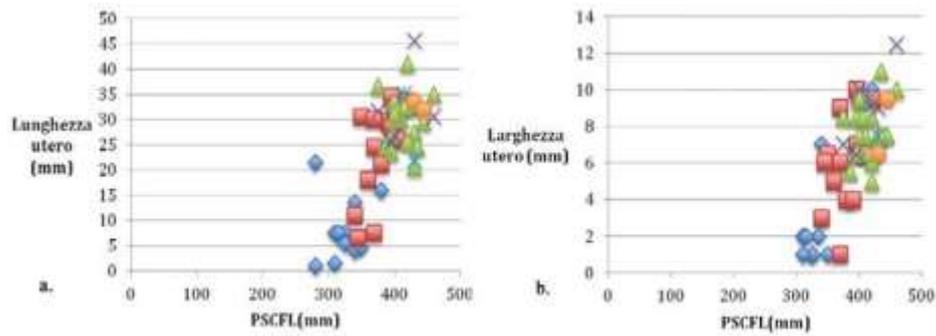


Fig. 41 Relazione tra PSCFL(mm) e lunghezza (a) e larghezza (b) dell'utero(mm), per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: 4a; cerchio arancione: 4b.

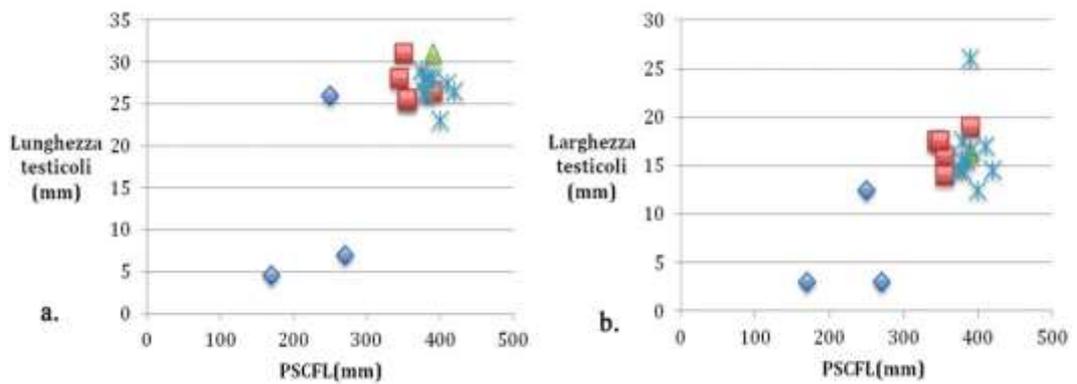


Fig. 42 Relazione PSCFL- lunghezza (a) e tra PSCFL-larghezza (b) del testicolo, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; stella azzurra: 4a.

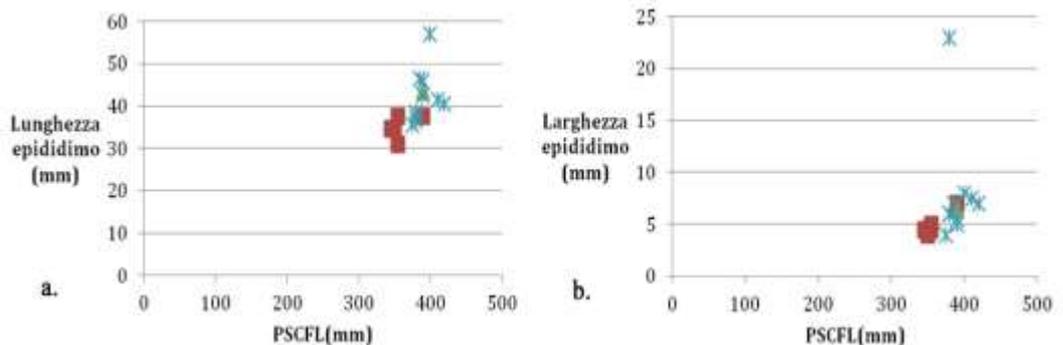


Fig. 43 Relazione PSCFL- lunghezza (a) e tra PSCFL- larghezza (b) dell'epididimo, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; stella azzurra: 4a (non vengono riportati i valori per individui di stadio 1 poiché in essi l'epididimo non è visibile).

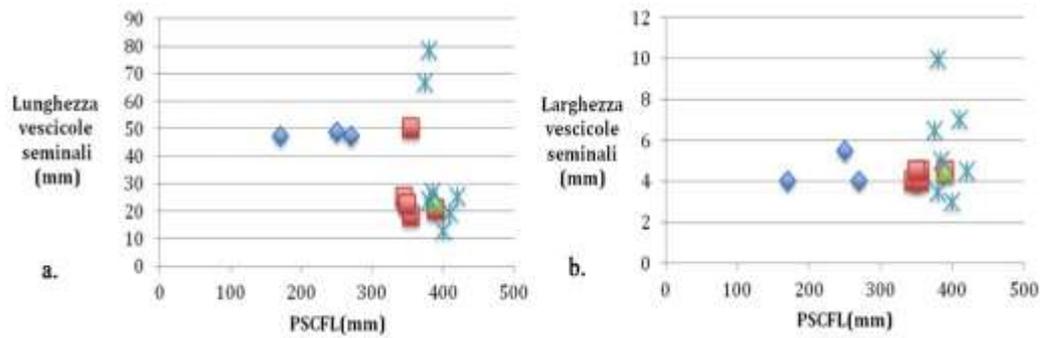


Fig. 44 Relazione PSCFL- lunghezza (a) e tra PSCFL- larghezza (b) delle vescicole seminali, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; stella azzurra: 4a.

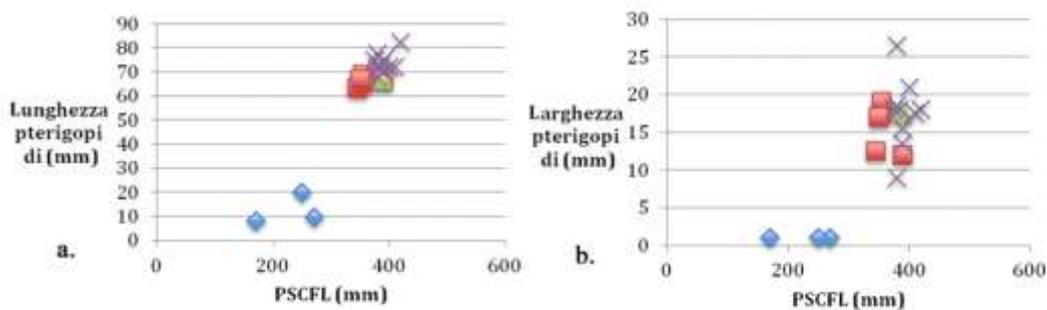


Fig. 45 Relazione PSCFL-lunghezza (a) e larghezza (b) degli pterigopodi, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; stella azzurra 4a.

Gli pterigopodi di *C. monstrosa* presentano all'apice spine con cui possono aggrapparsi alle pareti della cloaca della femmine (Hamlett e Koob, 1999) (Fig. 46)

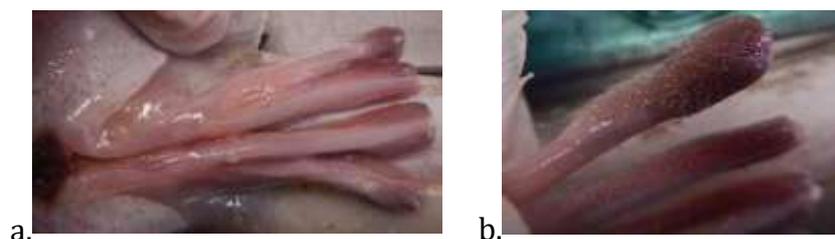


Fig. 46 Pterigopodi di *C. monstrosa* (a); particolare degli pterigopodi (b) da cui si possono osservare gli uncini.

I valori di IGS vengono riportati nella Tabella 9 suddivisi per sesso e stadio di maturità. Qualora non vi fosse stato un numero sufficiente di individui da poter calcolare media e deviazione standard per quel dato stadio di maturità, sono stati riportati i singoli valori di IGS.

SESSO	St. 1	St. 2	St. 3a	St. 3b	St. 4a	St. 4b
♀♀	0.03±0.07	0.21±0.20	2.10±1.08	1.75±0.67	0.23;0.27	0.18;0.45
♂♂	0.71;0.10	0.72±0.02	0.77	/	0.76±0.25	/

TAB. 9. Valori di IGS (media-deviazione standard) di ogni stadio di maturità delle femmine (rosso) e dei maschi (blu); se gli individui, per singolo stadio di maturità, erano in un numero insufficiente, vengono riportati i singoli valori di IGS.

Si può osservare che il valore dell' IGS, per entrambi i sessi, aumenta fino al raggiungimento dello stadio di maturità 3a, che segna il passaggio degli individui da immaturi a maturi, successivamente diminuisce; appunto dallo stadio di maturità 4a in poi, tornando a valori prossimi a quelli degli individui immaturi. Per validare lo stadio di maturità sessuale degli individui, stimato in base alla misura dei caratteri macroscopici, è stata eseguita l'analisi istologica su una componente dell'apparato riproduttore di un campione di individui appartenenti ai diversi stadi di maturità per ciascun sesso (Moura et al., 2004). Per le femmine l'analisi istologica è stata eseguita sulle ghiandole nidamentali, mentre per i maschi sui testicoli. Le analisi istologiche sono state condotte su quattro individui per stadio maturità, per le femmine non viene riportata l'analisi istologica degli individui di stadio 3b, 4a e 4b, in quanto i tessuti rovinati delle diverse componenti (per il congelamento dei campioni) non l'hanno permesso. L'osservazione dei vetrini risultanti dall'analisi istologica dei campioni ha permesso in parte di identificare chiare differenze tra le ghiandole nidamentali e i testicoli di individui immaturi, in via di maturazione e mature. Di seguito viene riportata una descrizione delle caratteristiche delle ghiandole nidamentali e dei testicoli osservate nelle femmine e nei maschi a diversi stadi di maturità.

## **GHIANDOLA NIDAMENTALE**

Immatura: la ghiandola appare molto piccola con lume circondato da tessuto connettivo compatto. E' possibile osservare un abbozzo dei tubuli secretori. Non sono mai stati trovati spermatozoi stoccati nelle ghiandole nidamentali immature (Fig.47a).

In via di maturazione: la ghiandola aumenta di dimensioni ma appare ancora piccola. Sono visibili tubuli secretori di ridotto diametro che, progressivamente si espandono nel connettivo compatto che circonda il lume in parte visibile. A differenza di una ghiandola completamente matura, le ghiandole degli individui in maturazione hanno il lume che rimane circondato da tessuto connettivo. Non sono mai stati osservati spermatozoi stoccati nelle ghiandole nidamentali in via di maturazione analizzate (47b).

Matura: la ghiandola è di dimensioni maggiori. Non permane tessuto connettivo compatto, l'intero corpo della ghiandola è costituito da tubuli secretori, i quali arrivano in prossimità del lume. Il lume stesso appare più ampio rispetto a quello delle ghiandole nidamentali di femmine immature e in via di maturazione. Non sono mai stati osservati spermatozoi stoccati nelle ghiandole nidamentali delle femmine mature analizzate (47c).

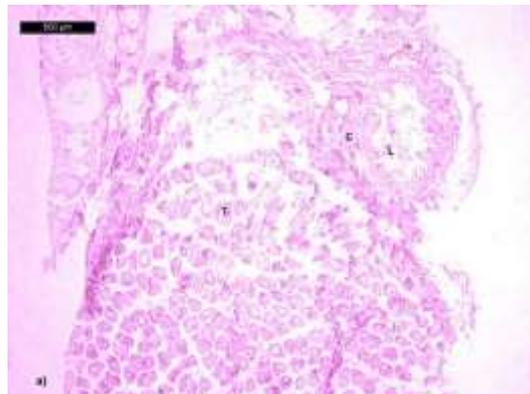
## TESTICOLO

Immaturato: testicolo piccolo, le ampolle sono piccole e poco distanziate tra loro, questo conferisce al testicolo un aspetto più compatto rispetto ad uno maturo. All'interno delle ampolle si possono osservare cellule germinali che si raggruppano in prossimità del lume. I dotti efferenti sono poco visibili e di sezione ridotta (48a).

In maturazione: testicolo aumenta di dimensioni, anche le ampolle appaiono di maggior grandezza ma risultano essere ancora abbastanza compatte. All'interno delle ampolle sono osservabili spermatozoi. I dotti efferenti aumentano di sezione (48b).

Maturo: testicolo grande, molto ampio; le ampolle sono di considerevoli dimensioni e fra di esse aumenta lo spazio vuoto, questo conferisce un aspetto meno compatto al testicolo. All'interno delle ampolle sono osservabili spermatozoi che formano fasci stretti. I dotti efferenti sono visibili e di notevole sezione (48c).

Maturo post-riproduzione: testicolo si riduce in dimensione; le ampolle mantengono le loro considerevoli dimensioni, fra esse aumenta ancor più lo spazio vuoto, il che conferisce un aspetto ancor meno compatto al testicolo. All'interno delle ampolle non sono osservabili spermatozoi. I dotti efferenti, di sezione elevata, sono visibili (48d).



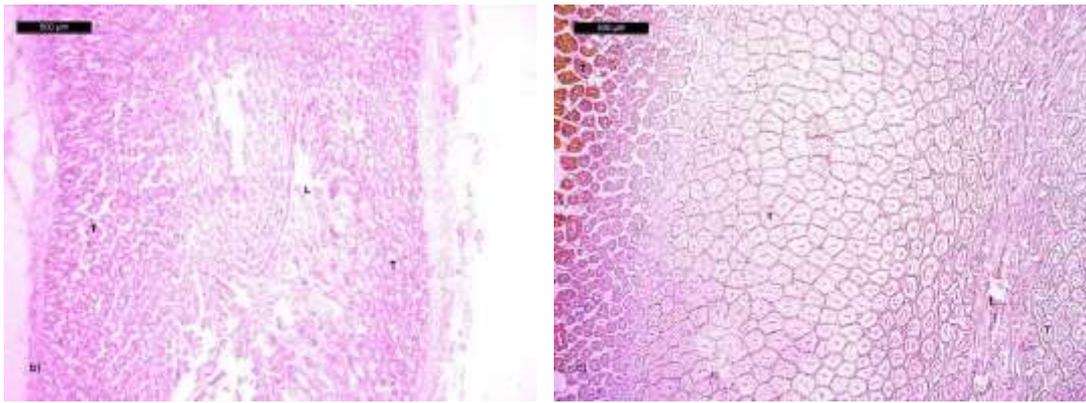


Fig. 47 Sezioni di ghiandola nidamentale di *C. monstrosa*: a) ghiandola nidamentale immatura (L= lume, C= tessuto connettivo, T= tubuli secretori) di femmina pescata in primavera, PSCFL= 310 mm; b) ghiandola nidamentale in via di maturazione (L= lume, T= tubuli secretori) di femmina pescata in estate, PSCFL= 370 mm; c) ghiandola nidamentale matura (L=lume, T=tubuli) di femmina pescata in autunno, PSCFL= 415 mm. Le immagini sono tutte allo stesso ingrandimento.

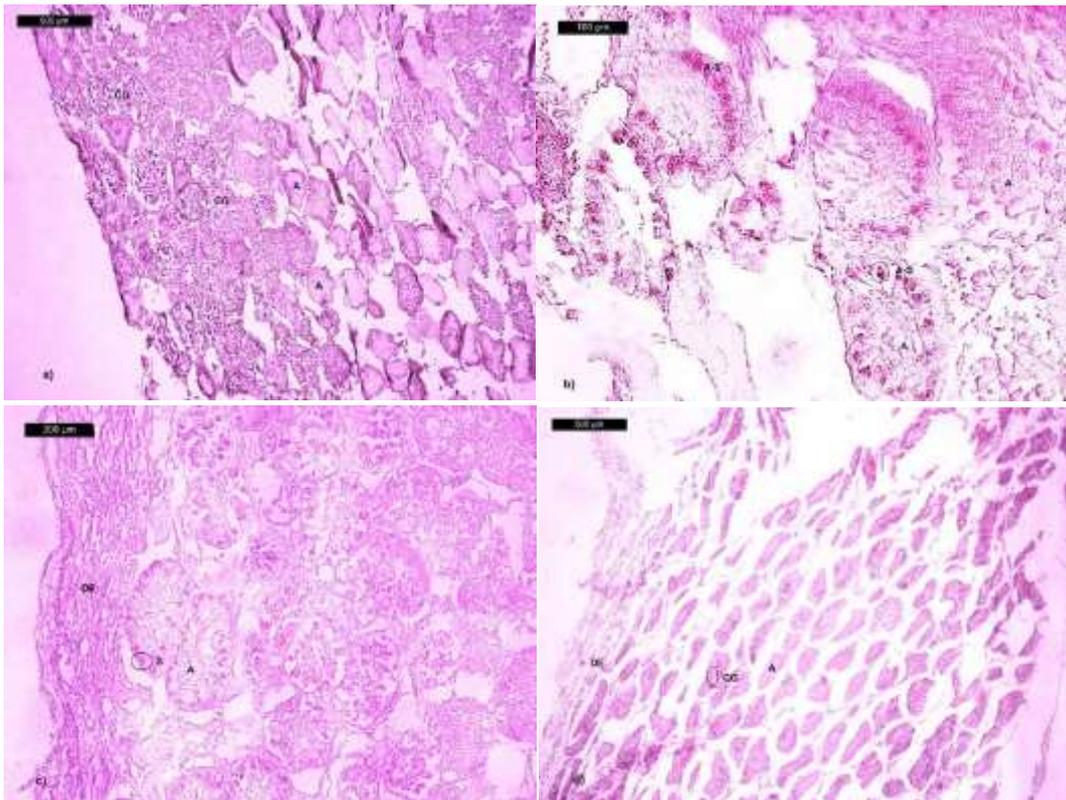


Fig. 48 Sezioni di testicolo di *C. monstrosa*: a) testicolo immaturo (CG= cellule germinali, A= ampolle) di maschio pescato in estate, PSCFL= 170 mm; b) testicolo in via di maturazione (A-S= ampolle con sperm, A= ampolle) di maschio pescato in autunno, PSCFL= 350 mm; c) testicolo maturo (S= sperm, A= ampolle, DE= dotto efferente) di maschio pescato in autunno, PSCFL= 390 mm;

testicolo post-maturazione (CG= cellule germinali, A= ampolle; DE= dotto efferente) di maschio pescato in estate, PSCFL= 390 mm. Per ogni immagine viene riportato l'ingrandimento.

### 3.2 S. blainville

Per un totale di 85 individui è stato rilevato il sesso; 50 erano femmine e 35 erano maschi. La sex-ratio totale non è significativamente diversa da 1:1 ( $\chi^2=2.30$ ;  $p=0.25$ ; 1.42F:1M) (Fig. 49).

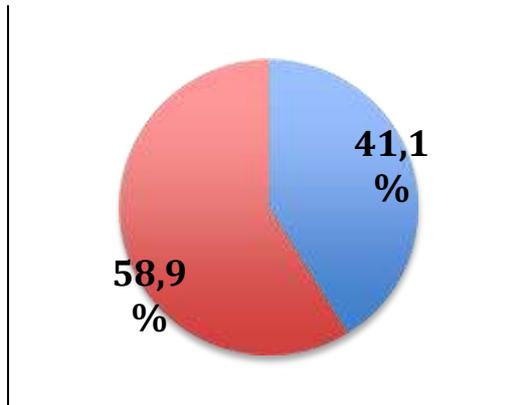


Fig.49 Percentuale di maschi (blu) e di femmine (rosso) sul totale degli individui campionati.

La maturità è stata attribuita a tutti gli individui campionati nella stagione estiva di campionamento, complessivamente gli individui immaturi sono pari al 50.6%, mentre gli individui maturi sono pari al 49.4%. E' stata poi calcolata la percentuale di individui immaturi e maturi di entrambi i sessi (Fig. 50). La percentuale di individui maturi sono simili nei due sessi.

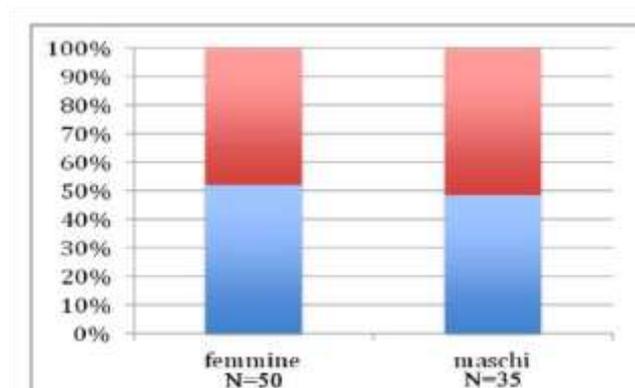


Fig. 50 Percentuale di individui femmine e di individui maschi immaturi (blu) e maturi (rosso) presenti nella stagione estiva di campionamento.

### 3.2.1 Studio di alcuni caratteri della biologia riproduttiva di *S. blainville*

Sono stati analizzati gli apparati riproduttori di 85 individui, 50 femmine (LT=485±109 mm; range:250-680 mm) e 35 maschi (LT=429±65 mm; range:250-545 mm). Tra le femmine 26 erano immaturo (LT=405±77 mm; range:250-465 mm) e 24 erano mature (LT=537±64 mm; range:450-680 mm). Tra i maschi 17 erano immaturi (LT=381±56 mm; range:250-460 mm) e 18 erano maturi (LT=474±30 mm; range: 410-545 mm) (Fig. 51).

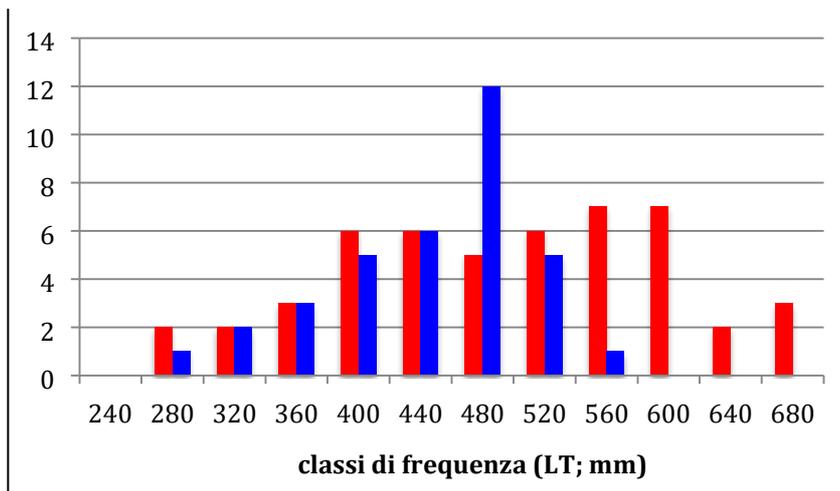


Fig. 51 Distribuzione di frequenza delle lunghezze totali dei maschi (blu) e delle femmine (rosso).

Nel campione raccolto, è possibile osservare un diverso range di taglia per maschi e femmine ( $Z=2.74$ ,  $p<0.001$ ,  $N_f=50-N_m=35$ , FF:485±109, MM:428±64). Infatti a partire da 550 mm si osserva una predominanza di individui femmine, e oltre i 600 mm ci sono solo femmine. A taglie inferiori si può osservare un'abbondanza simile tra sessi o in alcuni casi una predominanza maschile.

In Fig. 52 a e b vengono riportate le distribuzioni di frequenza delle femmine, divise per stadi di maturità e, dei maschi, anch'essi divisi per stadio di maturità.

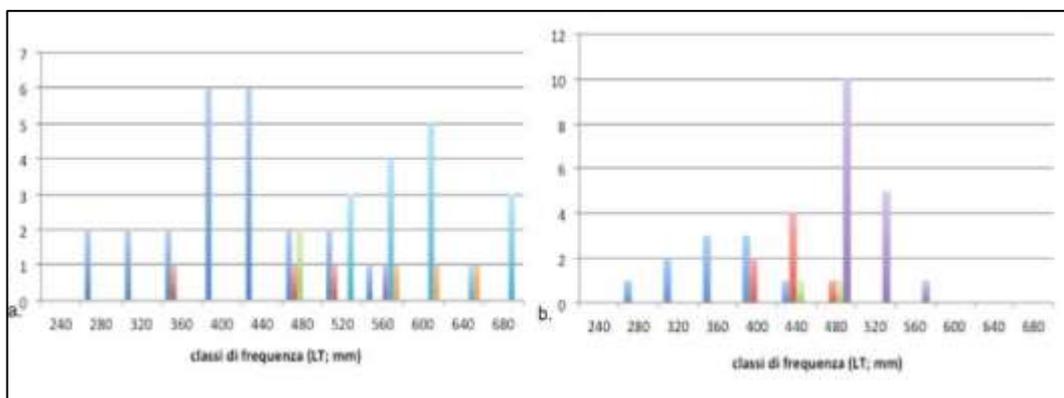


Fig. 52 Distribuzione di frequenza delle femmine divise per stadio di maturità (a) e dei maschi divise per stadio di maturità (b). Blu: stadio 1; rosso: stadio 2; verde: stadio 3a; viola: stadio 3b; per le femmine inoltre azzurro: stadio 3c; arancione: stadio 3d.

La taglia di maturità sessuale ( $LT_{50}$ ) è risultata pari a 511 mm per le femmine, intervallo di confidenza 497.3-524.7 mm, mentre per i maschi pari a 456 mm, intervallo di confidenza 455.7-456.3 mm (Fig. 53).

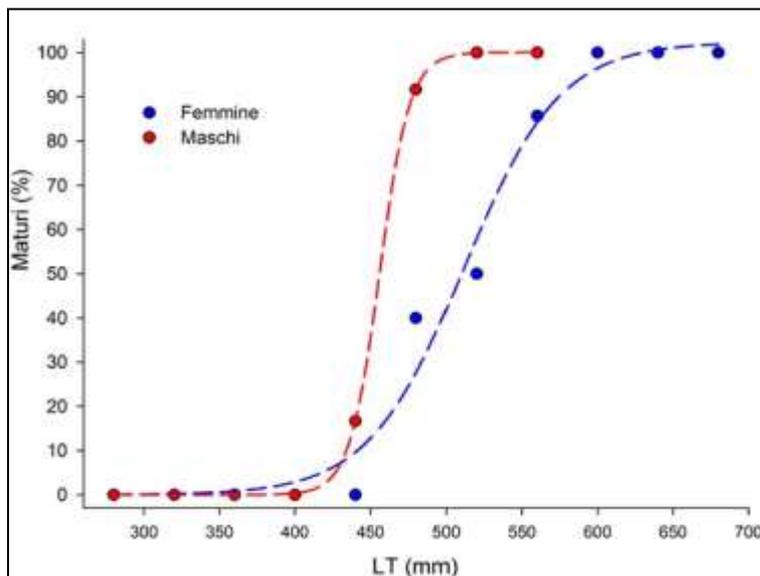


Fig. 53 Curva di  $LT_{50}$ ; curva blu per le femmine, curva rossa per i maschi.

La relazione  $LT$  (mm) e peso totale (gr) degli individui risulta essere significativa, di tipo allometrico ( $\text{peso} = 9e^{-07} (LT)^{3.25}$ ;  $R^2 = 0,83$ ;  $gdl = 1$ ;  $F = 404.6$ ;  $p < 0,001$ ) (Fig. 54).

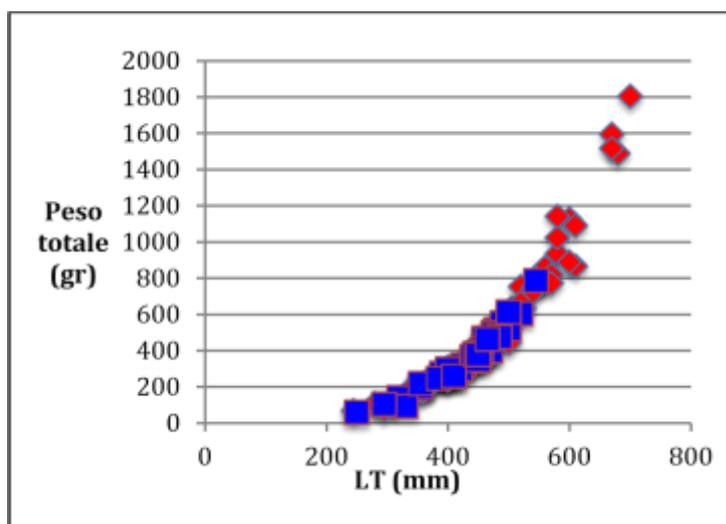


Fig. 54 Relazione  $LT$  (mm) e peso totale dei campioni delle femmine (rosso) e dei maschi (blu).

Femmine e maschi presentano valori di indice epatosomatico simili ( $5.81 \pm 2.47\%$  per le femmine;  $5.73 \pm 2.64\%$  per i maschi). Non sono state osservate differenze a livello di questo tra individui di sesso opposto ( $Z=0.15$ ,  $p=0.88$ ,  $N_f=50-N_m=34$ ) per quanto riguarda le dimensioni del fegato rapportate al peso corporeo totale è possibile osservare una sovrapposizione dei valori tra sessi nelle classi di taglia comprese entro i 500 mm (Fig. 55). La relazione risulta essere significativa ( $\text{peso fegato}=0.014(\text{peso totale})^{1.23}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.68$ ;  $F=180.78$ ;  $p<0.001$ )

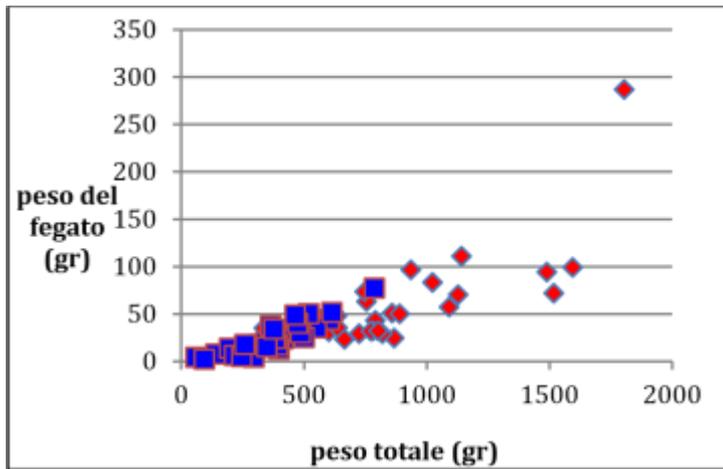


Fig. 55 Relazione tra peso totale (gr) e peso del fegato (gr) per femmine (rosso) e maschi (blu).

Nella Tabella 10 sono riportati i valori di IES divisi per sesso e per stadio di maturità. Qualora non vi fosse stato un numero sufficiente di individui da poter calcolare media e deviazione standard per quel dato stadio di maturità, sono stati riportati i singoli valori di IES.

SESSO	St. 1	St. 2	St. 3a	St. 3b	St. 3c	St. 3d
♀♀	$5.25 \pm 2.10$	$6.63 \pm 0.96$	$8.75 \pm 1.74$	7.56	$5.73 \pm 2.93$	$6.32 \pm 3.00$
♂♂	$3.96 \pm 2.19$	$5.12 \pm 3.17$	7.78; 6.75	$6.92 \pm 2.19$	/	/

TAB. 10 Valori di IES (media-deviazione standard) per singolo stadio di maturità delle femmine (rosso) e dei maschi (blu); qualora vi fosse un numero insufficiente di individui per stadio è stato riportato il singolo valore per individuo.

E' stata poi misurata la relazione peso totale dell'individuo-peso degli ovari ( $\text{peso ovari}=3e^{-06}(\text{peso totale})^{2.21}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.25$ ;  $F=17.09$ ;  $p<0.001$ ) (Fig. 56a) e, peso totale dell'individuo-peso delle ghiandole nidamentali ( $\text{peso gh. nidamentali}=0.36(\text{peso totale})^{0.23}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.68$ ;  $F=15.82$ ;  $p<0.001$ ) (Fig. 56b); per gli individui di stadio 1 non è stato misurato il peso degli ovari,

poiché questi si presentano indistinti dall'organo epigonale. Per i campioni di maschi è stata misurata la relazione peso totale dell'individuo-peso dei testicoli ( $\text{peso testicoli} = 4e^{-05} (\text{peso totale})^{1.85}$ ;  $\text{gdl}=1$ ;  $R^2=0.68$ ;  $F=74.42$ ;  $p<0.001$ ) (Fig. 57).

Tutte le relazioni sono risultate essere significative

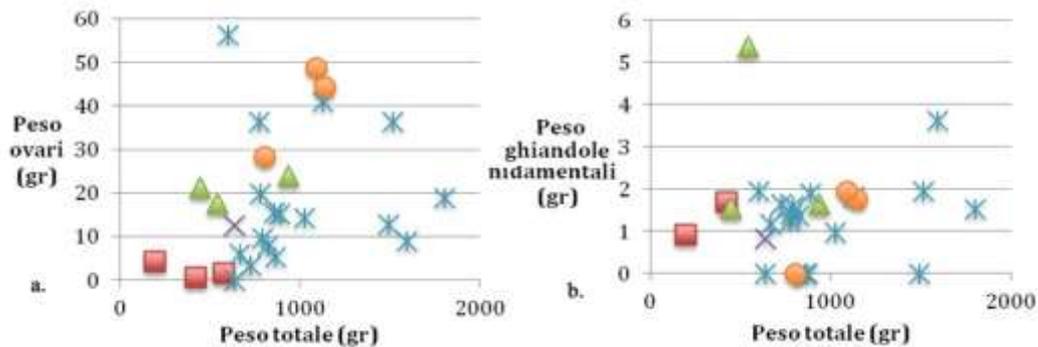


Fig. 56 Relazione tra peso totale (gr) e peso degli ovari (gr) (a); relazione tra peso totale (gr) e peso delle ghiandole nidamentali (gr) (b). quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: stadio 4a; cerchio arancio: stadio 4b

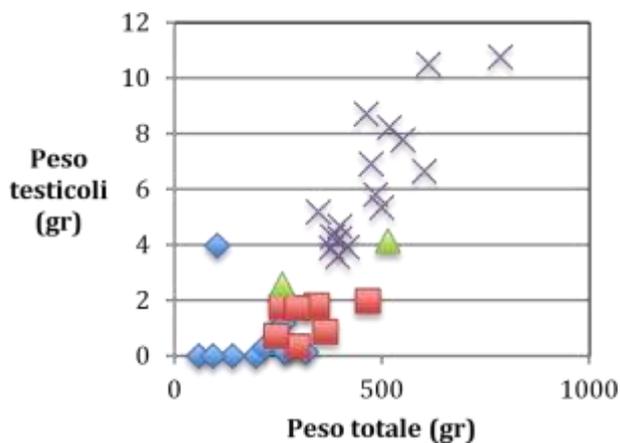


Fig. 57 Relazione tra peso totale (gr) e peso dei testicoli (gr). Il rombo blu rappresenta i maschi di stadio 1, il quadrato rosso i maschi di stadio 2, il triangolo verde i maschi di stadio 3a, la x azzurra i maschi di stadio 3b.

Per gli individui di entrambi i sessi, le diverse parti dell'apparato riproduttore sono state messe in relazione con LT (mm) per i diversi stadi di maturità.

Nello specifico, sono state rappresentate per le femmine le relazioni:

- LT-lunghezza /larghezza degli ovari (58 a e b);
- LT-lunghezza/larghezza delle ghiandole nidamentali (59 a e b)
- LT-lunghezza/larghezza degli ovidotti (60 a e b)
- LT-lunghezza/larghezza degli uteri (61 a e b)

per i maschi sono state rappresentate le relazioni: -  
 LT-lunghezza/larghezza dei testicoli (62 a e b)  
 -LT-lunghezza /larghezza degli epididimi (63a e b)  
 -LT-lunghezza /larghezza delle vescicole seminali (64 a e b) -LT-  
 lunghezza/larghezza degli pterigopodi (65 a e b).

Per la maggior parte delle relazioni studiate si evince una relazione positiva tra la larghezza-lunghezza della componente dell'apparato riproduttore in esame e la LT. Infatti per lo più si osserva che al crescere di questa si ha anche una crescita delle diverse componenti in esame. Caso a sé anche in questo caso riguarda gli ovidotti, per i quali si osserva che all'aumentare della LT, a cui corrisponde un aumento dello stadio di maturità, la lunghezza di questi diminuisce. Questo, come detto precedentemente per *C. monstrosa*, è legato al fatto che nelle femmine riproduttivamente attive gli ovidotti posteriori diventano in parte uteri.

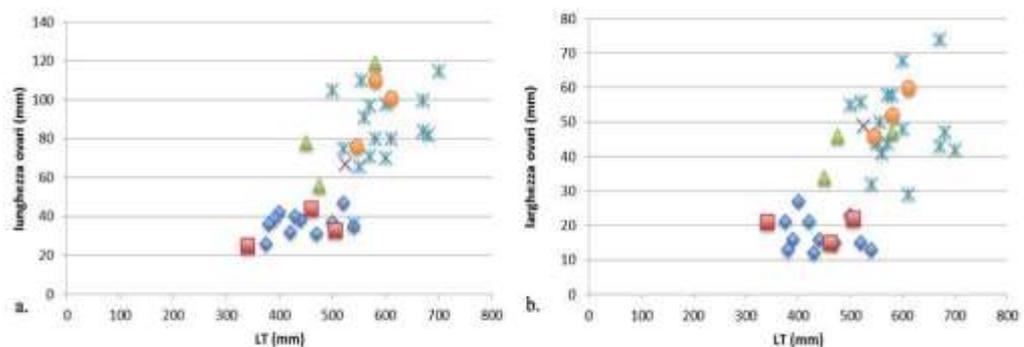


Fig. 58 Relazione LT-lunghezza dell'ovario (a) e LT- larghezza dell'ovario (b), per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: stadio 3c; cerchio arancio: stadio 3d.

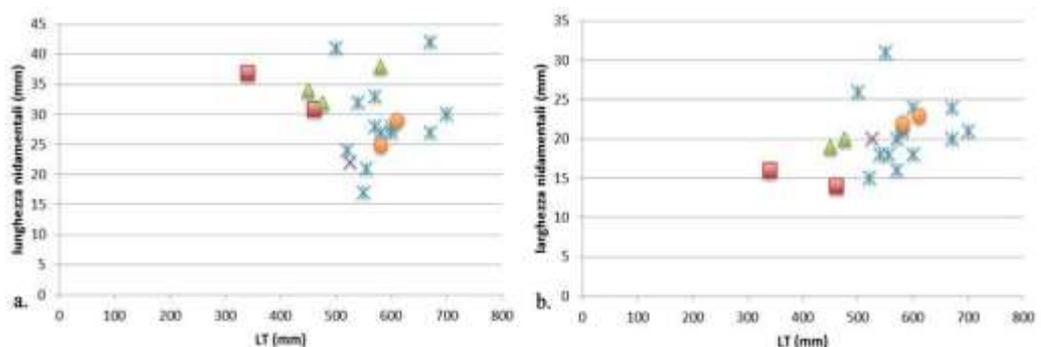


Fig. 59 Relazione LT-lunghezza della ghiandola nidamentale (a) e LT- larghezza della ghiandola nidamentale (b), per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b;

stella azzurra: stadio 3c; cerchio arancio: stadio 3d. Non vengono riportati gli individui di stadio 1, poiché le ghiandole nidamentali in questi non erano visibili o assai poco differenziate.

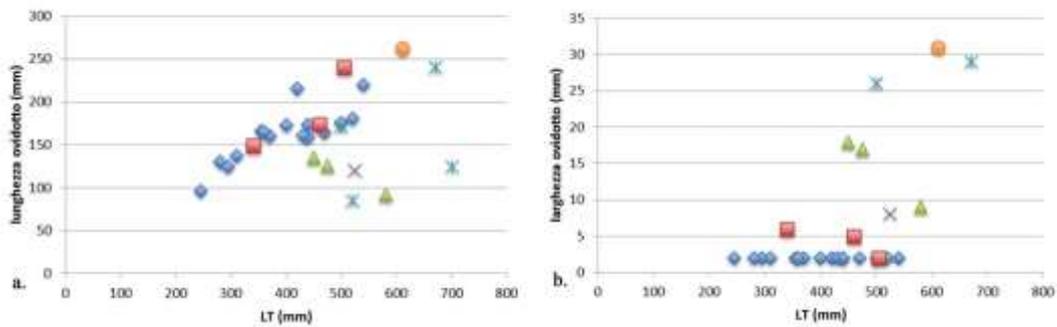


Fig. 60 Relazione LT-lunghezza dell'ovidotto (a) e LT- larghezza dell'ovidotto (b), per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: stadio 3c; cerchio arancio: stadio 3d.

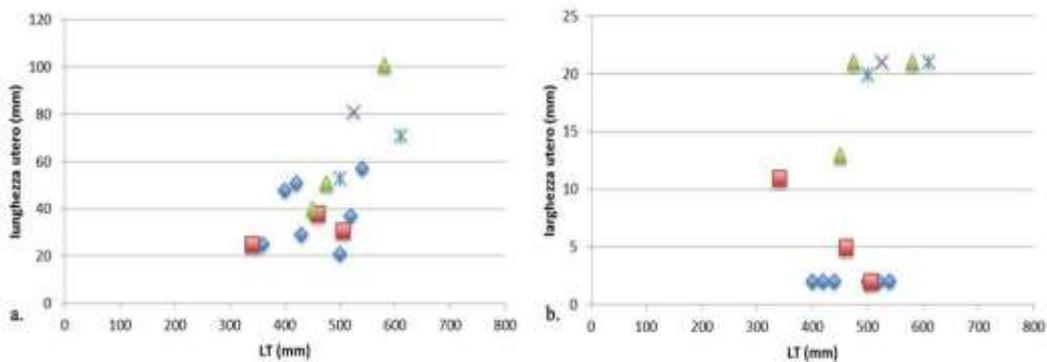


Fig. 61 Relazione LT-lunghezza dell'utero (a) e LT- larghezza dell'utero (b), per i diversi stadi di maturità rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b; stella azzurra: stadio 3c; cerchio arancio: stadio 3d.

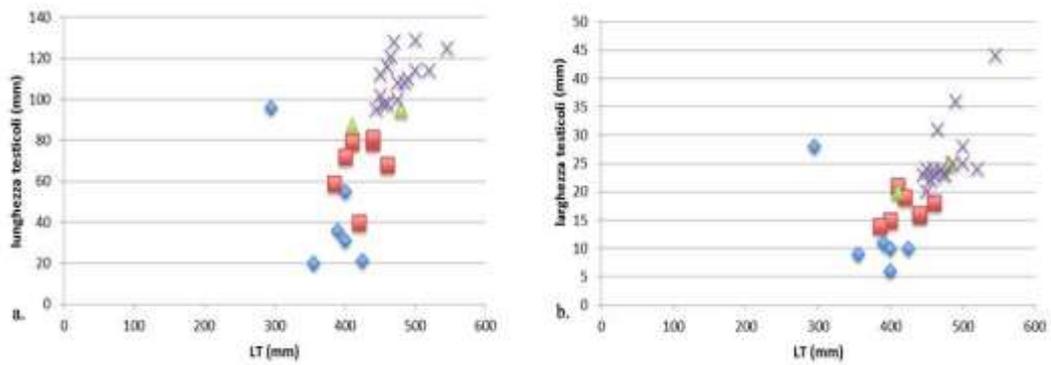


Fig. 62 Relazione LT- lunghezza (a)e Lt-larghezza (b)del testicolo, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; X viola: stadio 3b.

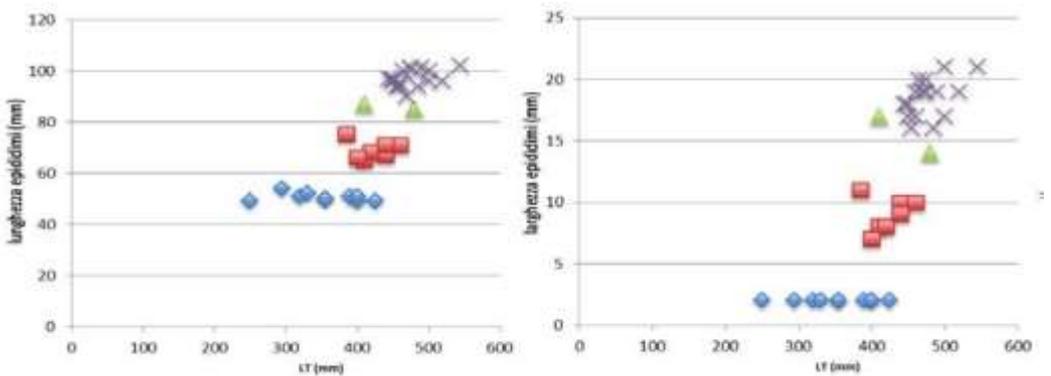


Fig. 63 Relazione LT- lunghezza (a)e Lt-larghezza (b) dell'epididimo, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; X viola: stadio 3b.

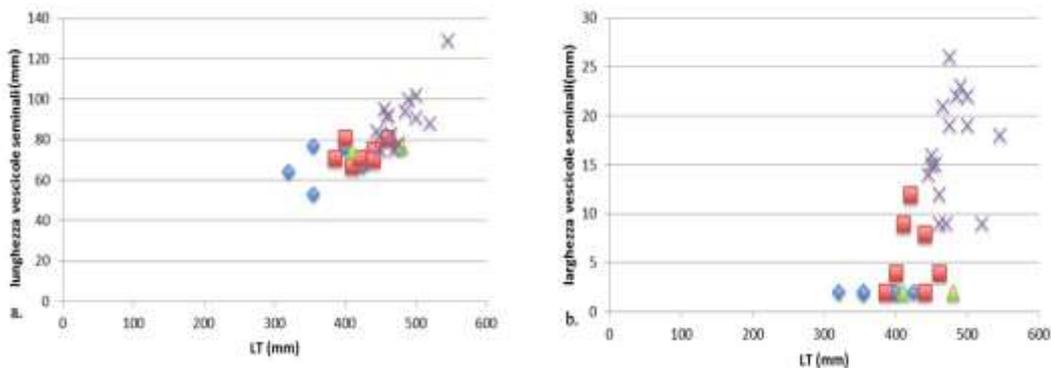


Fig. 64 Relazione LT- lunghezza (a)e tra Lt-larghezza (b)delle vescicole seminali, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b.

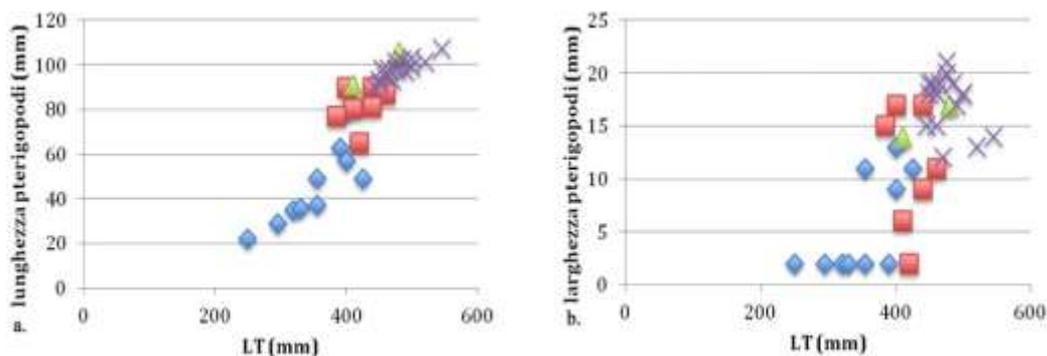


Fig. 65 Relazione PSCFL-lunghezza (a) e larghezza (b) degli pterigopodi, per i diversi stadi di maturità; rombo blu: stadio 1; quadrato rosso: stadio 2; triangolo verde: stadio 3a; x viola: stadio 3b.

Gli pterigopodi di *S. blainville*, a differenza di quelli di *C. monstrosa*, sono privi di uncini e si aprono come un ventaglio (Fig. 66).

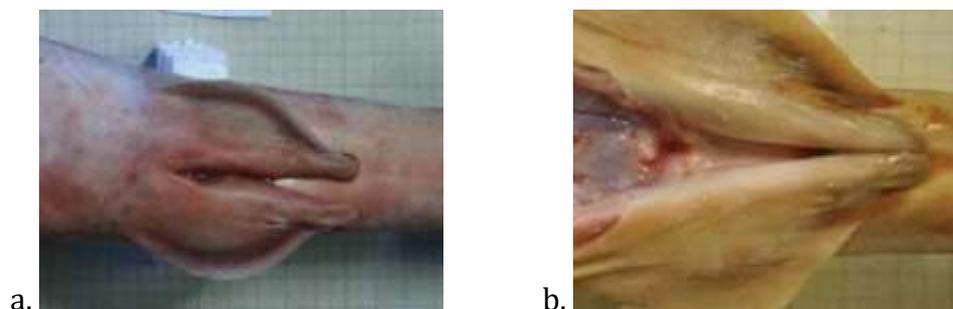


Fig. 66 Pterigopodi di *S. blainville*: maschio riproduttivamente attivo (a), maschio post-riproduzione (b).

Quindi, le relazioni finora indicate, rappresentate graficamente, mostrano una relazione di tipo allometrico tra la lunghezza totale e le lunghezze delle diverse componenti dell'apparato riproduttore, così come il peso totale e il peso di diverse componenti dell'apparato degli individui. Eccezione a questo sono le vescicole seminali, le quali non mostrano alcun tipo di relazione con LT.

I valori di IGS vengono riportati nella Tabella 11 suddivisi per sesso e stadio di maturità. Qualora non vi fosse stato un numero sufficiente di individui da poter calcolare media e deviazione standard per quel dato stadio di maturità, sono stati riportati i singoli valori di IG

SESSO	St. 1	St. 2	St. 3a	St. 3b	St. 3c	St. 3d
♀♀	0.79±3.45	0.89±1.18	3.51±1.11	1.98	2±2.24	3.95±0.47
♂♂	0.46±1.19	0.41±0.20	0.80;0.99	1.8±0.29	/	/

TAB. 11 Valori di IGS (media-deviazione standard) di ogni stadio di maturità delle femmine (rosso) e dei maschi (blu); se gli individui, per singolo stadio di maturità, erano in un numero insufficiente, vengono riportati i singoli valori di IGS.

Mentre per le femmine osserviamo che il valore di IGS aumenta fino allo stadio 3a, per poi diminuire allo stadio 3b e aumentare nuovamente fino a raggiungere il valore massimo stimato in corrispondenza dello stadio 3d (corrispondente allo stadio di fine gravidanza), per i maschi si osserva che diminuisce allo stadio 2 per poi aumentare e raggiungere il valore massimo stimato in corrispondenza dello stadio 3b.

### **3.3 Stima della fecondità**

#### **3.3.1 *C. monstrosa***

E' stata stimata la fecondità ovarica di 18 femmine (PSCFL=355±68 mm; range 375-460 mm) con stadio di maturità 3a (N=15) e 3b (N=3).

In Fig. 67 è riportato l'esempio di una tipica distribuzione di frequenza degli ovociti. L'ovocita più grande aveva un diametro di 28 mm, quello più piccolo di 0.1 mm. Il numero di ovociti va da un minimo di 49 ad un massimo di 147 (88±27). Gli ovociti con diametro maggiore di 2.5 mm sono stati utilizzati per la stima della fecondità ovarica, il loro numero va da un minimo di 3, in una femmina 3a (PSCFL=400mm), ad un massimo di 21, sempre in una femmina 3a (PSCFL=435mm); per le femmine 3b campionate invece il numero di ovociti con diametro > di 2.5mm va da un minimo di 9 (PSCFL=395mm) ad un massimo di 14 (PSCFL=400mm).

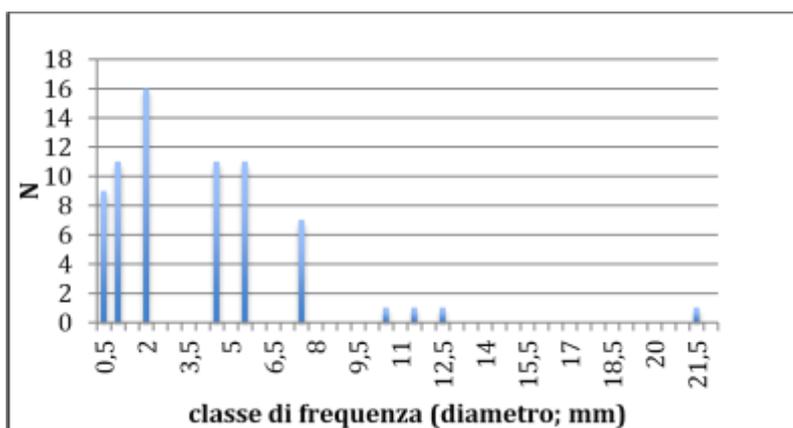


Fig. 67 Distribuzione di frequenza degli ovociti in ovario (Cm 12; PSCFL=420mm; Stadio di maturità=3a).

La relazione che lega dimensioni e fecondità della femmina è significativa ( $F=8.32$ ,  $p=0.01$ ,  $R^2=0.3$ ,  $N=18$ ;  $\log_{10}(n^{>2.5\text{mm}})=0.12 \log_{10}(\text{PSCFL})^{0.38}$  (Fig. 68)

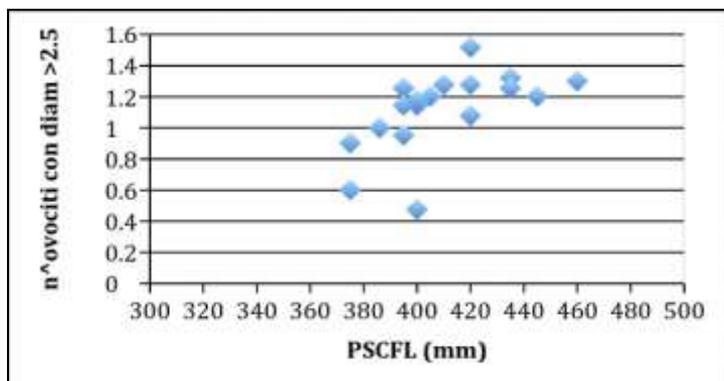


Fig. 68 Relazione tra PSCFL (mm) e fecondità delle femmine; sono stati utilizzati gli ovociti con diametro maggiore di 2.5 mm per stimare la fecondità ovarica.

### 3.3.2 S. blainville

E' stata stimata la fecondità ovarica di 16 femmine ( $581 \pm 66$  mm; range 450-680 mm) con stadio di maturità 3a(N=2), 3b(N=1), 3c(N=12) e 3d(N=2). In Fig. 69 è riportato l'esempio di una tipica distribuzione di frequenza degli ovociti.

L'ovocita più grande ha un diametro di 27.5 mm, quello più piccolo un diametro di 0.2 mm. Il numero di ovociti va da un minimo di 3, in una femmina 3d (LT=545mm) ad un massimo di 90, in una femmina 3a (LT=680mm) ( $27 \pm 20$ ).

Gli ovociti con diametro maggiore di 8.5 mm sono stati utilizzati per la stima della fecondità ovarica, il loro numero va da un minimo di 3, sia in una femmina 3a (LT=470mm), che in una femmina 3c (LT=670mm), che in una femmina 3d (LT=545mm), ad un massimo di 6 in una femmina 3c (range: 570-700mm).

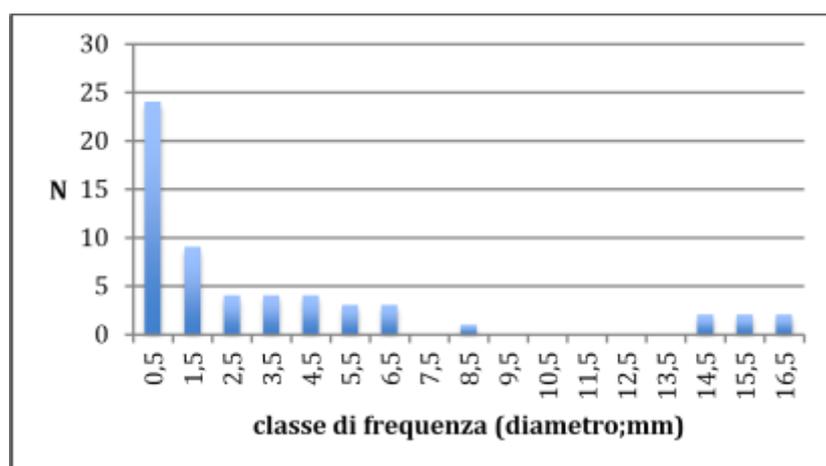


Fig. 69 Distribuzione di frequenza degli ovociti in ovario (Sb 63; LT=700; Stadio di maturità 3c)

La relazione che lega dimensioni e fecondità della femmina non è significativa ( $F=3.17$ ,  $p=0.09$ ,  $R^2=0.13$ ,  $N=16$ ) (Fig. 70)

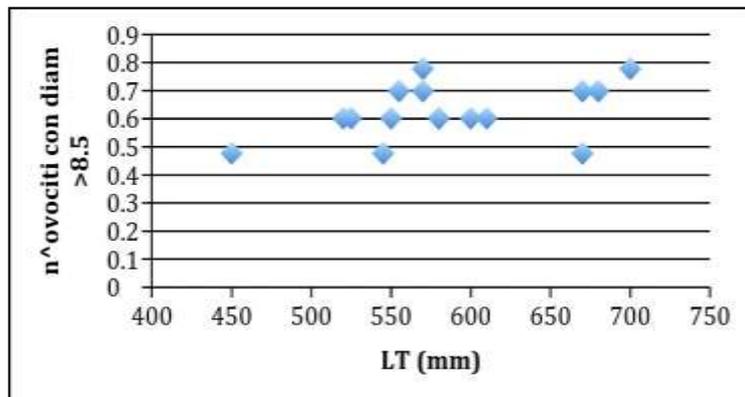


Fig. 70 Relazione tra lunghezza totale (mm) e fecondità delle femmine; sono stati utilizzati gli ovociti con diametro maggiore di 8.5 mm per la stima della fecondità ovarica.

Inoltre, in quasi tutte le femmine di stadio 3c ( $N=7$ ; range:505-680 mm), negli ovidotti sono stati osservati embrioni piccoli con grande sacco vitellino, mentre nelle femmine di stadio 3d ( $N=3$ ; range: 545-610 mm) negli uteri sono stati trovati embrioni totalmente formati prossimi al rilascio in ambiente, con sacco vitellino ridotto, facilmente misurabili e con i caratteri distintivi dei maschi ben visibili ( $N=11$ ;  $LT=149.7\pm 8.17$  mm, range:141-161 mm). Il numero di embrioni variava fra tre e quattro, distribuiti fra i due uteri e, la sex-ratio era bilanciata ( $\chi^2=0.36$ ,  $p=1.09$ ; 1.75FF:1MM)

### **3.4 Studio della dieta**

#### **3.4.1 C. monstrosa**

Per lo studio della dieta di *C. monstrosa* sono stati analizzati 53 stomaci, 41 appartenenti a femmine ( $356\pm 67$  mm; range: 175-460 mm) e 12 appartenenti ad individui maschi ( $382\pm 22$  mm; range: 345-420 mm). In alcuni stomaci, che contenevano pochissimo materiale, è stato comunque possibile individuare parti del corpo che hanno permesso l'identificazione del phylum di appartenenza della preda. A questi stomaci è stato attribuito indice di pienezza > di 0. Considerando i valori dell'IRI% la componente principale della dieta della chimera è *Ebalia nux*, appartenente ai Crustacea (Fig. 71). Da un punto di vista di percentuale di occorrenza i taxa che vengono principalmente predati sono i Crustacea e i Bivalvia (Fig. 72).

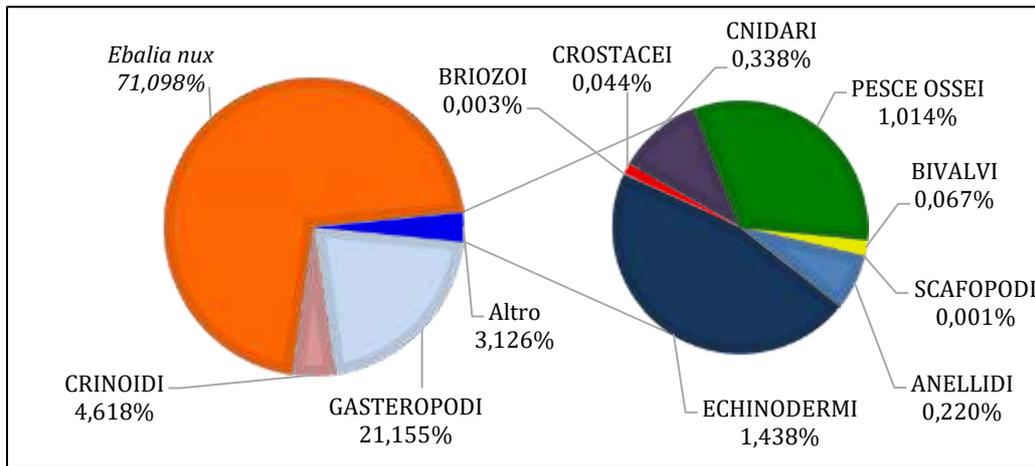


Fig. 71 Valori dell'IRI% per le diverse prede di *Chimaera monstrosa*; è possibile osservare che *E. nux* è la componente principale della dieta di *C. monstrosa*. Nel grafico di destra vengono riportate le prede ritrovate con una percentuale inferiore al 4% negli stomaci utilizzati per la stima della dieta.



Fig. 72 Percentuale di occorrenza dei diversi taxa di prede di *Chimaera monstrosa*; la percentuale di occorrenza viene calcolata sul totale di stomaci pieni (N=53).

La *fullness%* ( $0.47 \pm 0.90$ ; range: 0.04-1.6) risulta significativamente diversa tra femmine e maschi ( $Z=1.08$ ,  $p<0.001$ ,  $N_f=80$   $N_m=19$ ) con le femmine che in genere hanno gli stomaci più pieni ( $FF=0.54 \pm 1.01$ ;  $MM=0.21 \pm 0.19$ ). L'indice  $H'$  ha un valore compreso tra  $0.26 \pm 0.18$  e il range di valori è compreso tra lo 0 e 0.06; non è risultato essere diverso tra individui di sesso opposto ( $Z=0.30$ ,  $p=0.77$ ,  $N_f=31$ -

$N_m=5$ ,  $FF:0.33\pm0.11$ ,  $MM:0.31\pm0.09$ ). L'indice  $J'$  ha un valore compreso tra  $0.9\pm0.14$  e il range di valori è compreso tra 0.6 e lo 0.9; non è risultato essere diverso tra individui di sesso opposto ( $Z=-0.9$ ,  $p=0.34$ ,  $N_f=31-N_m=5$ ,  $FF:0.86\pm0.15$ ,  $MM:0.92\pm0.12$ ). La dieta è stata confrontata a livello di sesso e di stadio di maturità. Dai risultati si è osservato che la dieta risulta essere significativamente diversa tra individui immaturi e individui maturi (Fig. 73 e TAB.12). L'analisi SIMPER ha evidenziato come taxon maggiormente responsabile delle differenze fra individui immaturi e individui maturi i Crostacei che risultano essere più abbondanti negli individui maturi (Risultati dell'analisi SIMPER in Appendice 5).

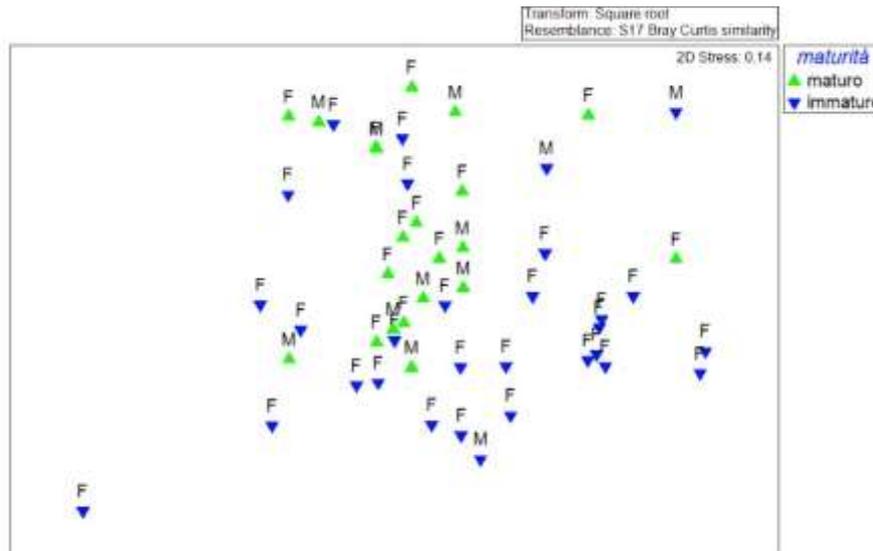


Fig. 73 nMDS bidimensionale, vengono riportati i dati di biomassa della dieta dei campioni di *C. monstrosa*; Vengono evidenziati gli individui immaturi (blu) e gli individui maturi (verde), le femmine (F) e i maschi (M).

Fattore	gdl	SS	MS	Pseudo_F	P(perm)	Permutazioni
sexo	1	2893.8	2893.8	0.97	0.45	9951
maturità	1	9606.8	9606.8	<b>3.24</b>	<b>0.005</b>	9948
sexo*maturità	1	5603.6	5603.6	1.89	0.09	9948

TAB. 12 Risultati della PERMANOVA a due fattori: sesso e maturità; in rosso vengono indicati i risultati significativi.

### 3.4.2 *S. blainville*

Per lo studio della dieta di *S. blainville*. sono stati analizzati 30 stomaci, 16 appartenenti a femmine ( $435\pm107$  mm; range: 245-600 mm) e 14 appartenenti a maschi ( $430\pm79$  mm; range: 250-545 mm). In alcuni stomaci, che contenevano pochissimo materiale, è stato comunque possibile individuare parti del corpo che hanno permesso l'identificazione del phylum di appartenenza della preda. A

questi stomaci è stato attribuito indice di pienezza > di 0. Considerando i valori dell'IRI% la componente principale della dieta dello Spinarolo bruno è data da Crostacea e Gasteropoda, in particolar modo *Paguru. prideaux* per i crostacei e *Natica fusca* per i Gasteropoda (Fig. 74). Anche da un punto di vista di percentuale di occorrenza i taxa che vengono maggiormente predati sono sempre tra i Crustacea *Pagurus prideaux* e *Natica fusca* tra i Gasteropoda (Fig. 75).

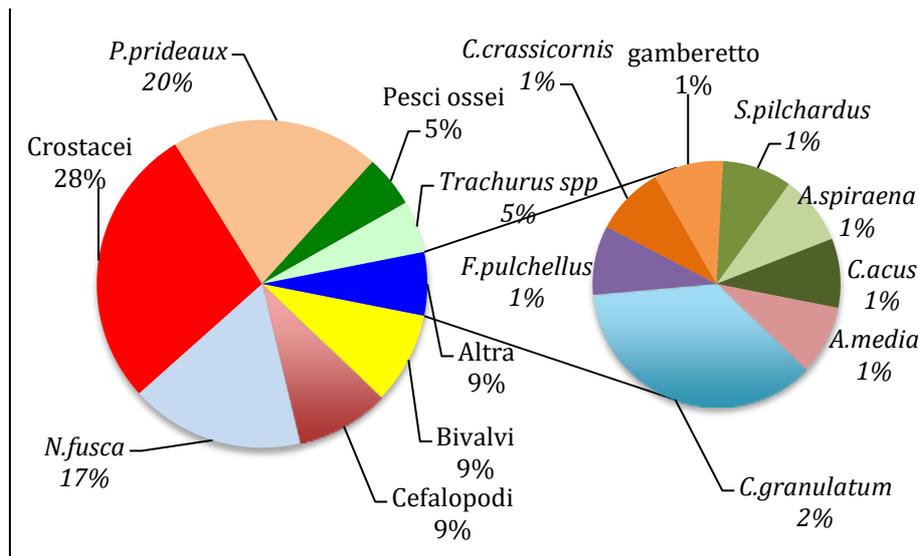


Fig. 74 Valori dell'IRI% per le diverse prede di *Squalus blainville*; è possibile osservare che Crostacei e Gasteropodi, in particolare *P. prideaux* e *N. fusca*, sono le componenti principali della dieta di *S. blainville*

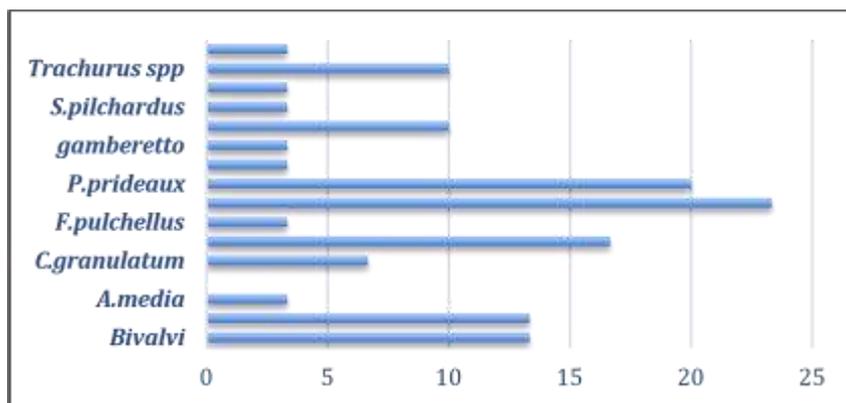


Fig. 75 Percentuale di occorrenza dei diversi taxa di prede di *Squalus blainville*; la percentuale di occorrenza viene calcolata sul totale di stomaci pieni (N=30).

La *fullness%* ( $0.66 \pm 0.64$ ; range: 0.1-2.4) non è diversa tra femmine e maschi ( $Z=1.11$ ,  $p=0.3$   $N_f=16$   $N_m=14$ ), generalmente gli individui di entrambi i sessi hanno gli stomaci pieni in egual modo ( $FF=0.78 \pm 0.71$   $MM=0.52 \pm 0.53$ ).

L'indice H' ha un valore compreso tra  $0.20 \pm 0.34$  e il range di valori è compreso tra lo 0 e lo 0.07; non è risultato essere diverso tra individui di sesso opposto ( $Z=-1.72$ ,  $p=0.13$ ,  $N_f:3-N_m=6$ ,  $FF:0.85 \pm 0.33$ ,  $MM:0.6 \pm 0.13$ ). L'indice J' ha un valore compreso tra  $0.84 \pm 1.14$  e il range di valori è compreso tra lo 0.5 e lo 0.9; non è risultato essere diverso tra individui di sesso opposto ( $Z=-1.44$ ,  $p=0.19$ ,  $N_f:3-N_m=6$ ,  $FF:0.93 \pm 0.48$ ,  $MM:0.79 \pm 0.16$ ). La dieta è stata confrontata a livello di sesso e di stadio di maturità e non sono emerse differenze significative (Fig. 76 TAB. 13)

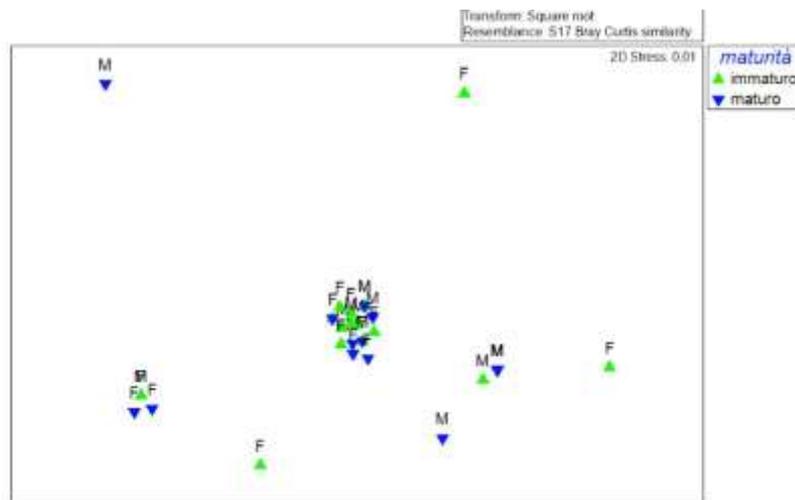


Fig. 76 nMDS bidimensionale, vengono riportati i dati di biomassa della dieta dei campioni di *S. blainville*; Vengono evidenziati gli individui immaturi (blu) e gli individui maturi (verde), le femmine (F) e i maschi (M).

Fattore	gdl	SS	MS	Pseudo-F	P-perm	Permutazioni
sexo	1	3.2	3.2	0.57	0.53	9942
maturità	1	20.8	20.8	3.55	0.3	9948
sexo*maturità	1	2.52	2.52	0.44	0.52	9933

TAB. 13 Risultati della PERMANOVA a due fattori: sesso e maturità; nessun risultato è significativo.

### **3.5 Studio dell'età**

#### **3.5.1 C. monstrosa**

Per lo studio dell'età di *C. monstrosa* sono state utilizzate le spine di 84 individui, 69 appartenenti a femmine (PSCFL  $357 \pm 63$  mm; range:160-460 mm) e, 15 appartenenti a maschi (PSCFL  $349 \pm 68$  mm; range:170-420 mm). La relazione tra la PSCFL e la lunghezza della spina, entrambe espresse in mm, degli individui

utilizzati per la stima dell'età risulta essere significativa: lunghezza a spina=0.09(PSCFL)<sup>1.11</sup> ; gdl=1, R<sup>2</sup>=0.85, F=454.4, p<0.001 (Fig. 77).

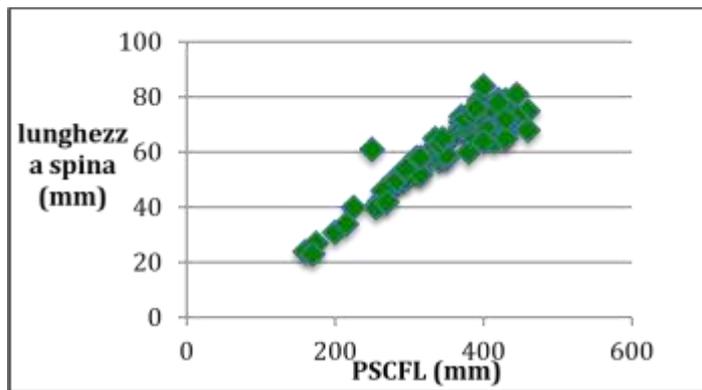


Fig. 77 Relazione tra PSCFL (mm) e lunghezza della spina (mm) dei campioni di *C. monstrosa* utilizzati per la stima dell'età.

E' stata poi misurata attraverso l'equazione di Von Bertalanffy  $L(t)=L_{\infty}*[1-\exp(-k*(t+t_0))]$  la curva di crescita, con i relativi valori appunto di  $L_{\infty}$ ,  $k$  e  $t_0$ . La curva di crescita è stata costruita per sessi insieme, data la scarsa numerosità di maschi nel campione (Fig. 78)

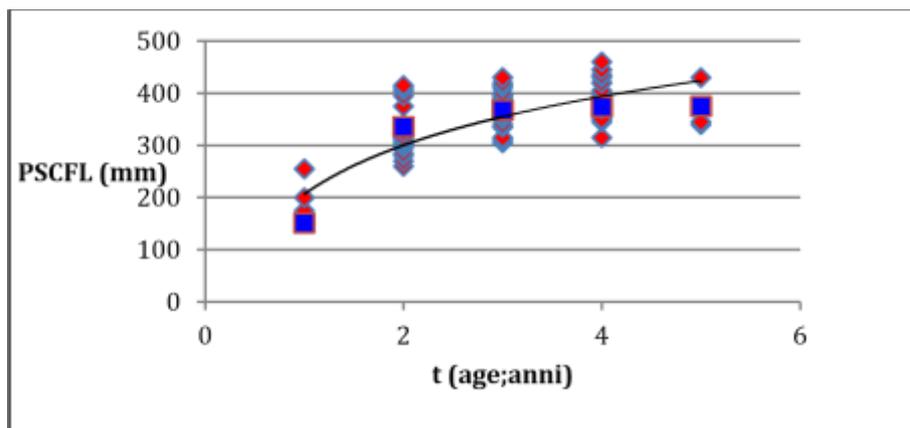


Fig. 78 Curva di Von Bertalanffy, di maschi (blu) e femmine (rosso) di *Chimaera monstrosa*;

La curva di Von Bertalanffy è descritta dall' equazione  $L(t)=374.46*[1-\exp(-1.73(t+0.70))]$ . Tra le femmine sessualmente mature quella di età maggiore possedeva un'età pari a 5 anni ed una PSCFL pari 430 mm, mentre quella di età minore possedeva un'età pari a 2 anni ed una PSCFL pari a 405 mm; tra i maschi sessualmente maturi quelli di età maggiore possedevano un'età pari a 5 anni e il range di PSCFL è 385-420 mm, mentre quelli di età minore possedevano un'età pari a 2 anni e il range di PSCFL è 375-410 mm.

## 4. DISCUSSIONE

### 4.1 Caratteristiche biologiche *C. monstrosa*

La sex-ratio è uno tra i parametri maggiormente considerati durante la costruzione di piani di gestione della pesca, in quanto è fondamentale per la stima della biomassa riproduttiva e della fecondità totale che contraddistingue una popolazione (Marshall et al., 2006), oltre a essere indicativa del potenziale riproduttivo di uno stock (Jakobsen et al., 2009). Dai miei risultati è possibile osservare una sex-ratio nettamente sbilanciata a favore delle femmine, sia sul totale degli individui campionati, sia sugli individui campionati nelle singole stagioni. Questo fa presumere che vi sia segregazione sessuale. La segregazione sessuale può essere definita come la separazione dei membri di una specie, tale che i maschi e le femmine vivano separati in gruppi dello stesso sesso (Conradt, 1998). Questa separazione può essere temporanea, per esempio può esserci solo durante la stagione riproduttiva, oppure può permanere tutto l'anno (Wearmouth & Sims, 2010). Sapere se la popolazione di una data specie è soggetta a segregazione sessuale è importante per comprendere i meccanismi che regolano la differente distribuzione di individui di sesso opposto in un habitat e, per tentare di capire le dinamiche di popolazione di cui fanno parte. Queste conoscenze sono anche fondamentali per attuare piani di gestione della pesca atti a salvaguardare la specie. Prove dell'esistenza di segregazione sessuale nelle popolazioni di Condroitti derivano per lo più da dati di catture a strascico di squali e razze che mostrano chiaramente una sex-ratio sbilanciata a favore dell'uno o dell'altro sesso. Maschi e femmine di una data specie usano habitat diversi, all'interno della stessa o di aree diverse, per motivi sociali, termici o alimentari (Mucientes et al., 2009). Infatti è noto che gli Olocefali possano essere soggetti a segregazione sessuale come altri Condroitti di profondità. Ad oggi però non sono ancora chiari i meccanismi e le cause che vi siano alla base di tale processo (Holt et al., 2013). Uno dei motivi che può spingere le femmine di *C. monstrosa* a segregare dai maschi (che si trovano a profondità minori rispetto le prime) può essere di natura sociale, per evitare appunto il comportamento aggressivo di un sesso nei confronti dell'altro (Main & Coblenz, 1996). Gli individui maschi di *C. monstrosa*, possedendo infatti un tenacula cefalico e due tenacula pelvici armati di dentelli taglienti, possono attuare un comportamento aggressivo nei confronti delle femmine mature, utilizzando queste strutture per trattenerle durante l'accoppiamento. Questo causa alle femmine un'elevata perdita di sangue e la possibilità di insorgenza d'infezioni in corrispondenza delle lacerazioni causate dall'attacco dei maschi. Quindi accoppiamenti frequenti possono avere un costo elevato. La segregazione sessuale può essere quindi una strategia femminile per ridurre tentativi di accoppiamento ripetuti e prolungati (Pratt & Carrier, 2001). Secondo Holt e coautori (2013) si potrebbe quindi supporre che le femmine di *C. monstrosa* esercitano un trade-off atto a ridurre al minimo il conflitto sessuale e, a massimizzare la capacità riproduttiva. Dallo studio di Holt e coautori(2013)

emerge anche un altro possibile motivo del perché vi sia segregazione sessuale tra gli individui di tale specie. Il fatto che i maschi si trovino a profondità minori rispetto alle femmine potrebbe infatti anche essere dovuto al processo di spermatogenesi: risiedere a profondità minori, quindi in acque più calde, può generare un effetto termico a livello degli organi riproduttivi, inducendo alla produzione di ormoni e alla biosintesi di steroidi all'interno dei tessuti testicolari. Questo sarebbe in linea con quanto afferma l'ipotesi bioenergetica comportamentale (Sims, 2003) la quale, avendo già trovato conferma in specie di Elasmobranchi quali *S. acanthias* e *S. canicula* (Dobson & Dodd, 1976; Garnier et al., 1999; McClusky, 2005), potrebbe valere anche per gli Olocefali. Per gli individui campionati di entrambi i sessi la taglia minima risulta essere la stessa (170 mm), mentre la taglia massima è differente (470 mm ♀♀; 440 mm ♂♂). Il grafico della distribuzione di frequenza delle PSCFL mostra comunque che femmine e maschi presentano un intervallo di lunghezza simile, tenendo sempre conto del fatto però che la scarsa numerosità di maschi nel campione non permette di verificare se vi sono reali differenze o meno, a livello di taglia, fra individui di sesso opposto. Neppure Calis e coautori (2005) nel loro studio hanno potuto confrontare le dimensioni di femmine e maschi probabilmente a causa della scarsa numerosità di quest'ultimi presenti nel campione a disposizione (10 ♂♂; 62 ♀♀). Anche in altre specie di chimeriformi non è stata osservata alcuna differenza, a livello di taglia, tra individui di sesso opposto, pur avendo a disposizione un elevato numero di individui per ciascun sesso (Barnett, 2008). Questo però può solo farci supporre che lo stesso valga per *C. monstrosa*. Nemmeno la distribuzione di frequenza delle taglie dei due sessi ai diversi stadi di maturità ha permesso di verificare la similarità o meno dell'intervallo di PSCFL tra individui di sesso opposto, poiché appunto, essendo presenti in numero ridotto, alcuni stadi di maturità non sono stati campionati per i maschi. Quindi anche la percentuale di abbondanza di questi nelle diverse stagioni non è rappresentativa della reale abbondanza con cui questi sono presenti. Questo è osservabile in particolar modo nella stagione primaverile, in cui il numero di individui maschi è pari a uno. Pur considerando la ridotta numerosità del campione, si può osservare come i maschi presentino un valore di PSCFL<sub>50</sub> minore rispetto alle femmine, per cui raggiungono la maturità sessuale a taglie inferiori rispetto a queste. Questo è conforme a quanto osservato anche in altre aree di studio, quali la scarpata continentale portoghese (Moura et al., 2004) e l'Adriatico pugliese (Ungaro et al., 1996). Dagli studi in queste aree geografiche è possibile però osservare valori di PSCFL<sub>50</sub> maggiori rispetto a quelli da me riportati (per la scarpata continentale portoghese: 450mm ♀♀-400 mm ♂♂; per l'Adriatico pugliese: 450mm ♀♀-410mm ♂♂). Questo può essere concorde con l'ipotesi secondo cui la lunghezza di prima maturità sessuale è influenzata dalla latitudine, come è già stato osservato anche per altre specie di Condroidi (Paesch & Oddone, 2008; Finotto et al., 2015). Infatti lo studio di Ungaro e coautori (1997) e di Moura e coautori (2004) è stato condotto in aree aventi latitudini simili tra loro e maggiori all'area dove è stato svolto il mio campionamento. Questo potrebbe spiegare perché i valori di PSCFL<sub>50</sub> sono

maggiori, e in quei casi di studio simili fra i due sessi, rispetto ai valori di PSCFL<sub>50</sub> da me stimati. In genere nei Condroitti è possibile osservare un dimorfismo sessuale nella taglia alla maturità, con le femmine che generalmente maturano a taglie maggiori e che, una volta raggiunta la maturità sessuale, investono una proporzione minore di energia nella crescita corporea a favore della riproduzione (Cortès, 2000). I risultati da me ottenuti confermano quanto detto. Come ci si aspetta, dai dati raccolti è possibile osservare una relazione taglia-peso positiva. Lo studio della relazione taglia-peso nelle popolazioni ittiche è utile per più motivi quali: stimare il peso degli individui partendo da un parametro (taglia) molto facile da rilevare, capire le modalità con cui si realizza lo sviluppo e l'accrescimento degli individui, conoscere (unitamente all'analisi delle caratteristiche ambientali) meglio la biologia e l'ecologia delle popolazioni ittiche. Anche la relazione peso totale-peso fegato è indice di un accrescimento allometrico positivo; a parità di taglia individui di sesso opposto mostrano un peso dell'organo simile. I valori di IES confermano questo, non avendo ravvisato differenze significative. Questo è quanto stato osservato anche da altri autori (Ungaro et al., 1996; Moura et al., 2004), ma è opposto a quanto si osserva in diverse specie di Condroitti, dove è possibile osservare differenze nell'IES, con le femmine che in genere mostrano valori maggiori (Capapè et al., 2008). Il fegato dei Condroitti contiene elevate quantità di squalene, una sostanza oleosa a bassa densità che, riduce il peso specifico del corpo dell'animale così da aumentarne la galleggiabilità, inoltre è un sito di accumulo molto importante di lipidi (Craik, 1978). Le femmine in genere mostrano valori maggiori di IES perché vanno incontro ad un maggior dispendio energetico (rispetto ai maschi) durante il ciclo riproduttivo, in particolare durante la vitellogenesi (massimizzando la produzione di vitello), durante la maturazione degli ovociti e durante la gestazione (Lucifora et al., 2005). Per cui le femmine mostrano in genere dimensioni maggiori del fegato rispetto ai maschi per immagazzinare maggiori quantità di lipidi. Quanto finora detto è in linea con i risultati da me ottenuti per quanto riguarda il valore di IES ai singoli stadi di maturità (per le femmine), che mostrano appunto un aumento del valore di questo nel passaggio da uno stadio all'altro. Le relazioni fra il peso totale e il peso di alcune componenti dell'apparato riproduttore (ovario, ghiandole nidamentali, testicoli), sono risultate essere significative. In particolare è fondamentale conoscere come variano le dimensioni degli ovari al variare della PSCFL e dello stadio di maturità, per avere informazioni riguardanti la biologia riproduttiva della specie in esame. Dai miei risultati è possibile osservare un accrescimento dell'IGS e delle dimensioni degli ovari fino allo stadio in cui l'individuo è riproduttivamente attivo (3a-3b), per poi tornare a valori pari a quelli degli individui immaturi, come ci si aspetta dagli individui in riposo e ripresa che si accingono a ricominciare il ciclo (Ebert et al., 2002). Lo stesso vale per i testicoli dei maschi, solo che, data appunto la scarsa numerosità, non è possibile evidenziare l'andamento dell'IGS in relazione ai diversi stadi di maturità. Le relazioni tra PSCFL e le diverse componenti dell'apparato riproduttore evidenziano che intercorre una relazione positiva tra taglia e lunghezza-

larghezza della componente dell'apparato riproduttore in esame. Questo è ciò che maggiormente ci si aspetta di osservare quando si vuole studiare la crescita relativa di un organo, o di una parte di un organismo, rispetto alle dimensioni corporee totali. Nella maggior parte di queste relazioni è possibile appunto osservare un aumento della componente in esame all'aumentare della taglia e dello stadio di maturità dell'individuo; in alcune relazioni però non si osserva chiaramente questo pattern: per gli epididimi, ad esempio, la lunghezza (così come la larghezza) cresce all'aumentare delle dimensioni corporee, come atteso, ma non vi sono differenze in relazione allo stadio di maturità; le vescicole seminali invece non mostrano variazioni né sulla base della lunghezza dell'animale, né sulla base dello stadio di maturità e infine, per quanto riguarda gli pterigopodi, è possibile osservare che aumentano considerevolmente di dimensioni nel passaggio dallo stadio 1 allo stadio 2 per poi rimanere di dimensioni simili. La bassa numerosità del campione non permette di trarre ulteriori conclusioni. Tramite l'analisi istologica è stato possibile, o almeno in parte (per la scarsa integrità del tessuto delle componenti analizzate), validare lo stadio di maturità degli individui, stimato appunto sulla base della misura dei caratteri macroscopici. Diversi autori infatti, come Seki e coautori, 1998, svolgono analisi istologiche per validare la maturità degli individui campionati, stimata valutando le dimensioni, la morfologia soprattutto di componenti quali ovari, ghiandole nidamentali, testicoli e pterigopodi (a livello di questi non viene eseguita l'analisi istologica) oltre che per descrivere la struttura di queste. Nello studio di Seki e coautori (1998), condotto per studiare la biologia riproduttiva delle popolazioni di *Squalus acanthias* presenti nella costa orientale dell'Isola del Sud in Nuova Zelanda, gli autori misurano le dimensioni e valutano la struttura degli pterigopodi per validare lo stadio di maturità dei maschi e, per fare lo stesso nelle femmine, conducono un'analisi istologica a livello delle ghiandole nidamentali. Queste infatti, oltre ad essere un sito di stoccaggio degli spermatozoi presentano anche una dimensione e una morfologia che varia nel passaggio da uno stadio di maturità a quello successivo: via via aumentano sempre più di dimensioni, i tubuli secretori aumentano sempre più in numero e in diametro e progressivamente si espandono fino ad arrivare in prossimità del lume e, diminuisce sempre più la quantità di tessuto connettivo compatto che circonda il lume fino a scomparire. Dalle mie analisi istologiche, condotte a livello delle ghiandole nidamentali (per le femmine) e dei testicoli (per i maschi) è stato possibile individuare errori (soprattutto nell'attribuzione di stadi pari a 2 e a 4a per i maschi e 2 e 3a per le femmine) fatti a livello dell'attribuzione macroscopica. In aggiunta a quanto detto finora è possibile affermare che dati sulle dimensioni, morfologia delle diverse componenti dell'apparato riproduttore, insieme ai valori di IES e di IGS, possono fornire informazioni circa la stagione riproduttiva di una specie (Ellis & Shackley, 1997; Capapé et al., 2008b; Kousteni et al., 2010). La distribuzione di frequenza del diametro degli ovociti trovati negli ovari, mostra un gap soprattutto tra i 12.5 mm e i 21.5 mm, questo potrebbe essere legato al processo di vitellogenesi : gli ovociti con diametro inferiore/pari ai 12.5 mm rappresentano gli ovociti previtellogenetici,

mentre gli ovociti con diametro pari/superiore ai 21.5 mm rappresentano gli ovociti vitellogenetici. In tutte e tre le stagioni di campionamento le femmine con ovari maturi sono presenti in una percentuale quasi uguale a quella con cui sono presenti le femmine con ovari non maturi, questo fa supporre che non esista una stagione riproduttiva definita per questa specie, ma che appunto il ciclo riproduttivo sia prolungato tutto l'anno. Questo però non lo si può affermare con sicurezza, in quanto mancano campioni provenienti da una stagione e, in nessuna delle femmine mature campionate sono state trovate uova nei tratti riproduttori. Il fatto che non siano state trovate femmine con uova (in nessuna stagione) può essere dovuto al fatto che in questa specie, come in altre specie di Condroitti (Hamlett & Koob, 1999), le femmine selezionano siti di deposizione che non corrispondano alle aree da cui provengono i miei campioni. Quindi per poter definire la stagione riproduttiva di *C. monstrosa* sarebbe opportuno raccogliere campioni anche nella stagione di campionamento mancante ( quella invernale) e, anche in aree diverse da quelle da cui provengono i campioni di questo studio. Una relazione positiva fra fecondità e dimensioni della femmina è molto comune nella maggior parte dei pesci, inclusi i Condroitti (Ellis & Shackley, 1997). Questo è in linea con la relazione significativa che si può osservare dai risultati.

Al di là dei confronti indicati, la scarsità di studi su *C. monstrosa* non consente ulteriori conclusioni.

#### 4.1.1 Dieta di *C. monstrosa*

Lo scarso interesse economico (Fischer et al., 1987; Notarbartolo di Sciara & Bianchi, 1998), unito alla difficoltà di reperimento di un numero significativo di esemplari, in parte dovuta a catture costanti ma non abbondanti (Vacchi & Orsi Relini, 1979), sono fra le cause che hanno portato finora ad un ridotto numero di studi sull'ecologia di *C. monstrosa*. Poche sono le informazioni a disposizione riguardo il comportamento alimentare di tale specie (MacPherson, 1980), che sembra presentare importanti variazioni a livello di taxa predati a seconda delle regioni studiate (Mauchline & Gordon, 1983). Dalla bibliografia emerge in generale che la dieta della chimera è piuttosto varia e costituita da prede appartenenti a numerosi taxa quali: Bivalvia, Crustacea, Echinodermata, Anellida, Gasteropoda, Cnidaria e Teleostei. Anche l'analisi degli stomaci dei miei campioni ha evidenziato la presenza di questi taxa, oltre a quello dei Crinoidea, degli Scaphopoda e dei Bryozoa. Nello specifico è possibile riconoscere, attraverso i valori della percentuale di occorrenza e dell'IRI%, i Crustacea come taxon maggiormente ritrovato. In particolare, dai valori dell'IRI%, è possibile osservare che tra questi la specie *Ebalia nux* risulta essere quella maggiormente presente. Anche Ungaro (1996), in uno studio della dieta di 278 chimere campionate sul fondo batiale del basso Adriatico pugliese, ha ritrovato con maggior occorrenza i Crustacea negli stomaci analizzati. La fullness% può essere utilizzata come indice dell'intensità di alimentazione (Hyslop, 1980) e, dai miei dati, emerge che è significativamente diversa tra

maschi e femmine, con le femmine che in genere hanno gli stomaci più pieni. Si potrebbe ipotizzare che le femmine presentino stomaci maggiormente pieni perché, una volta raggiunta la maturità sessuale, investono fortemente nel tasso di alimentazione per ottenere più energia possibile da investire nella produzione del tuorlo degli ovociti, a sua volta quindi ci sarebbero differenze, a livello di pienezza dello stomaco, tra femmine immature e femmine mature; questo però non è stato possibile più di tanto osservare in quanto dei 41 stomaci di femmine utilizzati per lo studio della dieta, solo 12 appartenevano ad individui maturi e avevano un grado di pienezza compreso tra il valore 1 e 2, che più o meno (eccetto appunto 5 individui che presentavano un valore pari a 3) è il range che è stato osservato anche negli stomaci degli individui immaturi. Al contrario una differenza significativa, a livello di dieta, è stata osservata tra individui immaturi e maturi di entrambi i sessi. Il taxon principalmente responsabile di questa differenza è quello dei Crustacea. Questi infatti sono maggiormente presenti negli stomaci degli individui maturi. Holt e coautori (2013), nel loro studio oltre ad osservare segregazione sessuale tra individui di *C. monstrosa* di sesso opposto, hanno anche osservato segregazione tra individui maturi e immaturi, avendo ritrovato questi a profondità minori rispetto ai primi. Tale segregazione potrebbe spiegare questa differenza significativa evidenziata dall'analisi Permanova. A differenti profondità l'occorrenza delle prede, di cui si ciba principalmente la chimera, potrebbe essere diversa. Anche Vacchi & Orsi Relini (1979), nel loro studio dei contenuti stomacali di 103 chimere provenienti dai fondi batiali liguri, hanno osservato questa differenza di dieta tra individui maturi e immaturi, ma la attribuiscono non alla segregazione tra questi, quanto alle differenze che vi sono a livello delle piastre dentarie. Questi infatti osservano che mentre negli individui maturi le piastre svolgono sia una funzione di taglio (dovuta ai margini incisivi delle piastre vomerine e mandibolari) che una funzione di schiacciamento (dovuta alle piastre palatine che si oppongono a delle zone marginali laterali delle piastre mandibolari), negli individui immaturi invece svolgono solo una funzione di taglio (in quanto le piastre palatine non hanno ancora realizzato del tutto i rapporti occlusionali che consentono la seconda funzione). Anche MacPherson (1980), dallo studio della dieta di 206 chimere campionate nel Mediterraneo occidentale, ha osservato che la presenza dei Crustacea negli stomaci aumentava sempre più all'aumentare della taglia, a cui corrisponde via via un cambio di stadio di maturità. Come gli autori liguri, anche MacPherson esclude la segregazione quale causa responsabile delle differenze a livello di dieta, proponendo invece come spiegazione a ciò la differente capacità di risucchiare la preda da parte degli individui maturi. Egli infatti suppone che il meccanismo di ingestione della preda avvenga in questo modo: il pesce apre la bocca solo un momento prima di raggiungerla, la risucchia e la schiaccia fra le piastre dentarie. Ciò quindi sarebbe in linea con quanto sostiene Nyberg (1971), secondo il quale la velocità di suzione aumenta con l'aumentare della taglia (a cui appunto corrisponde un cambio di maturità). L'indice di Shannon Weaver ( $H'$ ) è usato come una misura della diversità della dieta (Fanelli et al., 2010) e, nel mio caso non mostra differenze tra individui di

nesso opposto (così come l'analisi Permanova per sesso), così come non ne mostra l'indice di Pielou (J'), che invece descrive la dominanza di una o poche prede nella dieta.

#### 4.1.2 Età di *C. monstrosa*

La spina della pinna dorsale di *C. monstrosa* è composta da due strati di dentina (uno interno e uno esterno) che formano insieme il tronco dentina (Maisey, 1979). Esternamente è priva di rivestimento in smalto. Gli anelli, che corrispondono agli incrementi di crescita, si trovano nello strato interno di dentina. Dai dati raccolti, come ci si aspetta, è possibile osservare che tra PSCFL e lunghezza totale della spina intercorre una relazione positiva. Lo stesso, appunto, è stato osservato anche da Calis e coautori (2005), nello studio condotto su chimere campionate nel nord-est Atlantico. Anche gli autori irlandesi riportano una curva di crescita della pinna dorsale per sessi uniti, avendo appunto un numero di individui maschi assai basso a disposizione. Nel campione a mia disposizione cinque è stata l'età massima stimata sia per i maschi che per le femmine. Come per la taglia massima, anche l'età massima dei campioni da me analizzati è nettamente inferiore a quella riportata da altri autori, in particolare per l'età da Calis e coautori (2005). Gli autori infatti stimano l'età massima delle femmine pari a 26 anni (PSCFL=52±11; range 280-740 mm♀♀), mentre quella dei maschi pari a 30 (PSCFL=45±16; range 260-710 mm♂♂). Quindi, questo può essere la conferma di quanto supposto precedentemente, cioè che in aree geografiche diverse, a latitudini diverse, la velocità di accrescimento è assai differente.

#### 4.2 Caratteristiche biologiche di *S. blainville*

Dai risultati, è possibile osservare una sex-ratio sbilanciata a favore delle femmine, anche se non in modo assai marcato. Questo è ravvisabile anche in studi condotti su *S. blainville* nella parte orientale del Mediterraneo (Sion et al., 2003; Kousteni & Megalofonou, 2011). In questo caso però parlare di segregazione sessuale, come in precedenza detto osservabile in molte specie di elasmobranchi, è poco supportato dai dati, in quanto appunto la sex-ratio totale si discosta di poco dal valore atteso 1:1. Inoltre, come per *C. monstrosa*, per tale specie si può solo supporre che si verificano eventi di aggressività all'atto riproduttivo tali da indurre le femmine a segregare dai maschi, poiché ad ora in bibliografia non viene riportato nulla di tutto ciò. La taglia minima misurata è la stessa per entrambi sessi (245 mm), mentre la taglia massima non lo è, quest'ultima infatti risulta essere maggiore nelle femmine (680 mm ♀♀; 545 mm ♂♂). Questo fa supporre che maschi e femmine di spinarolo presentino differenze a livello di taglia. Questa supposizione, così definita per il fatto che la numerosità del campione è ridotta e che tutti gli individui sono stati raccolti in un'unica stagione, viene confermata da ricercatori che hanno condotto studi su *S. blainville* nel Mar Mediterraneo, i quali hanno evidenziato come le femmine

raggiungano taglie maggiori ed abbiano una crescita più lenta (Quignard, 1971; Cannizzaro et al., 1995; Sion et al., 2003). In particolare, lo studio di Cannizzaro e coautori (1995) mostra come le femmine di *S. blainville* si accrescano più lentamente dei maschi solo a partire da una determinata taglia (500 mm), a cui corrisponde una determinata età (8 anni); fino a quel momento femmine e maschi presentano la stessa velocità di accrescimento. Questo può essere dovuto al fatto che mentre i maschi raggiungono la maturità sessuale a taglie comprese tra i 300 e i 400 mm, le femmine invece raggiungono la maturità sessuale a taglie maggiori, comprese tra i 400 e i 500 mm, dopo le quali iniziano ad accrescersi più lentamente. Quindi gli individui di entrambi i sessi hanno un tasso di accrescimento lento, proprio della strategia-k che li contraddistingue, ma tra i due le femmine si accrescono più lentamente. Anche il valore di  $LT_{50}$  è assai diverso tra maschi e femmine, in linea con quanto riportato da altri autori, quali Kousteni e Megalofonou (2011), che osservano come i maschi raggiungano maturità a taglie inferiori rispetto alle femmine (564 mm ♀♀; 457 mm ♂♂). È possibile osservare una differente distribuzione di frequenza delle lunghezze totali tra individui di sesso opposto. Anche Kousteni e Megalofonou (2011) nel loro studio, condotto su 526 individui di *S. blainville* (292 ♀♀; 233 ♂♂) nella parte orientale del Mar Mediterraneo (Turchia), hanno osservato una differente distribuzione di frequenza delle lunghezze totali tra sessi, pur presentando gli individui campionati di entrambi una taglia minima (180 mm ♀♀; 182 mm ♂♂) e una taglia massima (799 mm ♀♀; 779 mm ♂♂) simile. Kousteni e Megalofonou hanno infatti osservato chiaramente una predominanza di maschi nelle classi di taglia comprese tra i 450 e i 550 mm e, una predominanza di femmine nelle classi di taglia superiori ai 550 mm. Il campione di *S. blainville* a mia disposizione permette di osservare la presenza esclusiva di femmine a partire dalle classi di taglia superiori ai 550 mm, mentre non mostra una predominanza di maschi a taglie inferiori. Probabilmente ciò è dovuto alla scarsa numerosità complessiva del campione, in particolare alla scarsa numerosità degli individui maschi campionati per le diverse classi di taglia, avendo campionato gli individui in un'unica stagione, a differenza di Kousteni e Megalofonou che, campionando in diverse stagioni, avevano a disposizione un numero di individui sufficiente a coprire le diverse classi di taglia. Una differente distribuzione di frequenza fra sessi è osservabile di conseguenza anche ai diversi stadi di maturità. Anche uno studio condotto su *S. blainville* nel Golfo di Gabes ha sottolineato che le femmine di *S. blainville* raggiungono taglie maggiori rispetto ai maschi (Marouani et al., 2011). In genere infatti nei pesci cartilaginei le femmine raggiungono taglie più elevate e possiedono un tasso di accrescimento più lento (corrispondente al parametro "K" della curva di accrescimento di Von Bertalanffy) rispetto ai maschi. Complessivamente si evidenzia, quindi, che *S. blainville* nel Mar Mediterraneo presenta dimorfismo sessuale, con femmine che si accrescono più lentamente e maggiormente rispetto ai maschi e che raggiungono la maturità a taglie maggiori. Il raggiungimento di taglie più elevate da parte delle femmine è funzionale alla loro capacità di mantenere i piccoli durante la gravidanza

(Cortés, 2000). Diversi ricercatori hanno inoltre descritto, come nel caso di *S. acanthias*, una differente frequenza tra maschi e femmine col variare della profondità o dell'area ambientale (Clarke et al., 2001; Banon et al., 2006). Studi già citati (Cannizzaro et al., 1995; Sion, 2003; Kousteni & Megalofonou, 2011) sottolineano anche una differenza percentuale di individui maturi e immaturi, a livello gonadico, nelle diverse stagioni di campionamento, evidenziando la preponderanza di individui maturi di entrambi i sessi in primavera, così da supporre che il periodo primaverile corrisponda al periodo riproduttivo di *S. blainville*. I risultati di questi studi hanno evidenziato una percentuale di maschi riproduttivamente attivi maggiore rispetto a quella delle femmine. Questo può essere spiegato dal fatto che mentre i maschi una volta raggiunta la maturità gonadica la mantengono per il resto della loro vita, mentre le femmine una volta partorito ritornano allo stadio di maturità gonadica precedente, poiché appunto la gonade regredisce. Dai miei risultati è possibile inoltre osservare che la percentuale di individui immaturi e maturi (in questo caso sessualmente maturi) di entrambi i sessi è rispettivamente simile, tenendo sempre conto del fatto però che gli individui del campione provengono da un'unica stagione. Attualmente non è comunque possibile trarre conclusioni precise circa il ciclo stagionale riproduttivo di *S. blainville*, poiché appunto nonostante vi sia una preponderanza di individui maturi nella stagione primaverile, è comunque possibile osservare in tutte le stagioni individui sia giovanili che maturi (a livello gonadico) di entrambi i sessi (Sion et al., 2003). Questo può condurre alla conclusione che questa specie possiede in periodo riproduttivo prolungato durante l'anno (Quignard et al., 1971; Cannizzaro et al., 1995) come osservato in altre specie di elasmobranchi di profondità del Mediterraneo e non solo (Yano e Tanaka, 1988; Tursi et al., 1993; Girard e Du Buit, 1999). Anche in questo caso, dai dati raccolti, è possibile osservare una relazione taglia-peso positiva allometrica. Mentre i miei risultati non evidenziano differenze fra sessi, in quanto a parità di taglia maschi e femmine hanno un peso simile, risultati di studi condotti in aree diverse (Sion et al., 2003) hanno mostrato una relazione diversa tra sessi. Questo può sempre essere spiegato considerando la durata del periodo di campionamento e la numerosità del campione. La relazione dimensioni dell'animale-peso fegato è positiva, indice di un accrescimento allometrico positivo; a parità di taglia individui di sesso opposto mostrano un peso dell'organo simile. I valori di IES confermano questo, non avendo ravvisato differenze significative. Questo è quanto stato osservato anche da Sion e coautori (2003), mentre Kousteni & Megalofonou, (2011) hanno invece evidenziato un valore maggiore di IES nelle femmine ( $\text{♀♀ IES}=11.8\pm 4.1$ ; range: 4.6-35.8;  $\text{♂♂ IES}=10.4\pm 3.5$ ; range 4.4-22.9). Quanto osservato da Kousteni & Megalofonou, a differenza di quanto osservato da me, è in linea con quanto si osserva in diverse specie di Condroitti, dove è possibile appunto osservare che le femmine in genere mostrano valori maggiori di IES (Capapé et al., 2008), come precedentemente discutendo i risultati di *C. monstrosa*. Gli ovari e i testicoli di *S. blainville* sono entrambi funzionali (Sion et al., 2003), Kousteni & Megalofonou oltre a riportare valori nettamente maggiori di IGS rispetto ai miei, evidenziano

anche che vi sono differenze tra individui di sesso opposto a livello di questo parametro, con le femmine che appunto mostrano valori maggiori. Nel mio studio, invece, i valori di IGS sono risultati simili nei due sessi. Probabilmente il fatto che io abbia trovato un risultato diverso da quello degli autori è dovuto al fatto che il numero di individui a mia disposizione era nettamente inferiore al loro e, inoltre, gli individui provenivano tutti dalla stessa stagione.

Le relazioni tra LT e le diverse componenti dell'apparato riproduttore evidenziano che intercorre una relazione positiva tra taglia e lunghezza-larghezza della componente dell'apparato riproduttore in esame. Ogni qual volta infatti abbia osservato queste relazioni ciò che si notava era che all'aumentare della taglia, ai diversi stadi di maturità, anche le dimensioni delle diverse componenti aumentavano, ad eccezione degli ovidotti, per i quali infatti è possibile osservare una relazione tra le dimensioni di questi e la taglia dell'animale positiva ma non così evidente, in quanto questi in parte diventano uteri negli individui maturi. Questo tipo di relazioni permette di comprendere quali siano le componenti dell'apparato riproduttore e, i caratteri sessuali primari che subiscono maggior modificazione dimensionale al variare dello stadio di maturità. Diversi lavori e manuali suggeriscono di considerare come componenti principali, per la valutazione dello stadio di maturità, le ghiandole nidamentali e gli ovari per le femmine e, i testicoli e gli pterigopodi per i maschi (Ivory et al., 2004; Medits, 2012), come anche precedentemente detto per *C. monstrosa*. Nel caso di *S. blainville* la morfologia degli pterigopodi è utile per l'identificazione della specie. Infatti *S. blainvillei* condivide molte caratteristiche anatomiche ed ecologiche con un'altra specie presente nel suo areale di distribuzione: *Squalus megalops* (Marouani et al., 2011) (Fig.79).



Fig. 79 Femmina adulta di *S. blainville* (a) e femmina adulta di *S. megalops* (Immagine tratta da Marouani et al., 2011).

Analisi morfologiche e analisi genetiche hanno permesso di individuare alcune differenze anatomiche che rende distinguibili le due specie, tra cui appunto la morfologia degli pterigopodi (Fig. 80).

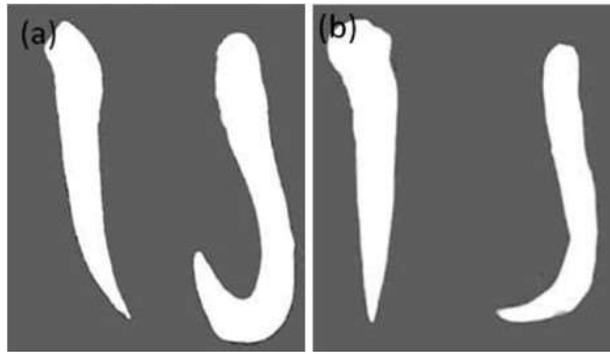


Fig. 80 Pterigopodi di un maschio adulto di *S. blainville* (a) e di *S. megalops* (b) (Immagine tratta da Marouani et al., 2011).

In aggiunta a quanto detto finora è possibile affermare che dati sulle dimensioni, morfologia delle diverse componenti dell'apparato riproduttore possono anche fornire informazioni circa la stagione riproduttiva, cosa che nel mio caso non è stato possibile poiché appunto i campioni sono stati raccolti in un'unica stagione. Quasi sempre, dalle relazioni rappresentate, è possibile osservare che le dimensioni delle diverse componenti dell'apparato riproduttore in parte coincidono tra individui immaturi e maturi. Questo ad indicare che non vi è un vero e proprio limite dimensionale che contraddistingue il passaggio dallo stadio 2 allo stadio 3.

Al pari della sex-ratio, della  $LT_{50}$  e della  $A_{50}$ , anche lo studio della fecondità è assai importante nella valutazione della dinamica riproduttiva delle popolazioni di elasmobranchi (Rodriguez-Cabello et al., 1998). Come precedentemente riportato, diversi autori ritengono che *S. blainville* posseda un periodo riproduttivo prolungato durante l'anno. Tutte le femmine hanno due ovari quasi egualmente sviluppati e, durante la gestazione, gli ovociti continuano a svilupparsi. Il fatto che *S. blainville* possa avere un periodo riproduttivo prolungato tutto l'anno può essere per lo più dovuto al fatto che le femmine continuano a maturare gli ovociti per la gravidanza successiva. La distribuzione di frequenza del diametro degli ovociti trovati negli ovari può confermare questo, in quanto si osserva un gap dimensionale tra gli 8.5 mm (che corrispondono alle dimensioni degli ovociti previtellogenetici) e i 14.5 mm (che corrispondono alle dimensioni degli ovociti vitellogenetici). L'ovocita più grande maturo presenta un diametro pari a 27.5 mm, questo è conforme a quanto riportato da Kousteni e Megalofonou, i quali dal loro studio pubblicato nel 2011 hanno potuto osservare che gli ovociti maturi hanno un range dimensionale compreso tra i 21 mm e i 49 mm. La fecondità ovarica media è pari a 4.1. La fecondità uterina varia dai tre ai quattro embrioni, è in linea con quanto riportato da Kousteni e Magalofonou (1-6 embrioni) per un numero di femmine mature campionate nettamente maggiore a quello a mia disposizione, mentre Ebert e coautori (2002), documentano una fecondità uterina maggiore, riportando un numero massimo di embrioni campionati pari a otto. Anche la sex-ratio bilanciata tra embrioni è stata osservata nello studio condotto dai due

autori greci. La taglia minima degli embrioni campionati, aventi il sacco vitellino ridotto, è pari a quella riportata da Cannizzaro e coautori (1995) (141 mm). Gli autori hanno potuto inoltre osservare che il sacco vitellino si riassorbe solo dopo i 200 mm di lunghezza. Autori che hanno invece condotto studi su *S. blainville* nel Mediterraneo centro-occidentale, quali appunto Sion e coautori (2003) e Kousteni e Megalofonou, (2011), hanno misurato una taglia minima degli embrioni (aventi sempre ancora il sacco vitellino, anche se in maniera ridotta) maggiore (170 mm). Con questo è forse possibile che, a parità di stadio, i nascituri al momento del rilascio in ambiente sono più piccoli, a livelli dimensionale, nel Mar orientale che nel Mar centro-occidentale. Il tardo raggiungimento della maturità sessuale e il lungo periodo di gestazione (9 mesi, Ranzi, 1932; 17 mesi Cannizzaro et al., 1995) definiscono appunto *S. blainville* una specie assai poco feconda, ma autori precedentemente citati, tra cui Cannizzaro et al., 1995, ritengono che la costante alta percentuale (circa il 14% sul totale delle femmine) di femmine riproduttivamente attive presenti tutto l'anno e, il fatto che i testicoli producano sempre spermatozoi una volta raggiunta la maturità possano compensare la bassa fecondità di questa specie. Mentre è possibile osservare una relazione (positiva) tra il peso degli ovari e il peso totale delle femmine campionate (così come anche nel caso delle ghiandole nidamentali e dei testicoli per i maschi, come precedentemente detto), al contrario non è possibile osservarla tra la fecondità e la lunghezza totale. Nonostante diversi autori abbiano descritto una relazione positiva tra fecondità e dimensioni della femmina nella maggior parte dei pesci, compresi gli elasmobranchi (Ellis e Shackley, 1997; Cortès, 2000), questo non è l'unico caso in cui non si osserva questo tipo di relazione. Esempio è quello riportato da Ketchen, nel lavoro pubblicato nel 1972, riguardo la biologia riproduttiva di *S. acanthias* nelle acque della Columbia Britannica. Anche in questo caso non è stata osservata alcuna relazione tra la fecondità e la lunghezza totale delle femmine campionate.

#### 4.2.1 Dieta di *S. blainville*

I taxa di prede maggiormente ritrovati nei contenuti stomacali degli individui utilizzati per lo studio della dieta, risultano essere i Crostacea, i Cephalopoda, i Bivalvia, i Gasteropoda e i Teleostei. Questi sono gli stessi che sono stati trovati anche nello studio condotto da Capapé (1975) al largo delle coste tunisine e, da Martinho et al. (2012), oltre a Mollusca, Sipuncula e Echinodermata, in corrispondenza delle coste portoghesi. Questo può significare che la dieta che caratterizza *S. blainville* è scarsamente diversificata. Dai valori sia dell'IRI% che della percentuale di occorrenza dei diversi taxa di prede è possibile osservare che i Crustacea rappresentano il taxon di prede preferenziale di *S. blainville*. In particolare, tra questi, *Pagurus prideaux* risulta essere la specie che maggiormente è stata trovata negli stomaci utilizzati per lo studio. Anche per Martinho e coautori (2012) i Crustacea rappresentano il taxon di prede principalmente presente negli stomaci di *S. blainville*, mentre Capapé (1975)

riconosce tale ruolo ai Teleostei e, dal suo studio, emerge che i Crustacea rappresentano il secondo taxon di prede maggiormente presente negli stomaci. Gli autori portoghesi invece riconoscono i Teleostei come seconda preda maggiormente presente nei contenuti stomacali, mentre i miei risultati riconoscono questo ruolo ai Gasteropoda. Anche in questo caso quindi il risultato ottenuto potrebbe essere dovuto, nel caso dello studio di Martinho e coautori. (2012), alla diversa area geografica e latitudine di campionamento, nel caso di Capapè (1975), al fatto che il numero di stomaci a mia disposizione era minore rispetto a quello dell'autore tunisino (60 stomaci). Per entrambi i casi comunque, la scarsa numerosità degli stomaci a mia disposizione potrebbe aver influenzato il risultato. La fullness % non ha mostrato differenze significative a livello di pienezza degli stomaci fra sessi, ad indicare che individui di sesso opposto presentano una uguale intensità di alimentazione. I valori di H' e di J' non hanno evidenziato differenze tra sessi a livello di dieta, in linea con quanto è stato osservato anche da Capapè (1975). Quindi questo, insieme al fatto che non è stata osservata alcuna differenza di dieta neppure tra individui immaturi e individui maturi di entrambi i sessi, supporta ulteriormente l'ipotesi di non segregazione in questa specie.

## 5. CONCLUSIONI

Questo studio ha messo in evidenza alcune problematiche legate alle ricerche nell'ambito dei Condroitti, prima fra tutte il fatto che spesso è difficile reperire campioni, soprattutto per specie non commerciali, come *C. monstrosa*, o comunque di scarso valore economico, come *S. blainville*. Inoltre può essere anche problematico riuscire ad avere campioni durante tutto l'anno, di conseguenza non sempre i dati rappresentano realmente i tratti che delineano la biologia di una specie e, non sempre consentono confronti con altri studi. Infine può essere difficile riuscire ad avere dati sufficienti per entrambi i sessi ai diversi stadi di maturità, se la specie oggetto di studio è soggetta al fenomeno di segregazione sessuale, che porta quindi femmine e maschi a vivere in aree diverse, sulle quali le attività di pesca agiscono con diversa intensità.

Tuttavia questo studio è importante per il fatto che sono state raccolte informazioni in più riguardo due specie di Condroitti per le quali le informazioni presenti in letteratura (soprattutto per *C. monstrosa*) sono assai scarse o nulle. In particolare, sarebbe opportuno condurre diversi studi nel Mediterraneo (e non solo) per *C. monstrosa* per riuscire a colmare le lacune che vi sono circa la biologia di questa specie, mentre per *S. blainville* sarebbe opportuno condurre studi in aree extra-mediterranee per poter osservare se la sua biologia varia o meno a seconda dell'area geografica. Questo studio potrebbe quindi essere la base di partenza per studi futuri a livello di queste specie che, essendo predatori all'apice della rete trofica marina, possono influenzare le dinamiche che ci sono o che si possono instaurare a livello di questa. Quindi, anche se non sono un bersaglio principale delle attività di pesca, possono influenzare (con la loro presenza o meno) l'abbondanza di specie bersaglio della pesca. Inoltre, ottenere maggiori informazioni riguardo alla biologia di queste specie è anche importante per approfondire la storia evolutiva di una classe di pesci di elevato interesse conservazionistico, perché sottoposti sempre più ad un'intensa attività di pesca: i Condroitti.

## BIBLIOGRAFIA

Anderson M. J., Gorley R. N., Clarke K. R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. Plymouth UK: PRIMER-E, 214 pp.

Bañón, R., Piñeiro, C., & Casas, M. (2006). Biological aspects of deep-water sharks *Centroscymnus coelolepis* and *Centrophorus squamosus* in Galician waters (north-western Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(04), 843-846.

Barnett L. A., 2008. Life history, abundance, and distribution of the spotted ratfish, *Hydrolagus colliei*. California Sea Grant College Program.

Bauchot M.L., 1987. In: Fischer, W., Schneider, M., Bauchot, M.L. (Eds.), *Mediterranee et mer noire*, 2: 847-857.

Bonfil R., 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Report, 341: 119.

Calis E., Jackson E. H., Nolan C. P., Jell F., 2005 Preliminary age and growth estimates of the rabbit fish, *Chimaera monstrosa*, with implications for future resource management. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 35:1526.

Camhi M. D., Fowler S., Musick J., Bräutigam A., Fordham S., 1998. Sharks and their relatives: ecology and conservation. Occasional paper of the IUCN Species Survival Commission, 20: 39 pp.

Camhi M. D., Valenti S. V., Fordham S. V., Fowler S. L., Gibson C., 2009. The conservation status of pelagic sharks and rays: report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group. Newbury, UK. : 78 pp.

Cannizzaro L., Rizzo P., Levi D., & Gancitano S., 1995. Age determination and growth of *Squalus blainvillei* (Risso, 1827). *Fisheries research*, 23: 113-125.

Capapé C., 1975. Etudè du règeime alimentaire de *Squalus blainville* (Risso, 1827), des cotes tunisiennes. Bulletin. Institution. National. Science. Technique. Oceanographic. Peche Salammbio, 4: 61-73.

Capapé, C., Reynaud, C. Vergne, Y., & Quignard, J. P., 2008. Biological observations on the smallspotted catshark *Scyliorhinus canicula* (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) off the Languedocian coast (southern France, northern Mediterranean). *American Journal of Aquatic Sciences*, 3: 282-289.

Carey F. G., Kanwisher J. W., Brazier O., Gabrielson G., Casey J. G., & Pratt Jr H., L., 1982. Temperature and activities of a white shark, *Carcharodon carcharias*. *Copeia*, 254-260.

- Carrier J. C., Pratt H. L., Castro J. I., 2004. Reproductive biology of elasmobranch. In: Carrier J. C., Musick J. A., Heithaus M. R. (Ed.), *Biology of Sharks and their Relatives*. CRC Press, Boca Raton: 596 pp.
- Cingolani N, Coppola SR, Mortera J., 1986. Studio di fattibilità per un sistema di rilevazione campionaria delle statistiche della pesca (PESTAT). *Quad Ist Ric Pesca Marittima*, 5:283–753.
- Clarke S. C., 2004. Understanding pressures on fishery resources through trade statistics: a pilot study of four products in the Chinese dried seafood market. *Fish and Fisheries*, 5: 53-74.
- Clarke S. C., McAllister M. K., Milner-Gulland E. J., Kirkwood G. P., Michielsens C. G. J., Agnew D. J., Pikitch E. K., Nakano H. Shivji M. S., 2006. Global estimates of shark catches using trade records from commercial markets. *Ecology Letters*, 9: 1115-1126.
- Clarke S. C. and Milner-Gulland E. J., 2007. Social, Economic, and Regulatory Drivers of the Shark Fin Trade. *Marine Resource Economics*, 22: 305-327.
- Clo S., Dalu M., Danovaro R., Vacchi M., 2002. Segregation of the Mediterranean population of *Centroscyrnus coelolepis* (Chondrichthyes: Squalidae): a description and survey. Northwest Atlantic Fisheries Organisation; 4702:1-3.
- Coelho R., Erzini K., Bentes L., Correia C., Lino P. G., Monteiro P., & Gonçalves J. M., 2005. Semi-pelagic longline and trammel net elasmobranch catches in southern Portugal: catch composition, catch rates and discards. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 35: 531-537.
- Compagno L. J. V., 1973. "Interrelationships of living elasmobranchs."
- Compagno L. J. V., 1990. Shark exploitation and conservation. In: Pratt H. L., Gruber S. H., Taniuchi T. (Ed.), *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries*. Technical report NMFS 90, National Oceanic.
- Compagno L. J. V., 1999. Systematics and body form. In: W. C, Hamlett (Ed), *Sharks, Skates and Rays. The Biology of Elasmobranch Fish*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London: 515 pp.
- Compagno, L. J. V., Last, P. R., Stevens, J. D., & Alava, M. N. R., 2005. Checklist of Philippine chondrichthyes. CSIRO Marine Laboratories Report, 243: 1-103.
- Conradt, L., 1998. Measuring the degree of sexual segregation in group-living animals. *Journal of Animal Ecology*, 67: 217-226.
- Cook S.F., 1990. Trends in Shark Fin Markets: 1980, 1990, and Beyond. *Chondros* (March): 3–6.

- Cortés E., 2000. Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries Science*, 8: 299-344.
- Craik J. C. A., 1978. An annual cycle of vitellogenesis in the elasmobranch *Scyliorhinus canicula*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 58: 719-726.
- Dean B., 1906. Chimaeroid fishes and their development. Carnegie Institution of Washington Publications, 32: 195 pp.
- De Maddalena A., 2005, Squali del Mar Mediterraneo. Classe Editore, Italy: 240pp.
- Didier D. A., Stahl B.J. and Zangerl R., 1994 "Development and growth of compound tooth plates in *Callorhynchus milii* (Chondrichthyes, Holocephali)." *Journal of Morphology*, 222: 73-89.
- Didier D. A., 1995 "Phylogenetic systematics of extant chimaeroid fishes (Holocephali, Chimaeroidei)". *American Museum novitates*; no. 3119.
- Didier D.A., 1998. The leopard *Chimaera*, a new species of chimaeroid fish from New Zealand (Holocephali, Chimaeriformes, Chimaeridae). *Ichthyological Research*, 45: 281-289.
- Didier D.A., M. Kemper J. and Ebert D.A., 2012. "Phylogeny, biology, and classification of extant holocephalans." *Biology of sharks and their relatives*, JC Carrier, JA Musick, MR Heithaus (eds.). CRC Press, Boca Raton, 97-122.
- Dobson S., Dodd J. M., 1976 Relative roles of light and temperature in the control of the testis of the dogfish. *General and Comparative Endocrinology*, 29: 268-272.
- Domenier M.L. & Colin P.L., 1997. Tropical reef fish spawning aggregation: defined and reviewed. *Bulletin of Marine Science*, 60:698-726.
- Dood J.M., 1983. Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes). *Fish physiology*, 9:31-95.
- Dulvy N. K., Metcalfe J. D., Glanville J., Pawson M. G., Reynolds D., 2000. Fishery stability, local extinction and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology*, 14: 283 – 293.
- Eberhard W. G., 1985. Sexual selection and animal genitalia. Harvard University Press.
- Ebert D. A., 2002. Some observations on the reproductive biology of the sixgill shark *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788) from Southern African waters. *South African Journal of Marine Science*, 24: 359-363.

- Ellis J. R., & Shackley, S. E., 1997. The reproductive biology of *Scyliorhinus canicula* in the Bristol Channel, UK. *Journal of Fish Biology*, 51: 361-372.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1993. Yearbook of Fishery Statistics: catches and landings 1991, (72). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Farrugio H., 2015. Sicily Channel/Tunisian Plateau: Status and conservation of fisheries. Edited by *Cebrian D. & Requena S.*, RAC/SPA, Tunis: 76pp.
- Ferretti F., Myers R. A., Serena F. & Lotze H.K., 2008. Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology*, 22: 952-964.
- Finotto L., Gristina M., Garofalo G., Riginella E. & Mazzoldi C., 2015. Contrasting life history and reproductive traits in two populations of *Scyliorhinus canicula*. *Marine Biology*, 162: 1175-1186.
- Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire. FAO, Roma (2).
- Francis R. C. & Sibley T. H., 1991. In International Symposium on Climate Change and Northern Fish Populations, Conference in Victoria, Canada. *Northwest Environmental Journal*, 7:295 pp.
- Frank K. T., Petrie B., Choi J. S., Leggett W. C., 2005. Trophic cascades in a formerly cod-dominated ecosystem. *Science*, 308: 1621-1623.
- Frazzetta T. H., 1994 "Feeding mechanisms in sharks and other elasmobranchs." *Biomechanics of Feeding in Vertebrates*. Springer Berlin Heidelberg, 31-57.
- Garnier D. H., Sourdain P., Jegou B., 1999 Seasonal variations in sex steroids and male sexual characteristics in *Scyliorhinus canicula*. *General and Comparative Endocrinology*, 116: 281-290.
- Garofalo G., Ceriola L., Gristina M., Fiorentino F., Pace R., 2010. Nurseries, spawning grounds and recruitment of *Octopus vulgaris* in the Strait of Sicily, central Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1363-1371.
- Gilmore R. G., 1993. Reproductive biology of lamnoid sharks. *Environmental Biology of Fishes*, 38: 95-114.
- Gordon I., 1993. Pre-copulatory behavior of captive sand tiger sharks, *Carcharias Taurus*. *Environmental Biology of Fishes*, 38:159-64.
- Girard M. & Du Buit M. H., 1999. Reproductive biology of two deep-water sharks from the British Isles, *Centroscyrnus coelolepis* and *Centrophorus squamosus* (Chondrichthyes: Squalidae). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 79: 923-931.

- Grogan E.D. and Lund R., 2009 "Two new iniopterygians (Chondrichthyes) from the Mississippian (Serpukhovian) Bear Gulch Limestone of Montana with evidence of a new form of chondrichthyan neurocranium." *Acta Zoologica* 90.s: 134-151.
- Hamlett W. C. & Hysell M. K., 1998. Uterine specializations in elasmobranchs. *Journal of Experimental Zoology*, 282: 438 - 459.
- Hamlett W. C., 1999. Male reproductive system. In: Hamlett W. C. (Ed.), Sharks, Skates and rays. *The biology of Elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London: 515 pp.
- Hamlett W. C. & Koob T. J., 1999. Female reproductive system. In: Hamlett W. C. (Ed.), Sharks, Skates and Rays. *The biology of Elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London: 515 pp.
- Heithaus M. R., Frid A., Wirsing A. J. & Worm, B., 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in Ecology & Evolution*, 23: 202-210.
- Helfman G., Collette B.B., Facey D.E., Bowen B.W., 2009. "The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology".
- Holt R. E., Foggo A., Neat F. C. & Howell, K. L., 2013. Distribution patterns and sexual segregation in chimaeras: implications for conservation and management. *ICES Journal of Marine Science* fst058.
- Hyslop E. J., 1980. Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17: 411-429.
- Inoue J. G., Miya M., Lam K., Tay B. H. Danks J. A., Bell J. & Venkatesh, B., 2010. Evolutionary origin and phylogeny of the modern holocephalans (Chondrichthyes: Chimaeriformes): a mitogenomic perspective. *Molecular biology and evolution*, 27: 2576-2586.
- IPOA Sharks, 1999. International Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ivory P., Jeal F., Nolan C., 2004. Age Determination, Growth and Reproduction in the Lesser-spotted Dogfish, *Scyliorhinus canicula* (L.). *Journal of North-west Atlantic Fishery Science*, 35: 89-106.
- Lucifora L. O., Menni R. C. & Escalante, A. H., 2005. Reproduction and seasonal occurrence of the copper shark, *Carcharhinus brachyurus*, from north Patagonia, Argentina. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 107-115.
- Jacoby D. M., Croft D. P. & Sims D. W., 2012. Social behaviour in sharks and rays: analysis, patterns and implications for conservation. *Fish and Fisheries*, 13: 399-417.

- Jakobsen T, Fogarty MJ, Megrey BA, Moksness E., 2009 Fish reproductive biology: implications for assessment and management. Blackwell, UK, 426 pp.
- Ketchen K. S., 1975 "Age and growth of dogfish *Squalus acanthias* in British Columbia waters." *Journal of the Fisheries Board of Canada* 32.1: 43-59.
- Kobegenova S.S., 1993. Morphology and morphogenesis of the digestive tract of some cartilagenous fishes (Chondrichthyes). *Journal of Ichthyology* 33: 11126.
- Koob T. J., Tsang P., Callard I. P., 1986. Plasma estradiol, testosterone, and progesterone levels during ovulatory cycle of little skate, *Raja erinacea*. *Biology of Reproduction*, 35: 267 - 275.
- Koob T. J. & Hamlett W. C., 1998. Microscopic structure of the gravid uterus in the little skate, *Raja erinacea*. *Journal of experimental Zoology*, 282: 421 - 437.
- Koslow, J., Boehlert, G.W., Gordon, J.D.M., Haedrich, R. L., Lorange, P., & Parin, N., 2000. Continental slope and deep-sea fisheries: implications for a fragile ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*: 57: 548-557.
- Kousteni V., Kontopoulou M. & Megalofonou, P. (2010). Sexual maturity and fecundity of *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea. *Marine Biology Research*, 6: 390-398.
- Kousteni V. & Megalofonou, P., 2011. Reproductive biology and embryonic development of *Squalus blainvillei* in the eastern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 75: 237-249.
- Last P.R. & Stevens J.D., 1994. Sharks and Rays of Australia. Csiro Australia, tav. 84: 513 pp.
- Ledoux J.C., 1970. Affinètes et origins du *Squalus blainville* de Méditerranèe. *Journal of Ichthyology*: 65-69.
- Liem K. F. and Summers A.P., 1999. "Muscular system". Sharks, Skates and Rays: *The Biology of Elasmobranch Fishes*.
- Lund R. and Grogan E. D., 1997. "Relationships of the Chimaeriformes and the basal radiation of the Chondrichthyes." *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7.1: 65-123.
- MacPherson E., 1980. Food and feeding of *Chimaera monstrosa* (L., 1758) in the western Mediterranean. *Journal. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39: 26-29.
- Main M. B., Coblentz B. E., 1996 Sexual segregation among Rocky Mountain mule deer. *Journal of Wildlife Management*, 60:497-507.
- Maisey J.G., 1979. Finspine morphogenesis in squalid and hetero-dontid sharks. *Zoological Journal. Linn. Soc.*66: 161-183.

Maisey J. G., 2012 "What is an 'elasmobranch'? The impact of palaeontology in understanding elasmobranch phylogeny and evolution." *Journal of Fish Biology* 80.5: 918-951.

Marouani S., Chaâba R. Kadri, H. Saidi, B. Bouain A., Maltagliati, F., ... & Nejmeddine Bradai, M., 2011. Taxonomic research on *Squalus megalops* (Macleay, 1881) and *Squalus blainvillei* (Risso, 1827)(Chondrichthyes: Squalidae) in Tunisian waters (central Mediterranean Sea). *Scientia Marina*, 76: 97-109.

Marouani S., Saidi B., Bradai M.N., Bouain A., Morize, E., 2014. Age, growth, sexual maturity and reproduction of the thornback ray, *Raja clavata* (L.), of the Gulf of Gabès (south-central Mediterranean Sea). *Marine Biology Research* 10: 416-425

Marshall CT, Needle CL, Thorsen A, Kjesbu OS, Yaragina NA, 2006. Systematic bias in estimates of reproductive potential of an Atlantic cod (*Gadus morhua*) stock: implications for stock-recruit theory and management. *Journal of Fishes Aquatic Science* 63:980-994.

Martinho F., Sá, C., Falcão, J., Cabral, H. N., & Pardal, M. Â., 2012. Comparative feeding ecology of two elasmobranch species, *Squalus blainville* and *Scyliorhinus canicula*, off the coast of Portugal. *Fishery Bulletin*, 110(1), 7184.

Matarrese A., D'onghia, G., Tursi, A., & Basanisi, M., 1996. New information on the ichthyofauna of the south-eastern Italian coasts (Ionian Sea). *Cybium*, 20: 197-211.

Mauchiline J., Gordon J.D.M., 1983. Diets of sharks and chimaeroids of the Rockall Trough, north-eastern Atlantic Ocean. *Marine Biology* 75: 269-278.

McClusky L. M., 2005. Stage and season effects on cell cycle and apoptotic activities of germ cells and Sertoli cells during spermatogenesis in the spiny dogfish (*Squalus acanthias*). *Reproduction*, 129: 89-102.

MEDITS Instruction Manual, Version 6, 2012. MEDITS-Handbook. Revision n.6, MEDITS Working Group: 92 pp.

Motta P.J. and Wilga C.D., 1995 "Anatomy of the feeding apparatus of the lemon shark, *Negaprion brevirostris*." *Journal of Morphology* 226: 309-329.

Motta P.J. and Wilga C.D., 2001 "Advances in the study of feeding behaviors, mechanisms, and mechanics of sharks." *The behavior and sensory biology of elasmobranch fishes: an anthology in memory of Donald Richard Nelson*. Springer Netherlands, 131-156.

Motta, M. 2004, *Competition policy: theory and practice*. Cambridge University Press.

- Moura T., Figueiredo I., Machado P.B. and Gordo L.S., 2004. Growth pattern and reproductive strategy of the holocephalan *Chimaera monstrosa* along the Portuguese continental slope. *Journal of Marine Biology*, 84: 801-804.
- Moura T., Figueiredo I., Bordalo-Machado P. & Gordo, L. S., 2005. Feeding habits of *Chimaera monstrosa* L. (Chimaeridae) in relation to its ontogenetic development on the southern Portuguese continental slope. *Marine Biology Research*, 1: 118-126.
- Mucientes G. R., Queiroz N., Sousa L. L., Tarroso P., Sims D. W., 2009 Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries. *Biology Letters*, 5:156-159.
- Munoz-Chapuli & Ramos F., 1989. Morphological comparison of *Squalus blainville* and *Squalos megalops* in the Eastern Atlantic, with notes on the genus. *Japanese Journal of Ichthyology*, 36: 6-21.
- Musick J. A. & Ellis J. K., 2005. Reproductive evolution of chondrichthyans. In: Hamlett W. C., Jamieson B. G. M. (Ed.). *Reproductive Biology and Phylogeny*. Science Publishers Inc., EnWeld, New Hampshire, 3: 45 - 79.
- Myers R. A., Baum J. K., Shepherd T. D., Powers S. P. & Peterson, C. H., 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315: 1846-1850.
- Nelson J.S., Grande T. and Wilson M., 2016 *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Notarbartolo di Sciara G. & Bianchi I., 1998. Guida degli squali e delle razze del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Italy: 388 pp.
- Nyberg D.W., 1971. Prey capture in the large mouth bass. *Ambiental. Midl. Natural.*, 96: 128-44.
- Pace M. L., Cole J. J., Carpenter S. R., Kitchell J. F., 1999. Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 14: 483-488.
- Paesch L. & Oddone, M. C. (2008). Change in size-at-maturity of the yellownose skate *Dipturus chilensis* (Guichenot, 1848)(Elasmobranchii: Rajidae) in the SW Atlantic. *Neotropical Ichthyology*, 6: 223-230.
- Pielou E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131 - 144.
- Pinkas L., 1971. Food habits study. *Fish bulletin*, 152: 10 pp.
- Polidoro B.A., Lingstone S.R., Carpenter K.E., Hutchinson B., Mast R.B., Pilcher N., Sadovy de Mitcheson Y., Valenti S., 2008. Status of the world's marine species. In: Viè J.C., Hilton-Taylor C., Stuart S.N. (Ed.), *The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened species*. IUCN, Gland Switzerland.

- Pratt H. L., Carrier J. C., 2001 A review of elasmobranch reproductive behaviour with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Environmental Biology of Fishes*, 60:157-188.
- Quignard J.P., 1971. Recherches sur la Biologie de *Squalus blannville* (Risso, 1827). *Trav. Lab. Biol. Halietiquè. Univ. Renne*, 5: 125-141.
- Ragonese S., Di Stefano L & Bianchini, M. L., 2000. Catture e selettività di pesci cartilaginei nella pesca dei gamberi rossi nello Stretto di Sicilia. *Biologia Marina Mediterranea*, 7: 400-411.
- Rodríguez-Cabello, C., Cabello, F., & Olaso, I., 1998. Reproductive biology of lesser spotted dogfish *Scyliorhinus canicula* (L., 1758) in the Cantabrian Sea. *Scientia Marina*, 62(3), 187-191.
- Rose D.A., 1996. An Overview of World Trade in Sharks and Other Cartilaginous Fishes. Cambridge, UK: TRAFFIC International.
- Sathyanesan, A. G., 1966. Egg-laying of the chimaeroid fish *Hydrolagus colliei*. *Copeia*, 132-134.
- Saunders M.W. & McFarlane, G. A., 1993. Age and length at maturity of the female spiny dogfish, *Squalus acanthias*, in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada. In *The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes*: pp. 49-57.
- Seki T., Taniuchi T., Nakano H. & Shimizu, M., 1998. Age, Growth and Reproduction of the Oceanic Whitetip Shark from the Pacific Ocean. *Fisheries Science*, 64: 14-20.
- Serena F., 2005. Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*, FAO, Rome: 97 pp
- Serena F., Mancusi C., Vacchi M., 2008. Specie minacciate nel Mare Mediterraneo. Il caso degli Elasmobranchi: valutazione del loro stato e iniziative internazionali per la loro conservazione. *Atti del II Workshop Internazionale HMAP del Mediterraneo e Mar Nero*. ISPRA, Chioggia, Italy: 219 pp.
- Shannon C. E. & Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbans: 125 pp.
- Sims D., 2003 W. Tractable models for testing theories about natural strategies: foraging behaviour and habitat selection of free ranging sharks. *Journal of Fish Biology*, 63:53-73.
- Sims D. W., 2005. Differences in habitat selection and reproductive strategies of male and female sharks. In: Ruckstuhl K. E. Neuhaus P. (Ed.), *Sexual Segregation*

in Vertebrates: Ecology of the Two Sexes. Cambridge: Cambridge University Press: 488 pp.

Sion L., D Onghia G., Tursi A. & Mytilineou, C., 2003. First Data on Distribution and Biology of *Squalus bainvillei* (Risso, 1827) from the Eastern Mediterranean Sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 31, 213.

Springer, S. 1967, Social organization of shark populations. Sharks, skates and rays, 149-174.

Stehman M. & Bürkel D.L., 1984. In Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. UNESCO, Paris. 212–218.

Steven, 1934. Observation on the Growth of the Claspers and Cloaca in *Raja clavata*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 19: 887-889.

Stevens J.D., Bonfill R., Dulvy N.K., Walker P.A., 2000. The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystem. *ICES Journal of marine sciences*, 57:476-494.

Stillwell C. E. & Kohler N. E., 1982, Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39: 407-414.

Sullivan K. J., 1977. Age and growth of the elephant fish *Callorhynchus milii* (Elasmobranchii: Callorhynchidae). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 11: 745–753.

Talent L.G., 1976, Food habits of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, in Elkhorn Slough, Monterey Bay, California. *California Fish and Game*, 62: 286-298.

Tortonese E., 1956. Echinodermata Fauna d'Italia; Calderini (Ed. Bologna) 6: 419 pp.; Taranto 1: 930 pp.

Tsang P., & Callard, I. P. ,1983. In vitro steroid production by ovarian granulosa cells of *Squalus acanthias*. *Bull Mt Desert Isl Biol Lab*, 23: 78-79.

Tursi A., D'Onghia G., Mattarese A., and Piscitelli G., 1993. Observations on population biology of the Blackmouth catshark *Galeus melastomus*(Chondrichthyes, cyliorhinidae) in the Ionian Sea. *Cybiurn*, 17: 187–196.

Ungaro N., Marano, G. Musci, 1996. Notes about the Rabbit Fish Population (*Chimaera monstrosa*, L. 1758) in the Souther Adriatic Sea (Mediterranean Sea). *Biologia marina mediterranea*, 3: 582-585.

Vannuccini S., 1999. Shark utilization, marketing and trade. FAO Fisheries Technical Paper, 389.

- Vacchi M. & Relini Orsi L., 1971. Alimentazione di *Chimaera Monstrosa* L. Sui fondi batiali liguri. Atti Soc. Toscana Nat. Mem., ser. B; 86:388-391.
- Wearmouth V. & Sims, D., 2010. Sexual segregation in elasmobranchs. *Biology of Mediterranean Sea*, 17: 236-239.
- Whitney N. M., Pratt H. L., Carrier J. C., 2004. Group courtship, mating behaviour and siphon sac function in the whitetip reef shark, *Triaenodon obesus*. *Animal Behaviour*, 68: 1435 - 1442.
- Wilga C.D., Motta P.J. and Christopher P. Sanford., 2007 "Evolution and ecology of feeding in elasmobranchs." *Integrative and Comparative Biology* 47.1: 55-69.
- Woods F.A., 1902. Origin and migration of the germ cells in *S. acanthias*. *American Journal of Anatomy*, 1:307-320.
- Wourms J. P., Grove B. D., Lombardi J., 1988. The maternal-embryonic relationship in viviparous fishes. In: Hoar W. S. & Randall D. J. (Ed.). *Fishes Physiology*, 11: 1 - 134. Academic Press, San Diego.
- Worm B. & Myers R. A., 2003. Meta-analysis of cod-shrimp interactions reveals top-down control in oceanic food webs. *Ecology*, 84: 162-173.
- Yano K. & Tanaka S., 1988. Size at maturity reproductive cycle, fecundity, and depth segregation of the deep sea squaloid sharks *Centroscymnus owstoni* and *C. coelolepis* in Suruga Bay, Japan. *Nippon Suisan Gakkishi*, 54: 167-174.



# **APPENDICI**

**APPENDICE 1a.** Protocollo per il processamento dei campioni di *C. monstrosa*.

**MASCHI**

***Misurazioni esterne:***

- lunghezza totale (LT; mm);
- pre-supra caudal fin (PSCFL; mm);
- lunghezza all'ano (LA, Ungaro et al., 1997; mm);
- peso (gr);
- lunghezza della prima e della seconda pinna dorsale (mm);
- altezza della prima e della seconda pinna dorsale;
- altezza spina dorsale
- lunghezza pterigopodio destro e sinistro (all'apertura della cloaca fino all'apice dello pterigopodio; mm);
- eventualmente di quanto fuoriescono gli pterigopodi dalle pinne pelviche (dalla punta delle pinne pelviche all'apice degli pterigopodi);
- indicare se gli pterigopodi sono calcificati o meno;
- presenza/assenza di uncini sugli pterigopodi, eventualmente il numero e la lunghezza (mm).
- -misure dei tenacula 

**. cefalico:**

-lunghezza totale  
(dall'inserzione sul corpo  
all'apice del tenacula (mm);

-lunghezza della parte terminale  
"ingrossata" (mm);

-altezza della parte terminale  
"ingrossata" (mm);

-lunghezza uncini (mm);

**. pelvici:**

-lunghezza totale  
(dall'inserzione sul corpo all'apice; (mm);

-larghezza, nella parte più larga  
(mm);

-lunghezza uncini laterali.

### ***Misurazioni interne:***

- peso fegato (gr);
- testicolo destro e sinistro: lunghezza, larghezza (mm) e peso (gr);
- epididimo destro e sinistro: valutare se è lineare o convoluto; lunghezza e larghezza (mm);
- vescicole seminali destra e sinistra: lunghezza e larghezza (mm);
- sperma, presenza/assenza a seguita di una pressione esercitata a livello degli epididimi e delle vescicole.

Assegnazione della maturità sessuale attraverso valutazione macroscopica di caratteristiche dei testicoli, degli epididimi, delle vescicole e, eventuale presenza/assenza di sperma (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012).

### ***Prelievo:***

-testicoli, sono stati conservati in Dietrich e poi sottoposti (4 per ogni stadio di maturità) ad analisi istologica;

- -stomaco, valutazione della sua pienezza. Se lo stomaco è pieno viene prelevato e conservato in alcol 70% in acqua di mare filtrata per le analisi del contenuto stomacale;

Le misurazioni delle dimensioni corporee sono state fatte con un metro con precisione di 0.5 cm, mentre tutte le misure dell'apparato riproduttore(sopra indicate) con un calibro a quadrante con precisione di 0.05 mm. I pesi, sia dell'animale in toto che delle diverse parti corporee prelevate, sono stati misurati attraverso una bilancia di precisione PCE-BS 3000 avente precisione  $\pm 0.3$  grammi.

## **FEMMINE**

### ***Misurazioni esterne:***

- lunghezza totale (LT; mm);
- pre-supra caudal fin (PSCFL; mm);
- lunghezza all'ano (LA, Ungaro et al., 1996; mm);
- peso (gr);
- lunghezza della prima e della seconda pinna dorsale (mm);
- altezza della prima e della seconda pinna dorsale;
- altezza spina dorsale

### ***Misurazioni interne:***

- peso fegato (gr);
- ovario destro e sinistro: lunghezza, larghezza (mm) e peso (gr);
- ghiandola nidamentale destra e sinistra: lunghezza, larghezza (mm) e peso;
- ovidotto posteriore destro e sinistro: lunghezza e larghezza (mm); -  
    utero destro e sinistro: lunghezza e larghezza (mm);

Assegnazione della maturità sessuale attraverso valutazione macroscopica di caratteristiche degli ovari, delle ghiandole nidamentali, degli ovidotti, degli uteri e della presenza/assenza di embrioni negli ovidotti/uteri (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012).

### ***Prelievo:***

- -ovari, conservati in formalina al 10% in acqua di mare e poi utilizzati per la stima della fecondità;
- -ghiandole nidamentali, conservate in Dietrich e poi sottoposte (4 per ogni stadio di maturità) ad analisi istologica
- -stomaco, valutazione della sua pienezza. Se lo stomaco è pieno viene prelevato e conservato in alcol 70% in acqua di mare filtrata per le analisi del contenuto stomacale;

Le misurazioni delle dimensioni corporee sono state fatte con un metro con precisione di 0.5 cm, mentre tutte le misure dell'apparato riproduttore(sopra indicate) con un calibro a quadrante con precisione di 0.05 mm. I pesi, sia dell'animale in toto che delle diverse parti corporee prelevate, sono stati misurati attraverso una bilancia di precisione PCE-BS 3000 avente precisione  $\pm 0.3$  grammi.

**MASCHI**

***Misurazioni esterne:***

- lunghezza totale (LT; mm);
- lunghezza standard (LS; mm);
- peso (gr);
- lunghezza della prima e della seconda pinna dorsale (mm);
- altezza della prima e della seconda pinna dorsale (mm);
- distanza tra le due pinne dorsali (mm);
- lunghezza della prima e della seconda spina dorsale;
- lunghezza pterigopodio destro e sinistro (all'apertura della cloaca fino all'apice dello pterigopodio; mm);
- eventualmente di quanto fuoriescono gli pterigopodi dalle pinne pelviche (dalla punta delle pinne pelviche all'apice degli pterigopodi);
- indicare se gli pterigopodi sono calcificati o meno;
- presenza/assenza di uncini sugli pterigopodi, eventualmente il numero e la lunghezza (mm).

***Misurazioni interne:***

- peso fegato (gr);
- testicolo destro e sinistro: lunghezza, larghezza (mm) e peso (gr);
- epididimo destro e sinistro: valutare se è lineare o convoluto; lunghezza e larghezza (mm);
- vescicole seminali destra e sinistra: lunghezza e larghezza (mm);
- sperma, presenza/assenza a seguita di una pressione esercitata a livello degli epididimi e delle vescicole.
- Assegnazione della maturità sessuale attraverso valutazione macroscopica di caratteristiche dei testicoli, degli epididimi, delle vescicole e, eventuale presenza/assenza di sperma (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012).

**Prelievo:**

- stomaco, valutazione della sua pienezza. Se lo stomaco è pieno viene prelevato e conservato in alcol 70% in acqua di mare filtrata per le analisi del contenuto stomacale;

Le misurazioni delle dimensioni corporee sono state fatte con un metro con precisione di 0.5 cm, mentre tutte le misure dell'apparato riproduttore (sopra indicate) con un calibro a quadrante con precisione di 0.05 mm. I pesi, sia dell'animale in toto che delle diverse parti corporee prelevate, sono stati misurati attraverso una bilancia di precisione PCE-BS 3000 avente precisione  $\pm 0.3$  grammi.

## **FEMMINE**

### ***Misurazioni esterne:***

- lunghezza totale (LT; mm);
- lunghezza standard (LS; mm);
- peso (gr);
- lunghezza della prima e della seconda pinna dorsale (mm);
- altezza della prima e della seconda pinna dorsale (mm);
- distanza tra le due pinne dorsali (mm);
- lunghezza della prima e della seconda spina dorsale;

### ***Misurazioni interne:***

- peso fegato (gr);
- ovario destro e sinistro: lunghezza, larghezza (mm) e peso (gr);
- ghiandola nidamentale destra e sinistra: lunghezza, larghezza (mm) e peso;
- ovidotto posteriore destro e sinistro: lunghezza e larghezza (mm); -  
    utero destro e sinistro: lunghezza e larghezza (mm);

Assegnazione della maturità sessuale attraverso valutazione macroscopica di caratteristiche degli ovari, delle ghiandole nidamentali, degli ovidotti, degli uteri e della presenza/assenza di embrioni negli ovidotti/uteri (MEDITS Instruction manual, Version 6, 2012).

### **Prelievo:**

- stomaco, valutazione della sua pienezza. Se lo stomaco è pieno viene prelevato e conservato in alcol 70% in acqua di mare filtrata per le analisi del contenuto stomacale;
- ovari, conservati in formalina al 10% in acqua di mare per il successivo conteggio degli ovociti e stima della fecondità;

Le misurazioni delle dimensioni corporee sono state fatte con un metro con precisione di 0.5 cm, mentre tutte le misure dell'apparato riproduttore (sopra indicate) con un calibro a quadrante con precisione di 0.05 mm. I pesi, sia dell'animale in toto che delle diverse parti corporee prelevate, sono stati misurati attraverso una bilancia di precisione PCE-BS 3000 avente precisione  $\pm 0.3$  grammi.

### **EMBRIONI**

#### ***Misurazioni esterne:***

- attribuzione del sesso
- lunghezza totale (LT; mm);
- peso (gr),

**APPENDICE 2a.** Tavola di maturità utilizzata per attribuire lo stadio di maturità agli individui di *C. monstrosa* (MEDITS, 2012). Vengono riportate due tabelle separate per maschi e femmine. La scala di maturità per gli Olocefali è la stessa che viene utilizzata per gli elasmobranchi ovipari.

<b>MASCHI</b>			
<b>Stadio di maturità</b>	<b>Stadio</b>	<b>Aspetto</b>	<b>Foto</b>
<b>Immaturo</b>	<b>1</b>	Condotti spermatici non differenziati; testicolo piccolo e stretto. Pterigopodi piccoli e flaccidi e non raggiungono il margine posteriore delle pinne pelviche.	
<b>In maturazione</b>	<b>2</b>	Condotti spermatici ben sviluppati e inizio di formazione a meandro. Pterigopodi più grandi, con scheletro molle e si estendono al bordo posteriore delle pinne pelviche.	
<b>Maturo</b>	<b>3a</b>	Condotti spermatici a meandro in quasi tutta la loro lunghezza. Pterigopodi estesi al di là del bordo posteriore della pinna pelvica con struttura interna ossificata.	
<b>Maturo/espulsione attiva</b>	<b>3b</b>	Condotti spermatici estesi. Sperma che fuoriesce per pressione cloaca (fase attiva). Pterigopodi all'estremità dei lobi posteriori della pinna pelvica, con scheletro e cartilagini assiali induriti.	Non campionati

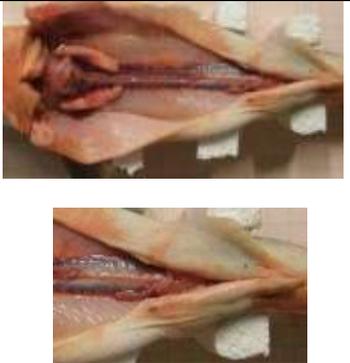
<p><b>Riposo</b></p>	<p><b>4a</b></p>	<p>Condotti spermatici vuoti e flaccidi. Pterigopodi all'estremità dei lobi posteriori della pinna pelvica, scheletro e cartilagini assiali ancora indurite.</p>	
----------------------	------------------	--	---

**FEMMINE**

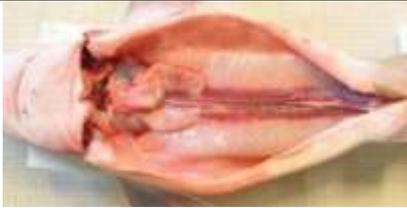
<b>Stadio di maturità</b>	<b>Stadio</b>	<b>Aspetto</b>	<b>Foto</b>
<b>Immatero</b>	<b>1</b>	Ovaio appena visibile con piccole uova dello stesso diametro. Parte distale degli ovidotti con pareti spesse e biancastre. Ghiandole nidamentali poco evidenti	
<b>In maturazione</b>	<b>2</b>	Uova di colore giallo biancastro alcuni visibili nell' ovaio. La parte distale degli ovidotti è ben visibile ma vuota. Ghiandole nidamentali piccole	
<b>Maturo</b>	<b>3a</b>	Ovaio con uova con tuorlo giallo grande. Le ghiandole nidamentali sono allargate e gli ovidotti distesi	
<b>Maturo/espulsione attiva</b>	<b>3b</b>	Ovaio con pareti trasparenti. Oociti bianchi o gialli di diverse dimensioni. Ghiandole nidamentali grandi. Uova più o meno formate negli ovidotti	
<b>Riposo</b>	<b>4a</b>	Ovaio con pareti trasparenti. Oociti di diverse dimensioni, bianchi o gialli. Ovidotti molto allargati e vuoti. Ghiandole nidamentali ridotte	

<b>In ripresa</b>	<b>4b</b>	Ovaio pieno di follicoli di piccole dimensioni simile alla fase 2, ingrossamento delle ghiandole oviducali e dell'utero	
-------------------	-----------	---	--

**APPENDICE 2b.** Tavola di maturità utilizzata per attribuire lo stadio di maturità agli individui di *S. blainville* (MEDITS, 2012). Vengono riportate due tabelle separate per maschi e femmine.

<b>MASCHI</b>			
<b>Stadio di maturità</b>	<b>Stadio</b>	<b>Aspetto</b>	<b>Foto</b>
<b>Immaturato</b>	<b>1</b>	Condotti spermatici dritti e filiformi. Pterigopodi piccoli rispetto alle pinne pelviche	
<b>In maturazione</b>	<b>2</b>	Condotti spermatici in via di sviluppo a meandri. Pterigopodi leggermente più duri e lunghi	
<b>In riproduzione</b>	<b>3a</b>	Condotti spermatici arrotolati e pieni di sperma. Pterigopodi completamente formati, scheletro indurito, rigido e generalmente più lungo rispetto alle pinne pelviche	
<b>Attivamente in riproduzione</b>	<b>3b</b>	Simile alla fase 3°, ma con appendici dilatate, gonfie e rosse (occasionalmente aperte). Spermatozoi spesso presenti nelle appendici o sul glande. Una pressione comporta la fuoriuscita degli spermatozoi dalla cloaca e dai condotti spermatici	

<b>In regressione</b>	<b>4</b>	Condotti spermatici flaccidi. Pterigopodi simili alla fase 3	Non campionati
-----------------------	----------	---	----------------

<b>FEMMINE</b>			
<b>Stadio di maturità</b>	<b>Stadio</b>	<b>Aspetto</b>	<b>Foto</b>
<b>Immaturato</b>	<b>1</b>	Ovaio piccolo di colore biancastro, follicoli ovarici indistinguibili. Ghiandola ovarica leggermente visibile. Utero filiforme	
<b>In maturazione</b>	<b>2</b>	Ovaio con piccoli ovociti di diverse dimensioni, alcuni più grandi di colore giallo. Ghiandola nidamentale e utero in fase di sviluppo	
<b>Pronto a riprodursi</b>	<b>3a</b>	Ovaio di grande dimensioni con follicoli dilatati e facilmente distinguibili. Ghiandola nidamentale e utero ben sviluppati ma non dilatati	
<b>In gravidanza</b>	<b>3b</b>	Utero con uova (di solito a forma di candela). Spesso non sono distinguibili i segmenti e non è possibile vedere gli embrioni	
<b>A metà gravidanza</b>	<b>3c</b>	Uteri pieni e arrotondati spesso con segmenti visibili. Embrioni piccoli e visibili con grande sacco vitellino	
<b>Fine gravidanza</b>	<b>3d</b>	Embrioni totalmente formati, sacco vitellino ridotto o assente. Embrioni facilmente misurabili e sessabili	
<b>In regressione</b>	<b>4a</b>	Ovaio senza follicoli e con quelli in atresia in degenerazione. Ghiandole ovariche ridotte. Utero allargato, vuoto e rossastro	Non campionate

<b>In ripresa</b>	<b>4b</b>	Ovaio con piccoli follicoli in differenti stadi di sviluppo con la presenza di quelli in atresia. Utero allargato con pareti flaccide. Ghiandola nidamentale distinguibile	Non campion
-------------------	-----------	--	-------------

### APPENDICE 3. Protocollo utilizzato per l'analisi istologica dei campioni

#### -Fissativo utilizzato per la conservazione dei campioni: Dietrich

Acqua distillata 90 ml	90 ml
Alcool 95% decolorato e filtrato 2 volte 45 ml	45 ml
Formaldeide 40% filtrata 1 volta 15 ml	15 ml
Acido acetico glaciale 3 m	3 ml

#### -Protocollo utilizzato per l'inclusione dei campioni in Paraplast: 1. Disidratazione

I passaggio Alcool 70%	OVER NIGHT
II passaggio Alcool 80%	30 MIN
III passaggio Alcool 95% I	30 MIN
IV passaggio Alcool 95% II	30 MIN
V passaggio Alcool 100% I	30 MIN
VI passaggio Alcool 100% II	30 MIN
VII passaggio Alcool 100% III	40 MIN
VIII passaggio Alcool 100% IV	1H

#### 2. Infiltrazione

I passaggio Xilolo I 30 minuti	30 MIN
II passaggio Xilolo II 20 minuti	20 MIN
III passaggio Xilolo - Paraplast al 60% in stufa a 56-58°C	60 MIN
IV passaggio Paraplast I in stufa a 58-60°C	60 MIN
V passaggio Paraplast II in stufa a 58-60°C	60 IN

#### 3. Inclusione

I campioni in Paraplast vengono posti (nella posizione scelta per il taglio) in vaschette di porcellana o di silicone bagnate di glicerolo e lasciati a riposare tutta la notte per consentire la polimerizzazione. Il giorno successivo vengono messi in frigorifero e sono pronti per il taglio.

**-Protocollo utilizzato per la colorazione dei vetrini con EmatossilinaEosina:**

Xilolo	15 MIN
Alcool 100%	5 MIN
Alcool 95%	3 MIN
Alcool 80%	3 MIN
Acqua distillata	3 MIN
Emallume di Mayer	2 MIN
Acqua di fonte	15 MIN
Eosina (soluzione 1%)	1 MIN
Alcol 80%	1 MIN
Alcol 95%	3 MIN
Alcol 100%	5 MIN
Xilolo	15 MIN
Montare i vetrini copri-oggetto con balsamo del Canada e lasciar asciugare una notte	

**APPENDICE 4a.** Lista dei taxa delle prede identificate nei contenuti stomacali di *C. monstrosa* e relativi indici trofici F%= percentuale di occorrenza, N%= contributo percentuale in numero, P%= contributo percentuale in peso, IRI%= indice percentuale di importanza relativa.

TAXA	F%	N%	P%	IRI%
<b>BIVALVI</b>				
Bivalvi non identificati	24.52	6.88	3.77	1.62
<i>Tellina fabulosa</i>	1.89	4.13	7.15	4.53
<i>Abra alba</i>	5.66	1.38	0.70	1.46
<i>Pharus legumen</i>	5.66	0.46	0.28	1.58
<i>Nimia spp.</i>	5.66	0.46	0.40	1.86
<i>Turboella spp.</i>	7.55	2.75	0.30	6.74
<i>Anomia ephippium</i>	3.77	0.92	1.08	2.37
<i>Acanthocardia</i>	1.89	0.46	0.36	1.99
<i>Lucinidae</i>	1.88	0.46	0.12	1.42
<b>CEFALOPODI</b>				
Cefalopodi non identificati	3.77	0.46	0.56	2.56
<b>GASTEROPODI</b>				
Gasteropodi non identificati	3.77	4.12	0.98	4.39
<i>Cavolinia</i>	1.89	0.46	0.06	1.40
<i>Hinia limata</i>	24.53	1.83	0.46	1.57
<i>Rissoina bruguierei</i>	5.60	5.04	2.68	7.15
<i>Bullomorphy</i>	5.66	0.46	0.12	1.73

<i>Corolliophila</i>	7.55	0.46	0.08	1.64
<b>SCAFOPODI</b>				
<i>Dentallium rubescens</i>	1.89	2.75	0.08	2.92
<b>ANELLIDI</b>				
Anellidi non identificati	5.66	1.38	0.82	2.33
<b>ECHINODERMI</b>				
<i>Spatangus purpureus</i>	3.77	1.83	2.68	3.70
<b>CRINOIDI</b>				
Crinoidi non identificati	7.54	2.29	8.71	7.46
<i>Leptometra falangium</i>	11.32	2.75	5.61	5.10
<i>Antedon mediterranea</i>	1.89	0.49	1.00	5.63
<b>BRIOZOI</b>				
Briozoi non identificati	1.89	0.46	0.08	2.20
<b>CROSTACEI</b>				

Crostacei non identificati	7.54	2.29	4.05	6.63
<b><i>Ebalia nux</i></b>	54.72	27.90	14.74	6.59
<i>Pinnotheres pisum</i>	3.77	1.38	0.80	5.21
<i>Pasiphae</i>	1.89	0.46	0.36	4.14
<i>Nephrops norvegicus</i>	1.89	0.46	0.08	2.64
<i>Parapenaeus longirostris</i>	3.77	0.92	0.30	3.31
<i>Pilumnus hirtellus</i>	1.89	0.46	0.02	2.69
<i>Monodaeus couchii</i>	1.32	1.37	3.53	4.03
<i>Goneplax rhomboides</i>	7.54	2.29	3.75	1.96
<i>Philocheras</i>	1.89	0.48	0.02	5.42
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	1.89	0.46	0.16	7.41
<i>Anapagurus spp.</i>	1.89	0.92	0.14	3.37
Gamberetto	1.89	0.46	0.36	5.60
<i>Munida</i>	1.89	0.46	0.02	8.10
<i>Calocaris macandreae</i>	3.77	0.92	0.22	6.40
<i>Pagurus prideaux</i>	1.89	0.46	0.12	1.20
<i>Alpheus glaber</i>	1.89	0.46	0.22	1.60
Isopode	3.77	0.92	0.28	1.69
<b>CNIDARI</b>				
<i>Isidella elongata</i>	1.89	0.46	0.16	2.60
<b>TELEOSTEI</b>				
<i>Hymenocephalus italicus</i>	1.89	0.46	0.80	1.00

**APPENDICE 4b.** Lista dei taxa delle prede identificate nei contenuti stomacali di *S. blanville* e relativi indici trofici F%= percentuale di occorrenza, N%= contributo percentuale in numero, P%= contributo percentuale in peso, IRI%= indice percentuale di importanza relativa.

TAXA	F%	N%	P%	IRI%
<b>BIVALVI</b>				
Bivalvi non identificati	13.33	9.52	2.21	3.87

<b>CEFALOPODI</b>				
Cefalopodi non identificati	13.33	9.52	3.50	4.30
<i>Alloteuthis media</i>	3.33	2.38	2.42	6.34
<b>GASTEROPODI</b>				
<i>Calliostoma granulatum</i>	6.66	4.76 1.53	4.15 14.29	6.37 5.45
<i>Natica fusca</i>	16.66	2.38 0.85	4.26	
<i>Fusinus pulchellus</i>	3.33			
<b>CROSTACEI</b>				
Crostacei non identificati	23.33	16.66	10.52	5.13
<i>Pagurus prideaux</i>	20	14.29	10.82	5.52
<i>Clorothocus crassicornis</i>	3.33	2.38	1.68	5.36
Gamberetto	3.33	2.38	0.55	3.87
<b>TELEOSTEI</b>				
Teleostei non identificati	10	7.14	4.78	5.25
<i>Sardina pilchardus</i>	3.33	2.38	5.67	10.63
<i>Acus sphyraena</i>	3.33	2.38	2.30	6.17
<i>Trachurus spp.</i>	10	7.15	23.06	22.33
<i>Carapus acus</i>	3.33	2.38	3.18	7.35

**APPENDICE 5.** Risultati delle analisi SIMPER per *C. monstrosa*. Viene riportata la dissimilarità media tra i due gruppi e per i taxa che spiegano almeno il 5% della differenza: l'abbondanza media (trasformata come radice quadrata) nei due gruppi, la % di differenza che spiegano e la % cumulativa.

<b>Immaturi/maturi</b>				
<i>Dissimilarità media=78.20</i>				
	<b>Immaturi</b>	<b>Maturi</b>		
<b>Taxa</b>	<b>Abbondanza media</b>	<b>Abbondanza media</b>	<b>Contributo %</b>	<b>% cumulativa</b>
Crostacei	<i>0.14</i>	<i>0.64</i>	<i>31.23</i>	<i>31.23</i>
Bivalvi	<i>0.19</i>	<i>0.23</i>	<i>17.38</i>	<i>48.62</i>
Crinoidi	<i>0.28</i>	<i>0.02</i>	<i>15.87</i>	<i>81.66</i>
Gasteropodi	<i>0.09</i>	<i>0.09</i>	<i>8.48</i>	<i>90.14</i>
<i>Ebalia nux</i>	<i>0.22</i>	<i>0.28</i>	<i>17.17</i>	<i>65.79</i>