



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE, GEOLOGICHE E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
BIOLOGIA MARINA

# COMPARAZIONE DELLA DIETA IN PESCI CARTILAGINEI DI PROFONDITÀ NEL CANALE DI SICILIA

**Relatore**

**Prof. Michele Casini**

**Presentata da**

**Tommaso Paolini**

**Correlatore**

**Prof. Emilio Sperone**

---

**Sessione ottobre 2024**

**A.A. 2023/2024**

**A Lele**

## Sommario

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Introduzione</b> .....                           | <b>4</b> |
| <b>2</b> | <b>Materiali e metodi</b> .....                     | <b>6</b> |
| 2.1      | <i>Area di studio</i> .....                         | 6        |
| 2.2      | <i>Inquadramento specie</i> .....                   | 8        |
| 2.3      | <i>Scyliorhinus canicula (Linnaeus, 1758)</i> ..... | 9        |
| 2.3.1    | <i>Tassonomia Scyliorhinus canicula</i> .....       | 9        |
| 2.3.2    | <i>Morfologia Scyliorhinus canicula</i> .....       | 9        |
| 2.3.3    | <i>Distribuzione Scyliorhinus canicula</i> .....    | 10       |
| 2.3.4    | <i>Biologia Scyliorhinus canicula</i> .....         | 11       |
| 2.4      | <i>Galeus melastomus (Rafinesque, 1810)</i> .....   | 12       |
| 2.4.1    | <i>Tassonomia Galeus melastomus</i> .....           | 12       |
| 2.4.2    | <i>Morfologia Galeus melastomus</i> .....           | 12       |
| 2.4.3    | <i>Distribuzione Galeus melastomus</i> .....        | 13       |
| 2.4.4    | <i>Biologia Galeus melastomus</i> .....             | 14       |
| 2.5      | <i>Raja clavata (Linnaeus, 1758)</i> .....          | 14       |
| 2.5.1    | <i>Tassonomia Raja clavata</i> .....                | 14       |
| 2.5.2    | <i>Morfologia Raja clavata</i> .....                | 15       |
| 2.5.3    | <i>Distribuzione Raja clavata</i> .....             | 16       |
| 2.5.4    | <i>Biologia di Raja clavata</i> .....               | 17       |
| 2.6      | <i>Chimaera monstrosa (Linnaeus, 1758)</i> .....    | 17       |
| 2.6.1    | <i>Tassonomia Chimaera monstrosa</i> .....          | 17       |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.6.2 | <i>Morfologia Chimaera monstrosa</i> .....          | 18 |
| 2.6.3 | <i>Distribuzione Chimaera monstrosa</i> .....       | 18 |
| 2.6.4 | <i>Biologia Chimaera monstrosa</i> .....            | 19 |
| 2.7   | <i>Campionamento</i> .....                          | 19 |
| 2.7.1 | <i>MEDITS</i> .....                                 | 20 |
| 2.7.2 | <i>Catture commerciali</i> .....                    | 21 |
| 2.8   | <i>Processamento campioni</i> .....                 | 22 |
| 2.9   | <i>Analisi dati</i> .....                           | 28 |
| 3     | <b>Risultati</b> .....                              | 29 |
| 3.1   | <i>Ecologia trofica Scyliorhinus canicula</i> ..... | 29 |
| 3.2   | <i>Ecologia trofica Galeus melastomus</i> .....     | 31 |
| 3.3   | <i>Ecologia trofica Raja clavata</i> .....          | 35 |
| 3.4   | <i>Ecologia trofica Chimaera monstrosa</i> .....    | 37 |
| 3.5   | <i>Comparazione diete</i> .....                     | 39 |
| 4     | <b>Discussione</b> .....                            | 48 |
| 5     | <b>Bibliografia</b> .....                           | 52 |

## **1 Introduzione**

L'ecologia trofica, che racchiude in sé il concetto stesso di dieta da un punto di vista prettamente scientifico, rappresenta lo studio dei comportamenti alimentari degli organismi in un ecosistema in relazione a fattori sia biotici (specie, taglia, sesso, maturità sessuale) che abiotici (temperatura, profondità, località, stagionalità). L'alimentazione di fatto è una complessa interazione tra comportamento, morfologia, fisiologia, dinamica di popolazione e interazioni preda-predatore, capace di influenzare non solo il trasferimento di energia e la successiva crescita e sopravvivenza dei singoli individui, ma anche la loro distribuzione, abbondanza e demografia. Inoltre, questi processi possono essere dinamici, modificando la produttività della popolazione e la struttura trofica su scale temporali, ecologiche o evolutive (Brodeur et al., 2017). Sia la posizione all'interno della catena trofica della specie che l'ampiezza della nicchia alimentare, sono tratti funzionali chiave per descrivere il trofismo di un predatore e il ruolo che esso svolge all'interno della comunità (Hayden et al., 2019). Nello specifico, la valutazione dell'ecologia trofica dei pesci, e quindi la comprensione delle interazioni dei predatori marini, risulta essere una vera e propria sfida scientifica, soprattutto per via della peculiare complessità degli ecosistemi di mare. La segregazione nelle abitudini alimentari è stata ampiamente descritta come un meccanismo comune per consentire la coesistenza di diversi predatori marini concorrenti (Albo-Puigserver et al., 2019); tuttavia, si sa poco sull'ecologia alimentare delle specie nella classe dei Condroitti, o pesci cartilaginei. Questi ultimi sono ecologicamente vitali per via della 'top position' che occupano all'interno della catena trofica, fondamentale nella struttura delle reti alimentari marine di tutto il mondo. Lo studio dell'ecologia trofica dei predatori apicali marini è quindi essenziale per comprendere al meglio i fattori ecologici che condizionano il loro ruolo all'interno degli ecosistemi in cui vivono (Navarro et al., 2013). Diversi studi hanno indagato composizione, struttura e dinamica di popolazione delle associazioni di pesci cartilaginei demersali in diverse aree del Mediterraneo occidentale

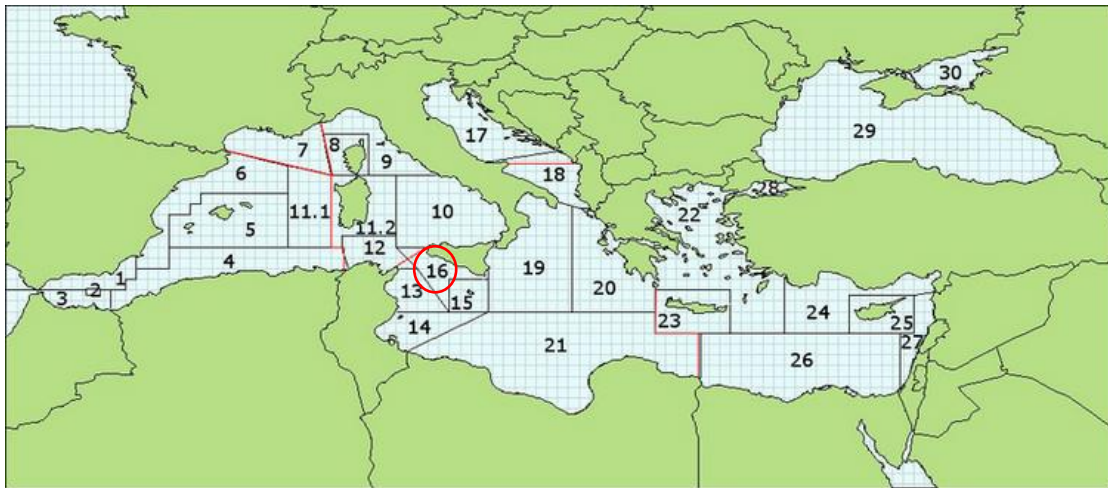
(Ramírez-Amaro et al., 2015), orientale (Peristeraki et al., 2020) e centrale (Ricci et al., 2021), tralasciando però l'analisi dei comportamenti alimentari di questi top predator, invece approfondite per altri mari del globo (Riesgo et al., 2021) (Pethybridge et al., 2011) (Poiesz et al., 2021).

Lo scopo di questa ricerca è quello di ottenere informazioni relative alle abitudini alimentari di 4 specie di pesci cartilaginei di profondità (catalogati come 'least concern' o 'near threatened' dalla Red List dell'IUCN) pescati in una precisa area del Mar Mediterraneo (canale di Sicilia), descrivendone quindi l'ecologia trofica caratteristica. Lo strumento proposto per l'indagine è lo studio dei contenuti stomacali degli esemplari che, abbinato ad opportune analisi statistiche, permette di inquadrare la dieta delle specie dimostrando come questa abbia delle ripercussioni sia sull'ecologia che sull'etologia degli organismi in esame. Inoltre, lo scarso quantitativo di studi riguardanti l'alimentazione di questi predatori di profondità, nonché l'assenza di riferimenti alla zona mediterranea di provenienza, rendono ancora più necessario un approfondimento sul tema.

## 2 Materiali e metodi

### 2.1 Area di studio

Il Mar Mediterraneo è suddiviso in una serie di aree che fanno da riferimento sia per le attività di gestione della pesca che per quelle di indagine scientifica; nello specifico, la suddivisione è in 30 sub-aree geografiche denominate GSA (Geographic Sub Areas) (**Fig 2.1.1**). Lo studio svolto nel presente lavoro di tesi riguarda una di queste, la numero 16, comprendente le coste meridionali siciliane. Questa GSA, che ricade nella divisione FAO 37.2.2, ingloba al suo interno la specifica zona di derivazione degli esemplari studiati, il Canale di Sicilia.



**Fig 2.1.1** Mar Mediterraneo ripartito in GSA con in evidenza la numero 16

Il Canale di Sicilia, o Stretto di Sicilia, è quella zona di mare, facente parte del Mediterraneo centrale, compresa tra Egadi, Sicilia, Tunisia, Pantelleria, Pelagie e Malta (**Fig 2.1.2**). Caratterizzato da una profondità massima di circa 315 metri e una larghezza di circa 145 km, esso rappresenta il confine tra le subregioni del Mediterraneo occidentale e orientale ed è un importante hot spot per la biodiversità. È contraddistinto da una complessa morfobatimetria dei fondali ed è sede di importanti processi idrodinamici legati agli scambi d'acqua tra i due bacini.



**Fig 2.1.2** Canale di Sicilia

Data la sua natura ecotonale e il fatto di essere un crocevia per l'espansione verso ovest delle specie temperate calde e tropicali provenienti dal bacino del Levantino, è probabile che lo stretto svolga un ruolo chiave nei futuri cambiamenti della biodiversità legati ai cambiamenti climatici nel Mediterraneo (Di Lorenzo et al., 2018). Inoltre, la complessità dell'ecosistema del canale, caratterizzato da banchi detritici e rocciosi superficiali più ampi sulla piattaforma continentale che ospitano grandi comunità biodiverse, promuove la diversità e l'abbondanza delle specie. Infatti, sebbene nell'area non sfocino corsi d'acqua rilevanti, lo Stretto di Sicilia è noto per l'elevata produttività delle risorse da pesca, in particolare quelle demersali. Tra i fattori che contribuiscono a tale elevata produttività vi sono: l'estensione della piattaforma, la trasparenza delle acque che consente l'attività fotosintetica fino a discrete profondità e la presenza stabile di processi di arricchimento di nutrienti (upwelling). Uno studio di Consoli et al, (2016), tramite l'utilizzo di un veicolo a comando remoto (ROV), ha permesso di fornire una descrizione dettagliata della composizione e della distribuzione in profondità delle associazioni di pesci demersali rinvenute sulle rive del canale e della relativa complessità dell'habitat da 35 a 240 m di profondità, registrando un totale di 24 famiglie e 52 specie di pesci (Consoli et al., 2016). Di fatto, il Canale di Sicilia è stato riconosciuto a livello internazionale



come “zona ecologicamente e biologicamente significativa” dalla Convenzione sulla diversità biologica nel 2014.

## **2.2 Inquadramento specie**

La classe dei Condroitti, comprendente circa 1200 specie di vertebrati marini distribuiti nei mari di tutto il mondo, si divide in 2 diverse sottoclassi, Elasmobranchi e Holocephali (chimere); questi ultimi originariamente classificati insieme agli altri pesci cartilaginei sotto un'unica dicitura (Maisey 2012). Gli Elasmobranchi sono ad oggi suddivisi in 2 superordini: Selachimorpha (squali) e Batoidea (razze, mante, torpedini). I Selachimorpha raggruppano 8 ordini di squali, tra cui i Carchariniformes comprendenti la famiglia degli Scyliorhinidae, comunemente noti come Squali Gatto o gattucci, aventi uno stile di vita di tipo bentonico/demersale (possono arrivare fino ai 2000 metri di profondità). I Batoidea si identificano invece in 4 ordini di organismi tra cui quello dei Rajiformes, del quale fa parte la famiglia Rajidae. Questa rappresenta un gruppo di specie di tipo bentonico molto diversificato il cui numero è aumentato in maniera esponenziale nel corso dei decenni (Ebert et al., 2009) tanto da arrivare a comprendere ben 17 generi viventi (FishBase). Infine gli Holocephali, rappresentano un antico e poco studiato gruppo di pesci cartilaginei tipicamente di profondità che per le loro caratteristiche morfologiche ed ecologiche ha incuriosito ittiologi e biologi per oltre un secolo (Lisney et al., 2012). L'ordine caratteristico che li contraddistingue è quello dei Chimeriformes, di cui fa parte la famiglia Chimeridae.

Il focus di questo studio verte su 4 specie di pesci cartilaginei di profondità appartenenti alle famiglie sopra citate, ovvero: *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) e *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810) entrambi della famiglia Scyliorhinidae, *Raja clavata* (Linnaeus 1758) della famiglia Rajidae e *Chimaera monstrosa* (Linnaeus 1758) della famiglia Chimeridae.

## 2.3 *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758)

### 2.3.1 *Tassonomia Scyliorhinus canicula*

La specie *Scyliorhinus canicula*, o gattuccio, presenta la seguente collocazione tassonomica:

- Regno - Animalia
- Phylum – Chordata
- Subphylum – Vertebrata
- Superclasse – Gnathostomata
- Classe - Chondrichthyes
- Sottoclasse – Elasmobranchii
- Superordine – Selachimorpha
- Ordine - Carcharhiniformes
- Famiglia - Scyliorhinidae
- Genere – *Scyliorhinus*
- Specie – *S. canicula*

### 2.3.2 *Morfologia Scyliorhinus canicula*

Il gattuccio (**Fig 2.3.2.1**) è uno squalo di profondità che può arrivare ad una lunghezza massima di 1 metro, pur aggirandosi mediamente attorno ai 60-70 cm. Presenta un corpo slanciato con un colore di fondo grigio/brunastro tipicamente caratterizzato dalla presenza di macchioline nere sparse su fianchi, dorso e pinne; la regione ventrale risulta essere uniformemente biancastra. Ha 5 piccole fessure branchiali, di cui le ultime 2 a contatto con le pinne pettorali; quest'ultime presentano margini dritti e apici poco arrotondati. Le pinne ventrali sono poste a metà della lunghezza del corpo e presentano una stretta forma triangolare. La prima pinna dorsale è inserita oltre l'inserzione della pinna ventrale ed è molto simile in forma alla seconda

dorsale, seppur di dimensioni un po' più grandi. Pinna caudale eterocerca con lobo superiore grande.



**Fig 2.3.2.1** *Scyliorhinus canicula*

La regione della testa è depressa, caratterizzata da un muso corto ed arrotondato, ricco di organi sensoriali (ampolle del Lorenzini), con narici più vicine alla bocca (molto arcuata) che all'apice estremo del muso. (**Fig 2.3.2.2**). Entrambe le mascelle sono caratterizzate dalla presenza di numerosi piccoli dentini, muniti di una cuspidine centrale grande e di 1/2 secondarie più piccole su ciascuno dei lati.



**Fig 2.3.2.2** Regione della bocca di *Scyliorhinus canicula*

### **2.3.3 Distribuzione *Scyliorhinus canicula***

*Scyliorhinus canicula* è uno degli squali più diffusi del Mediterraneo (Spagna, Francia, Italia, Algeria, Tunisia, Marocco). Specie sono state riscontrate anche a Nord-Ovest dell'Africa vicino

allo Stretto di Gibilterra, oltre che nel Mare del Nord (fino in Danimarca) e nell'Oceano Atlantico nord-orientale (FishBase) (Fig 2.3.3.1).

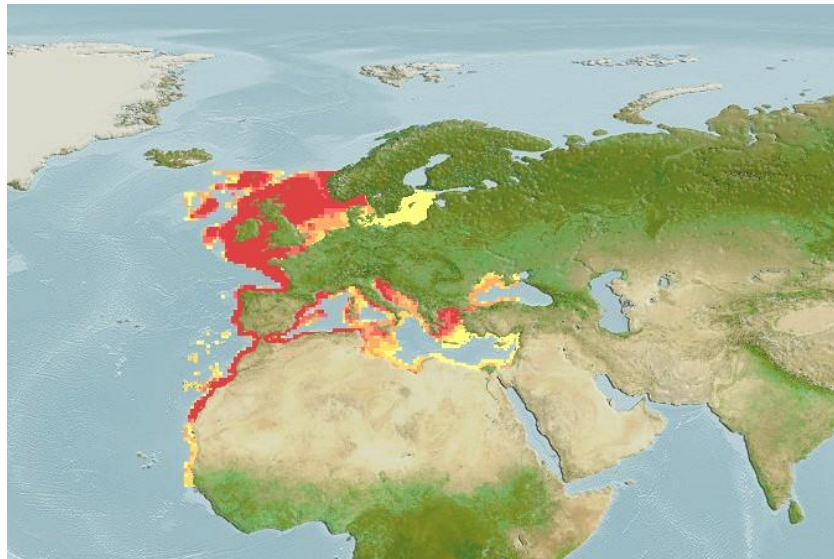


Fig 2.3.3.1 Areale di distribuzione di *Scyliorhinus canicula*

#### 2.3.4 *Biologia Scyliorhinus canicula*

Il gattuccio si può trovare su fondali sabbiosi, ghiaiosi o fangosi, ma anche corallini e frequenta acque basse e medio-profonde. Nell'Atlantico nord-orientale ricorre tra i 10 e i 100 metri di profondità mentre può arrivare anche ai 400 metri nella zona mediterranea. Trattasi di una specie notturna che solitamente passa la giornata sul fondo per poi diventare attiva appunto di notte; di giorno, i maschi solitamente riposano sul substrato mentre le femmine in grotte o fessure poco profonde (Sims et al., 2001). Dal punto di vista riproduttivo sono individui ovipari che depongono le uova in aree subtidali poco profonde, sebbene ne siano state trovate anche nella parte più profonda delle zone intertidali. Le uova sono contenute in una capsula cornea (borsellino della sirena) a forma di parallelogramma, ai cui vertici vi sono dei filamenti adatti ad ancorarsi a rami di gorgonie, spugne, briozoi o macroalghe. Le casse delle uova possono essere depositate durante tutto l'anno con un picco a giugno e luglio (Ellis et al., 1997).

## 2.4 *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810)

### 2.4.1 *Tassonomia Galeus melastomus*

La specie *Galeus melastomus*, o gattuccio boccanera, presenta la seguente collocazione tassonomica:

- Regno – Animalia
- Phylum – Chordata
- Subphylum – Vertebrata
- Superclasse – Gnathostomata
- Classe - Chondrichthyes
- Sottoclasse – Elasmobranchii
- Superordine – Selachimorpha
- Ordine - Carcharhiniformes
- Famiglia - Scyliorhinidae
- Genere – *Galeus*
- Specie – *G. melastomus*

### 2.4.2 *Morfologia Galeus melastomus*

Il gattuccio boccanera (**Fig 2.4.2.1**), così chiamato per via della colorazione interna della bocca appunto, è una specie di squalo che può raggiungere una lunghezza massima di 90 cm. Seppure esteriormente simile al gattuccio, questa specie presenta, oltre a corpo allungato e testa schiacciata, un muso prominente e a punta, con occhi grandi e allungati dietro i quali si apre un piccolo spiracolo. Il colore è di base grigiastro ma può anche avere tinte tendenti al grigio rossastro/giallastro, con macchie scure disposte in maniera irregolare; anche in questo caso, a dimostrazione della natura bentonico/demersale che accomuna queste specie, il ventre è biancastro.



**Fig 2.4.2.1** *Galeus melastomus*

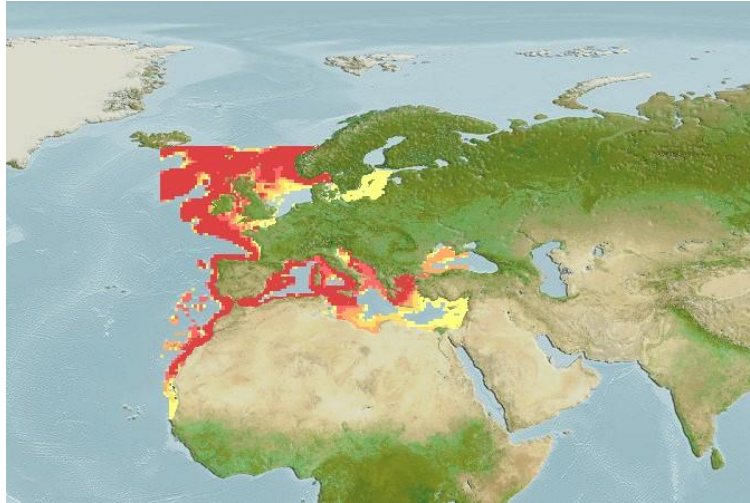
Ha 5 fessure branchiali di cui l'ultima al di sopra delle pinne pettorali; quest'ultime presentano dei margini dritti. La prima dorsale è piccola, piantata oltre la metà del corpo e molto simile in dimensione alla seconda. Peculiarità della specie anche quella di avere una pinna caudale relativamente lunga (circa un quarto della lunghezza del corpo). La bocca è tagliata a V (**Fig 2.4.2.2**) e porta a livello mascellare dei piccoli denti acuti, in generale con due cuspidi poste lateralmente.



**Fig 2.4.2.2** Regione della bocca di *Galeus melastomus*

### **2.4.3** *Distribuzione Galeus melastomus*

*Galeus melastomus* si può incontrare comunemente nel Mediterraneo, così come nell'Atlantico nord-orientale, Isole Faroe, a nord fino alla Norvegia settentrionale e a sud fino al Senegal (FishBase) (**Fig 2.4.3.1**).



**Fig 2.4.3.1** Areale di distribuzione di *Galeus melastomus*

#### **2.4.4 *Biologia Galeus melastomus***

Il gattuccio boccanera, che anch'esso predilige l'attività notturna, si può trovare su fondali fangosi o melmosi anche ad elevate profondità; sono stati infatti rilevati esemplari fino a 1200 metri (Jones et al., 2003). È una specie ovipara i cui embrioni si nutrono esclusivamente di tuorlo. Può arrivare a contenere fino a 13 uova negli ovidotti e la sua riproduzione avviene principalmente nei mesi estivi; le uova sono contenute in capsule cornee, prive di cirri e filamenti, che tendono a scurirsi con la maturazione dell'embrione.

### **2.5 *Raja clavata* (Linnaeus, 1758)**

#### **2.5.1 *Tassonomia Raja clavata***

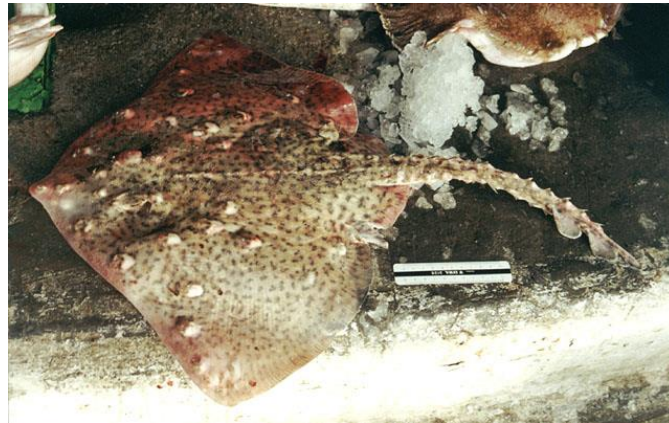
La specie *Raja clavata*, o razza chiodata, presenta la seguente collocazione tassonomica:

- Regno – Animalia
- Phylum – Chordata
- Subphylum – Vertebrata
- Superclasse – Gnathostomata
- Classe - Chondrichthyes
- Sottoclasse – Elasmobranchii

- Superordine – Euselachii
- Ordine – Rajiformes
- Famiglia – Rajidae
- Genere – *Raja*
- Specie – *R. clavata*

### 2.5.2 *Morfologia Raja clavata*

La razza chiodata (**Fig 2.5.2.1**) presenta, come tutte le razze, un corpo appiattito con delle ampie pinne pettorali simili ad ali; il disco subromboidale, più largo che alto, ne conferisce il tipico aspetto ad aquilone che culmina nella parte anteriore con un corto rostro appuntito, e in quella posteriore con una coda caratterizzata da una serie centrale di spine. Quest'ultime, da cui il nome 'clavata', sono presenti in buon numero anche lungo la linea mediana del dorso (35-50 spine) che va dalla nuca alla prima pinna dorsale.



**Fig 2.5.2.1** *Raja clavata*

In generale comunque tutto il dorso è spinuloso e negli adulti si riscontrano molto spesso alcune grosse spine ricurve impiantate su grosse placche. Gli esemplari adulti possono raggiungere il metro di lunghezza o poco più, per quanto in media i valori ruotino attorno ad 80-85 cm; la larghezza del disco varia da 1,25 ad 1,36 volte la lunghezza dell'animale (FishBase). La colorazione è molto variabile: le forme giovanili hanno il dorso macchiato irregolarmente da



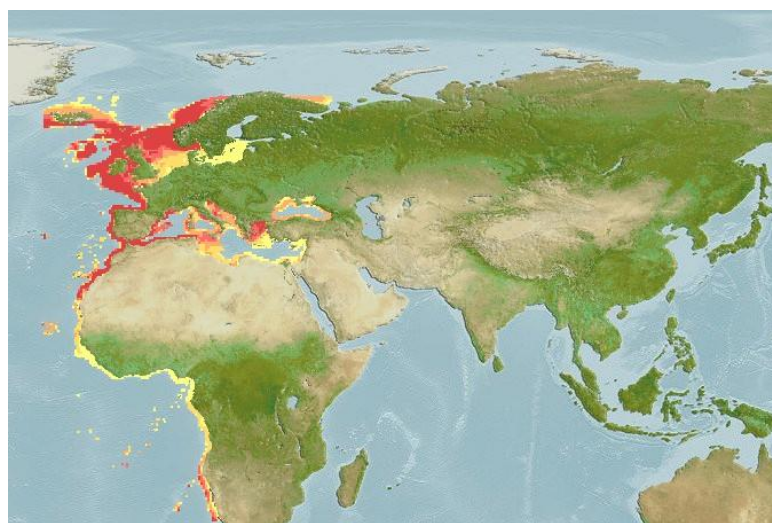
numerose chiazze nere ovali di piccolo diametro e poche altre maggiori, giallastre con bordo bruno mentre gli adulti presentano una colorazione marmorizzata a macchie bruno scuro e giallo brunastro. Solitamente la parte ventrale è bianco-crema (**Fig 2.5.2.2**). Infine, la bocca è munita di denti appuntiti nei maschi adulti, smussati e appiattiti nelle femmine.



**Fig 2.5.2.2** Regione ventrale di *Raja clavata*

### **2.5.3 Distribuzione *Raja clavata***

*Raja clavata* è un esemplare riscontrabile nelle acque di Atlantico orientale, Oceano Indiano sud-occidentale, dall'Islanda al Madagascar e ovviamente in quelle del Mediterraneo (FishBase) (**Fig 2.5.3.1**).



**Fig 2.5.3.1** Areale di distribuzione di *Raja clavata*

#### **2.5.4 *Biologia di Raja clavata***

La razza chiodata si trova su fondali di fango, sabbia e ghiaia ed abita prevalentemente le acque della piattaforma e dei pendii superiori. È più comune di fatto nelle acque costiere tra i 10 e i 60 metri ma è stata trovata anche profondità decisamente più rilevanti (intorno ai 500 metri). Si tratta di una specie notturna e caratterizzata da una riproduzione ovipara, le cui uova vengono depositate su fondali poco profondi; una singola femmina è in grado di deporre annualmente fino a 170 capsule cornee a pareti sottili di colore verde-nerastro. Anche in questo caso gli embrioni si nutrono in maniera esclusiva di tuorlo.

### **2.6 *Chimaera monstrosa* (Linnaeus, 1758)**

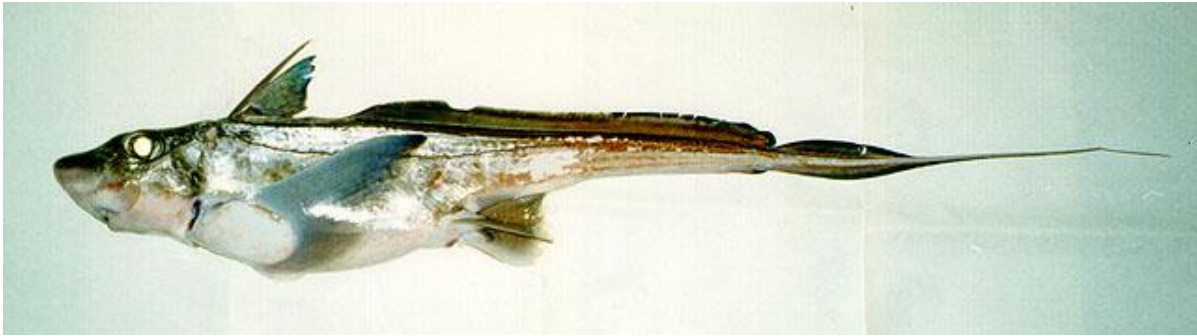
#### **2.6.1 *Tassonomia Chimaera monstrosa***

La specie *Chimaera monstrosa* (Linnaeus, 1758), presenta la seguente collocazione tassonomica:

- Regno – Animalia
- Phylum – Chordata
- Subphylum – Vertebrata
- Superclasse – Gnathostomata
- Classe - Chondrichthyes
- Sottoclasse – Holocephali
- Superordine – Holocephalimorpha
- Ordine – Chimaeriformes
- Famiglia – Chimaeridae
- Genere – *Chimaera*
- Specie – *C. monstrosa*

### 2.6.2 *Morfologia Chimaera monstrosa*

La chimera (**Fig 2.6.2.1**), così comunemente detta, presenta una morfologia del tutto singolare caratterizzata da una grossa testa seguita da un corpo allungato e compresso lateralmente, il quale si assottiglia in un filamento a frusta che si prolunga oltre la pinna caudale.

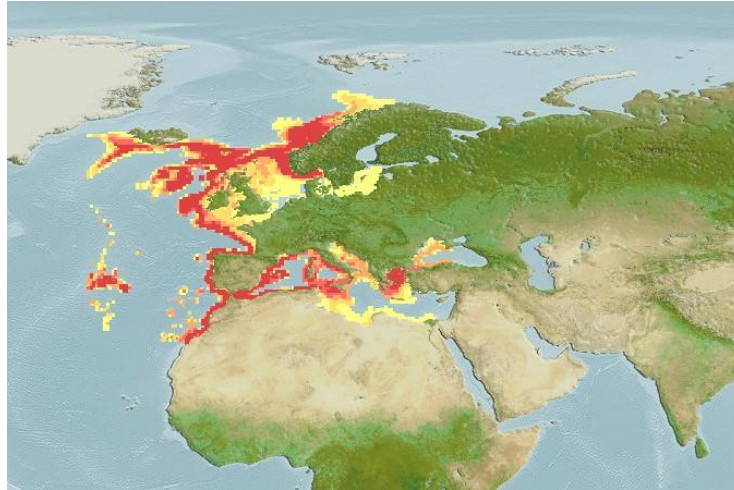


**Fig 2.6.2.1** *Chimaera monstrosa*

Questo pesce abissale può arrivare fino ad 1,5 metri di lunghezza (in genere però circa 1 metro), possiede occhi grandi adattati alla scarsità di luce e una pelle liscia e nuda poiché priva di scaglie placoidi. Il colore è grigio-argento con riflessi violacei e con chiazze più scure su lati e sul dorso; zona ventrale biancastra. Le pinne dorsali sono 2 di cui la prima ha una robusta spina molto evidente munita di dentellatura sul margine posteriore e collegata ad una ghiandola velenifera. Le pettorali sono triangolari, mentre le ventrali, più piccole, sono inserite immediatamente dopo l'apertura anale. La bocca è piccola e presenta un'interna struttura peculiare in quanto non caratterizzata da veri e proprio denti, bensì da placche, 4 superiori e 2 inferiori.

### 2.6.3 *Distribuzione Chimaera monstrosa*

*Chimaera monstrosa* è l'unica specie di chimera ad essere distribuita nel Mediterraneo, ma è comunque presente anche nell'Atlantico orientale, tra l'Islanda e la Norvegia fino all'Africa del Nord, Azzorre e isole Madeira (FishBase) (**Fig 2.6.3.1**).



**Fig 2.6.3.1** Areale di distribuzione di *Chimaera monstrosa*

#### **2.6.4** *Biologia Chimaera monstrosa*

La chimera si muove su fondali fangosi molto profondi (oltre i 1000 metri), pur trovandosi comunemente fra i 300 e i 500 metri, con un tipo di nuoto molto lento, aiutato anche dall'attività delle pinne pettorali. È una specie ovipara, le cui capsule ovariche sono sottili con membrane laterali strette e un filamento corneo all'estremità; depositano principalmente in primavera-estate e le uova sono deposte due alla volta. La fecondazione è interna.

#### **2.7** *Campionamento*

I campioni utilizzati per lo studio sono derivati dall'Istituto di ricerche per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) del Consiglio nazionale delle Ricerche (CNR), sede di Mazara del Vallo. Questa specifica sede nasce nel 1981 come Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato e sin dal 1985 effettua campagne di ricerca in mare proprio nella GSA 16 dello Stretto di Sicilia per studiare l'abbondanza ed i cicli vitali delle risorse demersali e stimarne lo stato di sfruttamento. La maggior parte degli esemplari serviti ai fini della ricerca sono stati ottenuti grazie al 'MEDITS Project' e in parte minore da azioni di catture commerciali; questo con una diversa periodicità delle catture.

### **2.7.1 MEDITS**

La campagna scientifica MEDITS, nell'ambito del Programma nazionale italiano per la raccolta dei dati alieutici (Reg. CE n°199/2008 e n°665/2008), ha l'obiettivo generale di valutare la distribuzione, l'abbondanza e la composizione per taglia delle specie oggetto di pesca presenti nelle acque mediterranee, conducendo un monitoraggio di fondo con metodologie, attrezzi e protocolli di campionamento standardizzati per tutti i partecipanti (attualmente gli stati coinvolti sono Spagna, Francia, Italia, Slovenia, Croazia, Montenegro, Albania, Grecia e Cipro). Nato nel 1994, il progetto MEDITS (International bottom trawl survey in the Mediterranean) è un survey scientifico adibito al reperimento di dati biologici derivanti dal Mar Mediterraneo (Bertrand et al., 2002) tramite l'utilizzo di rete a strascico. Per molti anni questo protocollo ha rappresentato la fonte di dati più importante a supporto della valutazione delle risorse demersali mediante indicatori di popolazione e comunità (Spedicato et al., 2019). Inoltre, con il consolidamento del DCF (Data Collection Framework), il MEDITS fornisce abitualmente indici di abbondanza delle specie bersaglio per mettere a punto modelli di valutazione degli stock.

Di seguito alcuni dei punti principali del manuale 'MEDITS-Handbook' che descrive oltre alle caratteristiche dell'attrezzatura di campionamento (funzionalità e manovrabilità), anche disegno sperimentale, metodologia di campionamento e trattamento dei campioni:

- Periodo di campionamento incentrato tra fine primavera ed inizio estate (da maggio a luglio)
- Utilizzo di navi con motori da almeno 370 kW
- Utilizzo di rete a strascico composta di 4 pannelli
- Attrezzo in grado di lavorare in tutte le aree e a tutte le profondità previste dal programma (10-800 metri)

- Dimensioni delle maglie del sacco della rete poste a 10 mm di lato, ovvero 20 mm di apertura della maglia
- Utilizzo di 40 galleggianti per avere un'apertura verticale maggiore e quindi meno selettività
- Controllo ad intervalli regolari della strumentazione
- Velocità di pesca standard di 3 nodi per garantire la migliore geometria della rete
- Cale posizionate seguendo uno schema di campionamento stratificato in profondità con prelievo casuale delle posizioni all'interno di ciascuno strato
- Durata della calata pari a 30 minuti per profondità inferiori a 200 metri, per profondità superiori si passa a 60 minuti
- Cale effettuate a profondità costante (parallele alla costa) e per quanto possibile in maniera rettilinea.

Una volta conclusa la calata, si effettua un sorting delle catture a bordo della nave nelle varie categorie/sottocategorie riportate in specifici allegati del manuale, seguito da raccolta di peso totale e numero di individui; dal 2012 l'elenco di riferimento MEDITS delle specie bersaglio (Allegato VI) comprende 82 specie ittiche, di cui 32 sono Elasmobranchi. Tutti gli esemplari derivanti dal MEDITS Project sono stati pescati nei mesi di maggio e giugno dell'anno 2023 attraverso un campionamento random-stratificato.

### ***2.7.2 Catture commerciali***

Per quanto concerne le catture commerciali, si fa riferimento al reperimento di esemplari dall'attività di pesca professionale, in vista poi di un utilizzo a scopi scientifici. In questo caso, il CNR ha direttamente acquistato gli esemplari dai pescatori per poi inviarli insieme a quelli derivanti dal MEDITS al Laboratorio di Zoologia Marina ed Erpetologia dell'Università della Calabria, sede effettiva del processamento e dell'analisi dei campioni. Gli individui raccolti

tramite un campionamento di questo tipo rappresentano una piccola fetta dei totali ed interessano solo un paio di specie, *Scyliorhinus canicula* e *Raja clavata*. L'apporto di individui appartenenti a queste due specie è stato effettuato non solo per ottenere un numero maggiore di esemplari, comunque in quantitativo inferiore rispetto a *Galeus melastomus*, ma anche per avere a disposizione Elasmobranchi di dimensioni più grandi. *Chimaera monstrosa* non è stata invece interessata per via della rarità che la contraddistingue. I pesci cartilaginei ottenuti da catture commerciali sono stati pescati nel mese di gennaio dell'anno 2024.

## 2.8 Processamento campioni

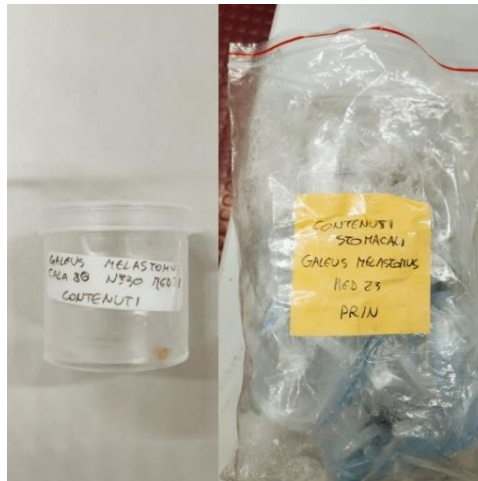
Gli esemplari sono giunti dalla sede CNR di Mazara del Vallo presso il Laboratorio di Zoologia Marina ed Erpetologia dove, previa conservazione dei campioni mediante congelamento (-20°C), è avvenuta la dissezione degli animali (**Fig 2.8.1**) con prelevamento di fegato, stomaco, valvola spirale, muscolo, pelle, cuore, cervello, vertebre e pinne dorsali, in parallelo all'indagine parassitologica.



**Fig 2.8.1** Dissezione di esemplare di *Galeus melastomus*

Conseguentemente è stata effettuata l'apertura del tratto gastro-intestinale, sia per l'identificazione della fauna parassitaria che per l'isolamento dei contenuti stomacali. I contenuti di ogni stomaco di ciascun individuo processato sono stati quindi estratti e

specificamente inseriti all'interno di barattoli/buste etichettate per facilitarne l'inquadramento in fase di analisi (**Fig 2.8.2**); ogni etichetta prevedeva la specie di appartenenza dei contenuti, il numero del campione e il metodo di campionamento di provenienza (es. *Galeus melastomus* – cala 80 - n.30 - MED23 - contenuti).



**Fig 2.8.2** Esempio di barattolo e busta per i contenuti di *Galeus melastomus*

A seguire, gli step da me seguiti per il processamento dei singoli campioni, i quali sono stati coerentemente analizzati a gruppi di specie a partire da *Raja clavata* e *Chimaera monstrosa* poiché in quantitativo inferiore rispetto ai due gattucci.

- Smistamento
- Identificazione specie/materiali presenti
- Riempimento barattoli ed etichettatura
- Compilazione file Excel

Vista la grandezza degli stomaci da cui provengono, è risultato opportuno l'utilizzo di specifici strumenti da laboratorio per osservare e maneggiare contenuti dalle dimensioni così ridotte, nello specifico: stereomicroscopio Leica MZ6 (6.3x – 40x), pinzette, bisturi, soluzione fisiologica per bagnare/pulire i contenuti e piastre Petri su cui poggiarli (**Fig 2.8.3**).



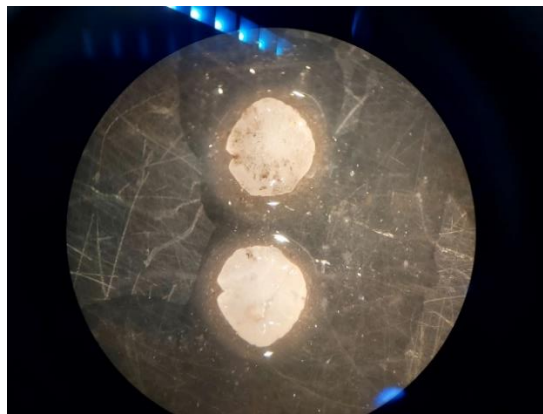


**Fig 2.8.3** Strumentazione da laboratorio

Una volta scongelato e svuotato il barattolo del singolo campione stomacale su Petri, il primo step da seguire è la misurazione del peso totale del contenuto tramite bilancino digitale. Solo a seguito della pesata si può procedere con lo smistamento vero e proprio, fase particolarmente importante che consiste nel separare fisicamente tra loro le varie componenti del campione effettuando un'iniziale, seppur approssimativa, identificazione. Il processo di smistamento è essenziale per facilitare le fasi successive in quanto permette di avere un'idea delle categorie di organismi che si andranno a trovare. Infatti, nonostante il grado di digestione, vi sono delle strutture peculiari nei vari organismi che permettono di discriminare gli uni dagli altri in quanto particolarmente resistenti all'attività digestiva del predatore. Fra quelle più riscontrate e utilizzate ai fini del riconoscimento (e della conta degli individui digeriti) vi sono: otoliti (osteitti), becchi cornei (molluschi), cristallini (molluschi/pesci) e chele (crostacei).

Otoliti: piccole strutture bianche prevalentemente composte da carbonato di calcio (95%) situate nella testa dei pesci ossei. Sebbene si trovino all'interno del cranio adiacenti al cervello, non sono attaccati al cranio stesso ma trattenuti nei canali tubulari dell'orecchio interno con la funzione primaria di fornire un senso di equilibrio agli organismi (Popper et al., 2000). Presentano una forma altamente specie-specifica che varia però ampiamente tra una specie e

l'altra, permettendo quindi, tramite l'analisi dell'otolite preservato/non digerito, di risalire all'individuo e ricostruire quindi la probabile dieta del predatore (Murie et al., 1985). Ogni individuo ne possiede 3 coppie che differiscono per morfologia rappresentativa (ateriscus, lapillus e sagitta); l'otolite primariamente utilizzato ai fini del riconoscimento delle specie è sagitta (**Fig 2.8.4**), il più grande fra i 3 nonché quello con il tipico 'sulcus' più consistente, in alcuni casi utilizzabile in fase di riconoscimento specie (Nolf., 1992).



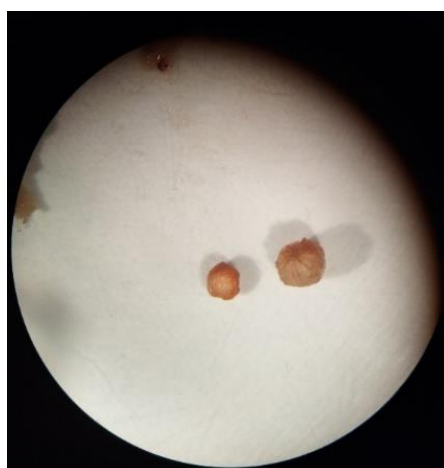
**Fig 2.8.4** Coppia di sagitta appartenenti ad *Electrona risso* trovati in uno stomaco di *Galeus melastomus*

**Becchi cornei:** strutture presenti all'interno della massa buccale dei cefalopodi e circondate dalle appendici muscolari della testa. I becchi (**Fig 2.8.5**), funzionalmente utili per afferrare e spezzare le prede di questi molluschi, si trovano in coppia (uno superiore ed uno inferiore) e sono principalmente composti da chitina. Per via della loro durezza e non digeribilità, rappresentano spesso gli unici resti identificabili di cefalopodi trovati nello stomaco dei predatori (Xavier et al., 2011). Morfologia, colorazione e sfumature di entrambi i becchi sono fondamentali per identificare le possibili specie di cefalopodi predate, tenendo in considerazione che, nella coppia, il becco inferiore risulta specie-specifico.



**Fig 2.8.5** Becchi superiore e inferiore di *Abralia veranyi* trovati in uno stomaco di *Galeus melastomus*

Cristallini: strutture presenti all'interno degli occhi sia di pesci che di cefalopodi. Per via delle loro morfologie e colorazioni caratteristiche il riconoscimento dei due diversi tipi di cristallini (**Fig 2.8.6**) permette di identificare la classe di derivazione (osteitti piuttosto che molluschi) oltre che l'ipotetico numero di individui ingeriti tramite una conta degli stessi. Tuttavia non essendo componenti specie-specifiche non permettono di arrivare a bassi livelli di classificazione tassonomica.



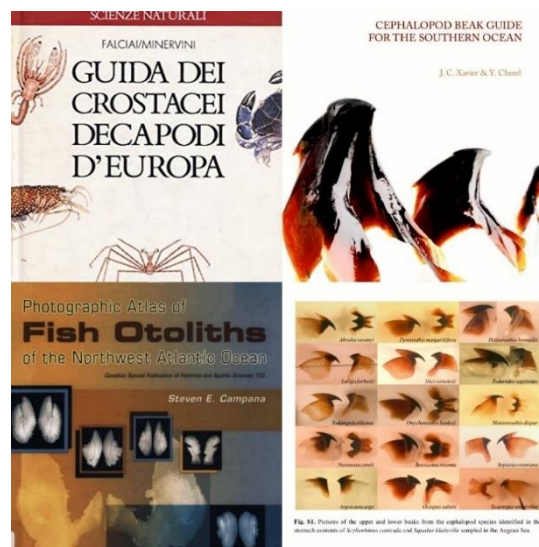
**Fig 2.8.6** Cristallino di cefalopode (sx) e cristallino di pesce (dx) trovati in uno stomaco di *Scyliorhinus canicula*

Chele: tipiche appendici a forma di pinza/tenaglia presenti in molti artropodi tra cui i crostacei, caratterizzate da una buona gamma di forme e colorazioni (**Fig 2.8.7**), in alcuni casi utilizzabili a fini identificativi oltre che per il conteggio degli individui.



**Fig 2.8.7** Chele di *Xantho pilipes* trovate in uno stomaco di *Chimaera monstrosa*

Il tipo di preda e le condizioni in cui si trova il contenuto influenzano l'identificazione della preda stessa (Buckland et al., 2017), per questo tale fase richiede una notevole attenzione risultando di fatto cruciale in vista degli step successivi. Per potersi avvicinare al livello tassonomico più basso possibile, ci si avvale quindi di mezzi quali chiavi dicotomiche o, come in questo caso, guide e atlanti (**Fig 2.8.8**).



**Fig 81.** Pictures of the upper and lower beaks from the cephalopod species identified in the stomach contents of *Chimaera monstrosa* and *Squalus laietanus* sampled in the Azorean Sea.

**Fig 2.8.8** Guide e atlanti utilizzati per l'identificazione

Lo step finale consiste nel raggruppamento di ogni struttura/materiale dello stomaco analizzato, all'interno di specifici barattoli etichettati (es. tutti i becchi nello stesso barattolo, tutti gli otoliti in un altro, tutti i resti in un altro ancora e così via) in maniera tale da avere un quadro completo di ciò che è stato trovato nel campione stomacale processato. Il fine ultimo è stato quello di compilare un file Excel contenente tutte le informazioni rilevate durante l'analisi in termini di abbondanza e inquadramento tassonomico dei vari contenuti nelle 4 specie target.

## **2.9 Analisi dati**

La comparazione della dieta nelle 4 specie è stata elaborata andando a calcolare il numero percentuale (%N), ossia la percentuale tra il numero totale di individui di una preda, all'interno della totalità degli stomaci, rispetto al numero totale di prede rivenute negli stomaci stessi e la Frequency Occurrence (%FO), ossia la percentuale di stomaci contenenti almeno un individuo di una "x" preda rispetto alla totalità degli stomaci contenenti prede. Questi hanno permesso di indagare rispettivamente quanto presente fosse una determinata preda all'interno degli stomaci processati e con quale frequenza questa si sia presentata.

Numero percentuale (N%):

$$\%N = \left( \frac{\text{Numero di prede di una data specie in tutti gli stomaci}}{\text{Numero totale di specie in tutti gli stomaci}} \right) \times 100$$

Frequency Occurrence (%FO):

$$\%FO = \left( \frac{\text{Numero di stomaci con prede di una data specie}}{\text{Numero totale di stomaci non vuoti}} \right) \times 100$$

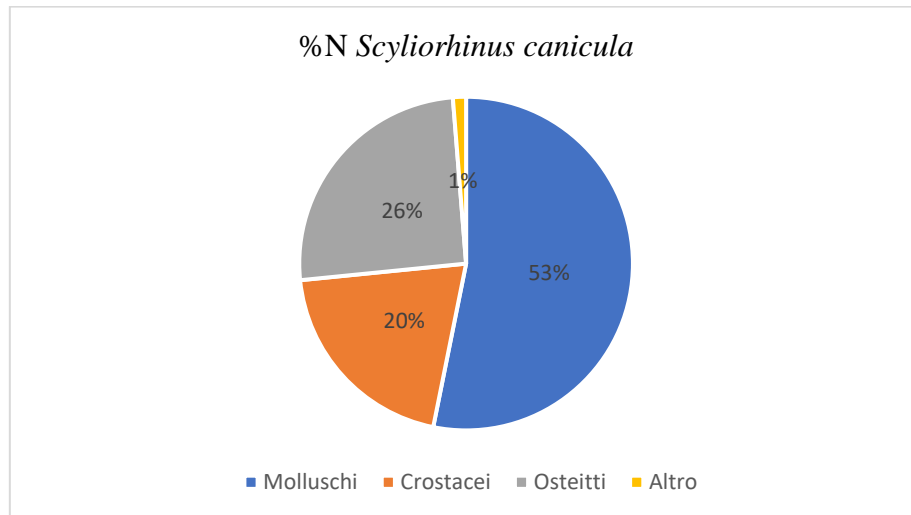
Inoltre, al fine di valutare la diversità e la ricchezza della popolazione considerata è stata effettuata una cluster analysis, utilizzando l'indice di similarità di Dice, nel caso della cluster qualitativa, mentre il Bray Curtis per la quantitativa. Tutti i dati sono stati analizzati utilizzando il software libero PAST, versione 4.17.

### 3 Risultati

#### 3.1 Ecologia trofica *Scyliorhinus canicula*

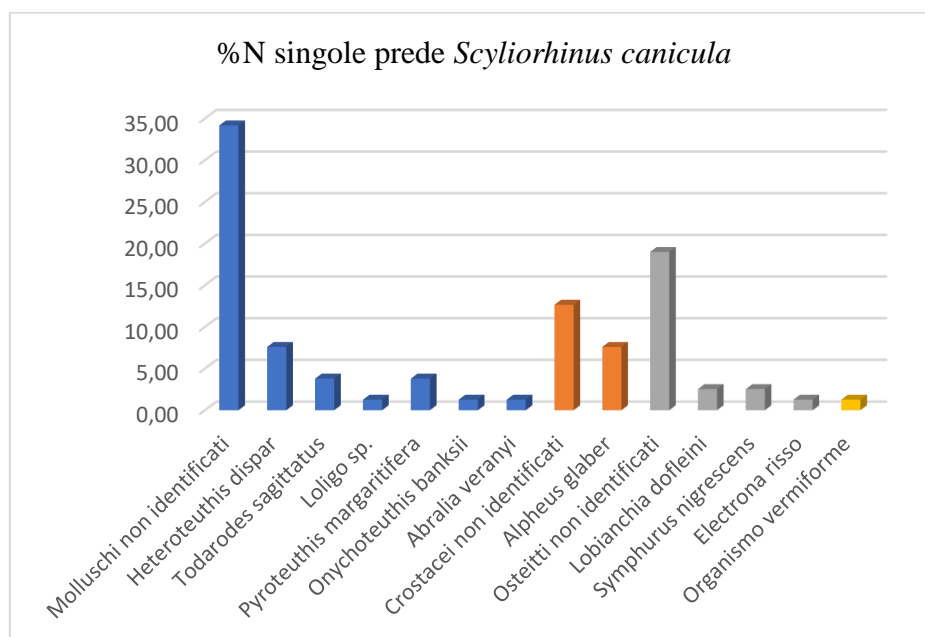
Il numero totale di *Scyliorhinus canicula* analizzati è stato di 33 individui, 8 dei quali derivanti da azioni di catture commerciali, contro i 25 derivanti dalle varie calate MEDITS. Un solo stomaco era vuoto mentre tutti gli altri contenevano almeno una preda. L'identificazione tassonomica delle specie predate dai gattucci ha rivelato una dieta piuttosto diversificata nella quale sono state riscontrate prede appartenenti ai 4 principali macrogruppi: molluschi, pesci ossei, crostacei e altro. Tra i molluschi identificati al livello tassonomico di specie (spalmati in 25 stomaci di *Scyliorhinus canicula*), il più abbondante è stato *Heteroteuthis dispar* con 6 individui suddivisi in 6 stomaci (%N=7,59 e %FO=18,75) appartenente alla famiglia dei Sepiolidae, seguito da *Todarodes sagittatus*, famiglia Ommastrephidae, e *Pyroteuthis margaritifera*, famiglia Pyroteuthidae (3 individui ciascuno distribuiti in 3 stomaci con %N=3,80 e %FO=9,38). Il cefalopode *Abralia veranyi* della famiglia Enoploteuthidae è stato invece trovato una sola volta (%N=1,27 e %FO=3,13) così come per gli esemplari dei generi *Loligo* e *Onychoteuthis* (per entrambi non si è giunti ad un'identificazione della specie). In aggiunta a questi, il ritrovamento di cristallini e di alcuni becchi spezzati ha permesso un conteggio di 27 molluschi non identificati (suddivisi in 18 stomaci). Per i crostacei, presenti in 14 stomaci totali, l'unico ad essere stato identificato è stato il decapode *Alpheus glaber* della famiglia Alpheidae con 6 individui suddivisi in 6 stomaci (%N=7,59 e %FO=18,75), in aggiunta a numerosi resti altamente decomposti dall'attività digestiva dei predatori considerati. Nel caso degli osteitti, è stata possibile l'identificazione di 3 specie. Fra queste, 2 appartenenti alla famiglia dei Myctophidae, ovvero *Lobianchia dofleini* (2 individui distribuiti in 2 stomaci con %N=2,53 e %FO=6,25) ed *Electrona risso* (1 individuo), mentre della famiglia Cynoglossidae, 2 individui di *Symphurus nigrescens* (anche questi suddivisi in 2 stomaci). Il numero invece di pesci ossei non identificati è stato di 15 (suddivisi in 10 individui), tutto questo per un totale di

17 stomaci interessati. Per il macrogruppo ‘altro’ è stato infine trovato, all’interno di un unico stomaco di gattuccio, un organismo vermiforme non identificato. Gli indici analizzati ci mostrano una predominanza (**Fig 3.1.1**), con il 53,16% in termini di prede (%N), per il macrogruppo dei molluschi, seguito dagli osteitti con 25,32%, dai crostacei con il 20,25% e infine dalla categoria ‘altro’ (1,27%).



**Fig 3.1.1** Grafico a torta rappresentante %N di *Scyliorhinus canicula*

Nell’istogramma seguente (**Fig 3.1.2**) sono riportati i valori %N ottenuti per le singole prede.



**Fig 3.1.2** Iistogramma rappresentante %N per le singole prede di *Scyliorhinus canicula*

Per le singole prede, i valori di %FO sono descritti dal seguente istogramma (Fig 3.1.3).

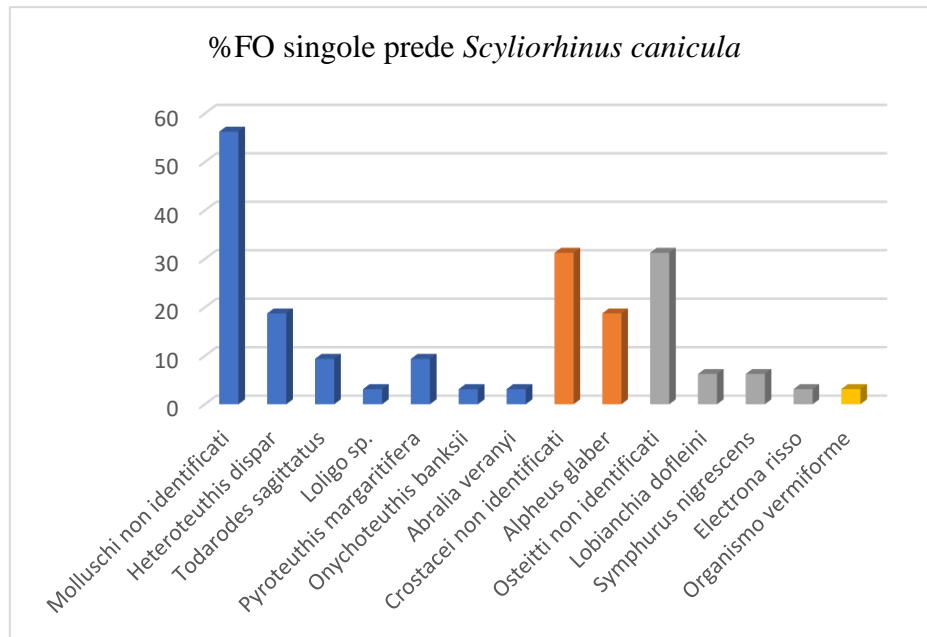


Fig 3.1.3 Istogramma rappresentante %FO per le singole prede di *Scyliorhinus canicula*

### 3.2 Ecologia trofica *Galeus melastomus*

Il numero totale di *Galeus melastomus* analizzati è stato di 73 individui tutti derivanti dall'attività del survey scientifico MEDITS; 2 soli stomaci erano vuoti. Così come per il gattuccio comune, anche per il 'boccanera' sono state riscontrate prede appartenenti ai 4 principali macrogruppi tassonomici; tuttavia per il taxon dei crostacei non è stato di fatto possibile identificare alcun organismo in maniera specifica ma solamente intuire che si trattasse appunto di crostacei dai resti molto decomposti ritrovati in 10 stomaci. Per il macrogruppo dei molluschi, il numero di stomaci interessati dalla loro presenza è stato di 53. Il cefalopode più riscontrato è stato *Abralia veranyi* con 23 individui suddivisi in 18 stomaci (%N=5,29 e %FO=25,35); a seguire *Heteroteuthis dispar* (22 individui in 16 stomaci con %N=5,06 e %FO=22,54) e *Pyroteuthis margaritifera* (sempre 22 individui ma in 20 stomaci e quindi un %FO=28,17) (Fig 3.2.1). Gli altri molluschi sono stati trovati in quantitativo decisamente inferiore, nello specifico: *Todarodes sagittatus* (7 individui in 6 stomaci con %N=1,61 e %FO=8,45) e *Onychoteuthis banksii* della famiglia Onychoteuthidae (4 individui in 4 stomaci



diversi quindi %N=0,92 e %FO=5,63). Infine, *Scaevurgus unicirrhus* della famiglia Octopodidae, *Rossia macrosoma* della famiglia Sepiolidae e un gasteropode non identificato (1 individuo ciascuno). Ovviamente, anche in questo caso, sono stati diversi i molluschi riscontrati all'interno degli stomaci processati ma non identificati in quanto deducibili solo dalla presenza di cristallini/becchi spezzati (58 molluschi non identificati suddivisi in 30 stomaci).



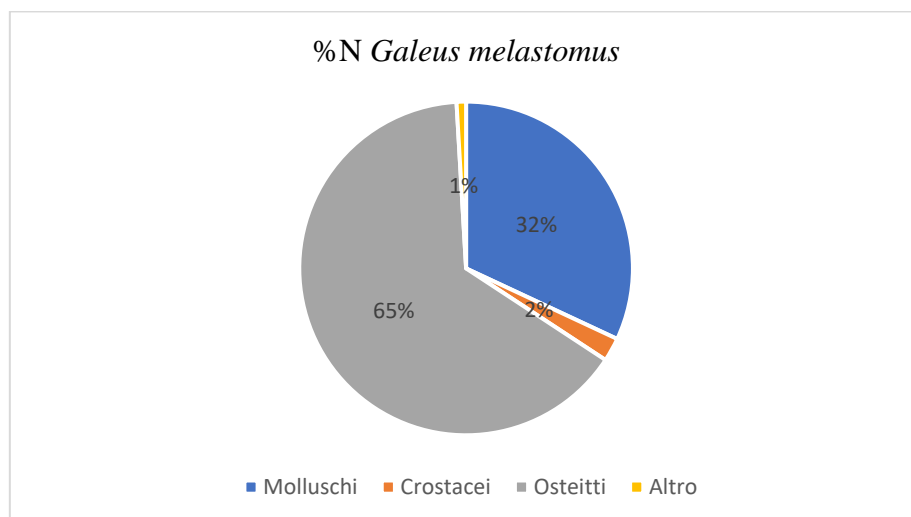
**Fig 3.2.1** Becchi inferiore e superiore di *Pyroteuthis margaritifera* rinvenuti in uno stomaco di *Galeus melastomus*

Per quanto riguarda gli osteitti, a spiccare è stato il Myctophidae *Electrona risso* (39 individui in 32 stomaci con %N=8,97 e %FO=45,07), nettamente superiore agli altri 3 pesci ossei trovati: *Ceratoscopelus maderensis*, sempre Myctophidae (4 individui in 3 stomaci con %N=0,92 e %FO=4,23), *Lobianchia dofleini* (2 individui in 2 stomaci con %N=0,46 e %FO=2,82) e *Scomberesox saurus* della famiglia Scomberesocidae (1 individuo con %N=0,23 e %FO=1,41). Il numero invece di osteitti trovati ma non identificati è stato decisamente ingente, pari a 236, spalmati in 66 stomaci di *Galeus melastomus*. Nel macrogruppo ‘altro’ sono infine stati inseriti un organismo vermiforme non identificato, un pezzo di plastica, un resto vegetale ed una zampa di uccello passeriforme (**Fig 3.2.2**), ciascuno dei quali all'interno di un singolo stomaco (4 stomaci totali interessati).



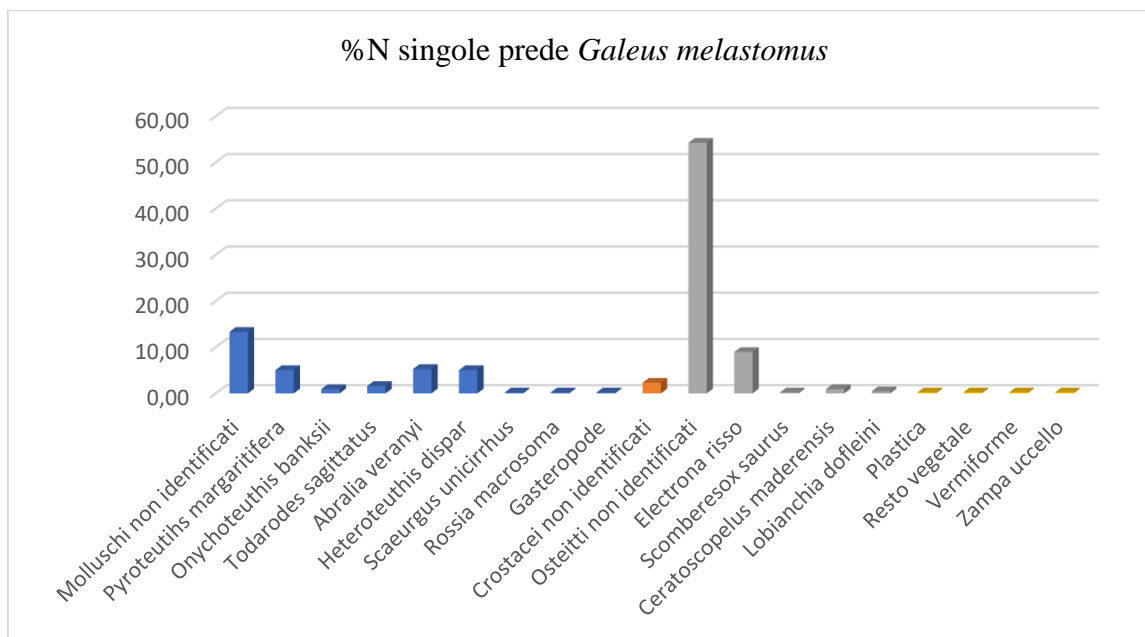
**Fig 3.2.2** Zampa di passeriforme rinvenuta in uno stomaco di *Galeus melastomus*

In questo caso gli indici analizzati ci mostrano una predominanza (**Fig 3.2.3**), in termini di %N, di osteitti (64,83%); a seguire molluschi (31,95%), crostacei (2,30%) e il macrogruppo ‘altro’ con 0,92%.



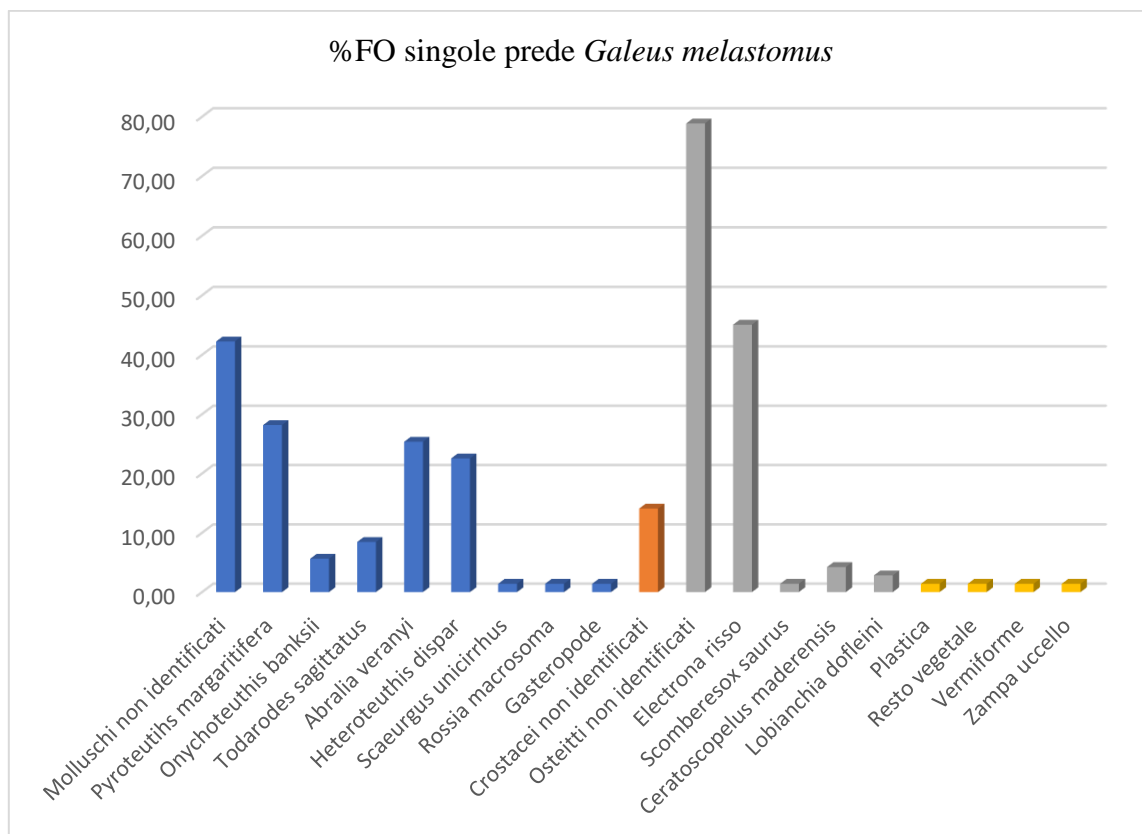
**Fig 3.2.3** Grafico a torta rappresentante %N di *Galeus melastomus*

Per le prede, l'istogramma rappresentato da **Fig 3.2.4**.



**Fig 3.2.4** Istogramma rappresentante %N per le singole prede di *Galeus melastomus*

In **Fig 3.2.5**, l'istogramma rappresentante i valori di %FO per le singole prede in *Galeus melastomus*.



**Fig 3.2.5** Istogramma rappresentante %FO per le singole prede di *Galeus melastomus*

### 3.3 Ecologia trofica *Raja clavata*

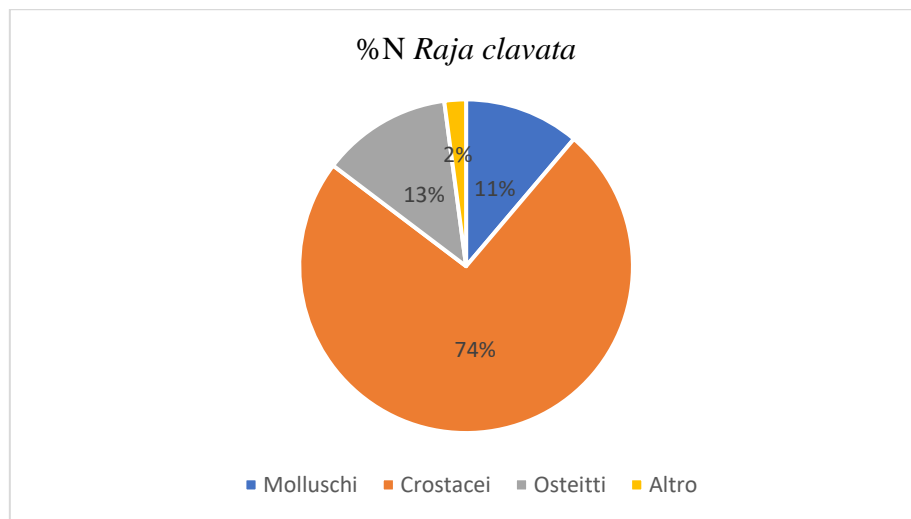
Il numero totale di *Raja clavata* analizzati è stato di 36 individui, 3 dei quali derivanti da catture commerciali mentre il resto dall'attività del MEDITS; dei totali, 3 stomaci erano vuoti. Per il macrogruppo dei molluschi, ad essere rinvenuti sono stati 5 gasteropodi non identificati (suddivisi in 3 stomaci con %N=3,50 e %FO=9,09), 2 individui di *Heteroteuthis dispar* (suddivisi in 2 stomaci con %N=1,40 e %FO=6,06) e un individuo appartenente al genere *Loligo* (%N=0,70 e %FO=3,03). Oltre poi ai gasteropodi, sono stati trovati 8 molluschi non identificati (10 stomaci totali interessati). Notevolmente più abbondante e spalmato in 31 stomaci, il gruppo dei crostacei che, oltre a 35 individui non identificati, può contare 28 individui di *Alpheus glaber* (suddivisi in 10 stomaci con %N=19,58 e %FO=30,30), 21 di *Parapenaeus longirostris* della famiglia Penaidae (9 stomaci con %N=14,69 e %FO=27,27), 11 individui di *Goneplax rhomboides* (suddiviso in 6 stomaci con %N=7,69 e %FO=18,18) (**Fig 3.3.1**), 8 appartenenti al taxon dei decapodi macruri (tutti in un unico stomaco) e infine 2 individui di *Nephrops norvegicus* (famiglia Nephropidae) ed 1 di *Macropipus tuberculatus*.



**Fig 3.3.1** Esemplici di *Goneplax rhomboides* rinvenuti all'interno di uno stomaco di *Raja clavata*

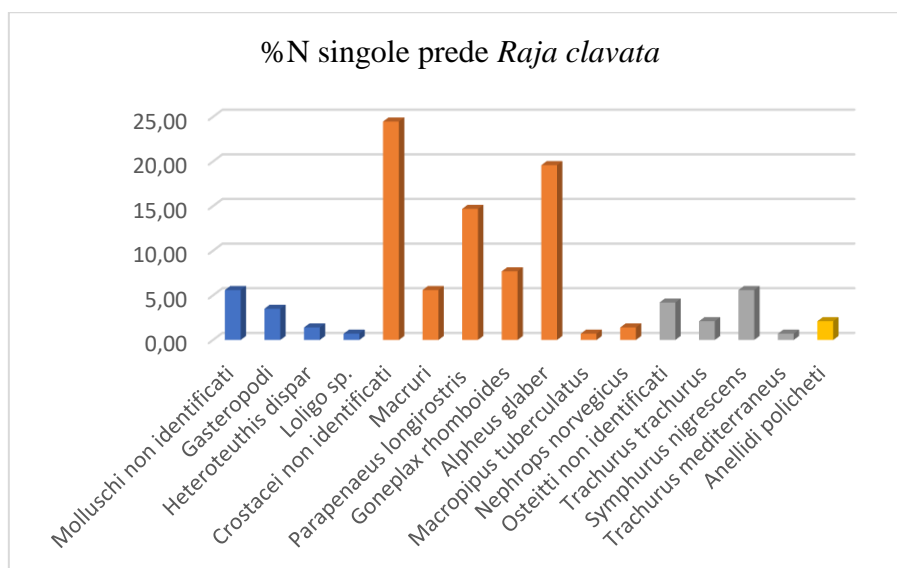
Il pesce osseo riscontrato con maggior frequenza è stato *Symphurus nigrescens* (8 individui suddivisi in 3 stomaci con %N=5,59 e %FO=9,09), seguito da *Trachurus trachurus* (3 individui

in 3 diversi stomaci) e *Trachurus mediterraneus* (1 individuo); i non identificati erano 6, per un totale di 13 stomaci interessati dalla presenza di osteitti. Per il macrogruppo 'altro' sono infine stati trovati 3 policheti non identificati, di cui 2 all'interno di un unico stomaco (%N=2,10 e %FO=6,06). Dal punto di vista di %N (**Fig 3.3.2**) sono i crostacei ad esprimere il valore più alto con 74,13%, seguiti da osteitti (12,59%) e molluschi (11,19%). Il macrogruppo 'altro' presenta infine una percentuale del 2,10%.



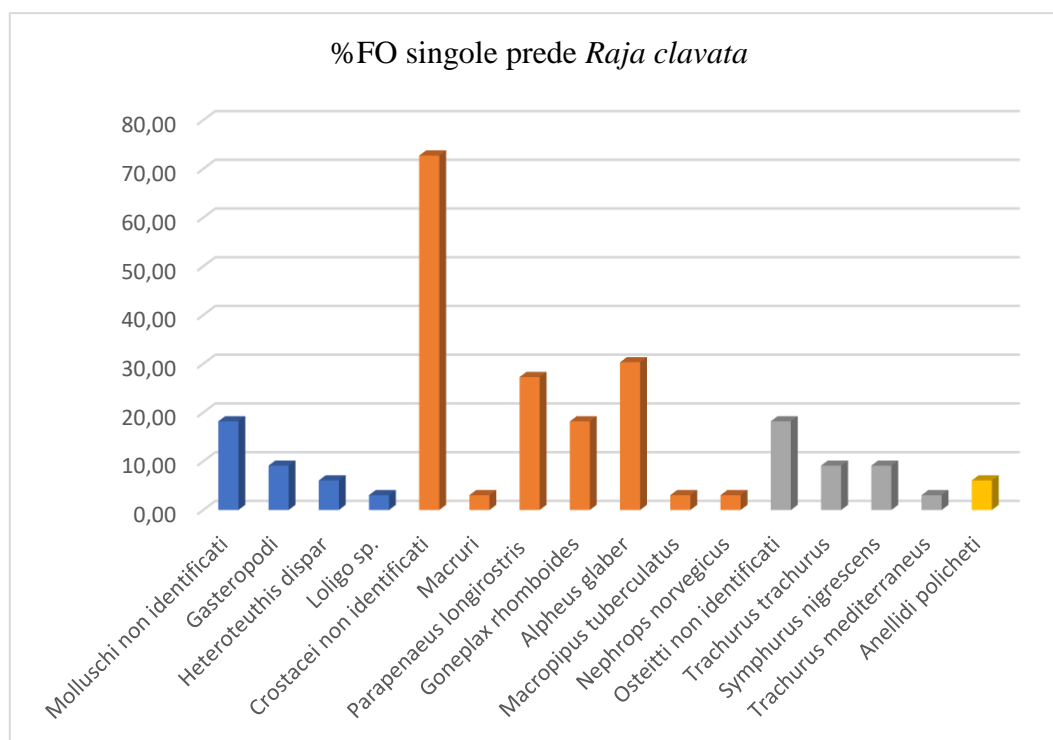
**Fig 3.3.2** Grafico a torta rappresentante %N di *Raja clavata*

Di seguito, gli %N per le singole prede (**Fig 3.3.3**).



**Fig 3.3.3** Istogramma rappresentante %N per le singole prede di *Raja clavata*

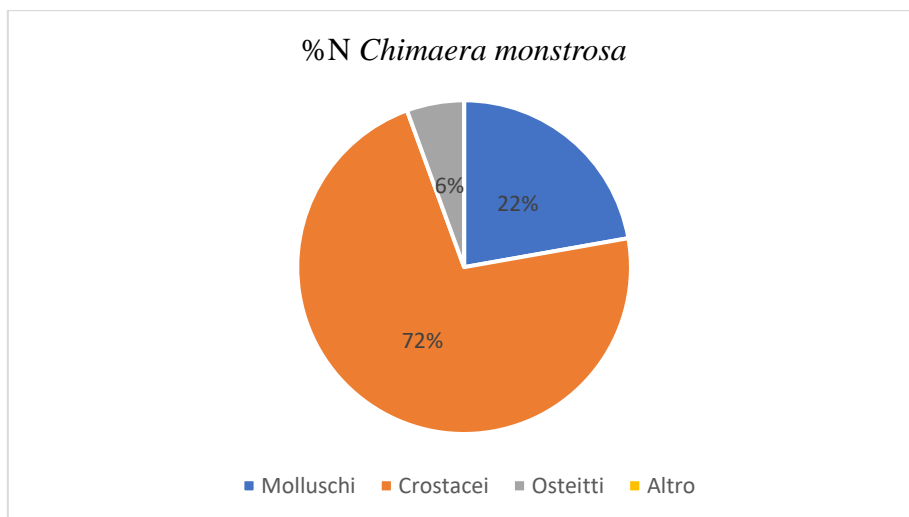
Gli %FO per le singole prede sono rappresentati in **Fig 3.3.4**.



**Fig 3.3.4** Istogramma rappresentante %FO per le singole prede di *Raja clavata*

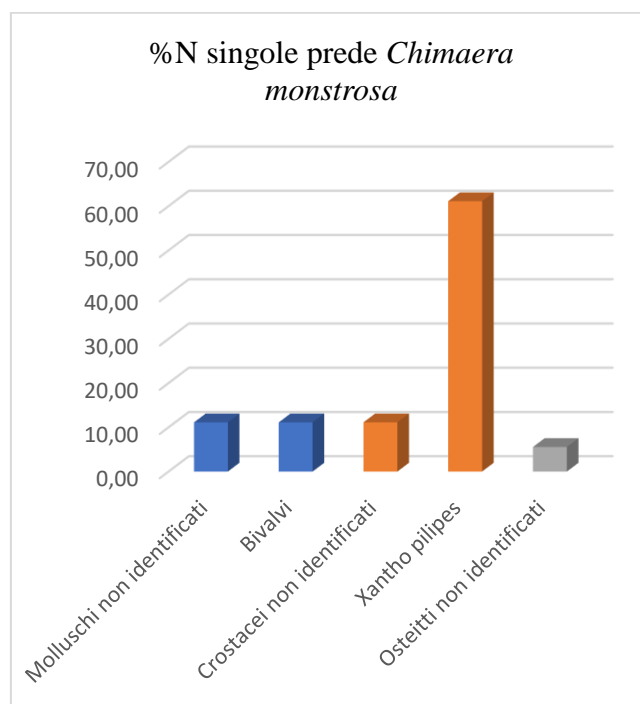
### 3.4 Ecologia trofica *Chimaera monstrosa*

Il numero di *Chimaera monstrosa* analizzati è stato di soli 8 individui, a dimostrazione della rarità che contraddistingue questa specie, tutti pescati tramite campionamento MEDITS; ben 3 stomaci su 8 erano vuoti. Nonostante lo scarso numero di animali a disposizione, è stato comunque possibile notare una tendenza alimentare da parte di queste specie tendente al taxon dei Crustacea. L'unico crostaceo identificato è stato *Xantho pilipes* della famiglia Xanthidae (11 individui suddivisi in 3 stomaci con %N=61,11 e %FO=60,00) in aggiunta ad altri 2 crostacei ignoti presenti all'interno di un unico stomaco (%N=11,11 e %FO=20,00). Per quanto riguarda molluschi ed osteitti è stato trovato pochissimo: 4 individui non identificati (suddivisi in 3 stomaci) per i primi e 1 per i secondi. Niente di riscontrato per la categoria 'altro'. L'analisi del %N (**Fig 3.4.1**) ha quindi confermato la preferenza nei confronti dei crostacei (72,22%) con a seguire molluschi (22,22%) e osteitti (5,56%).



**Fig 3.4.1** Grafico a torta rappresentante %N di *Chimaera monstrosa*

Come per i predatori precedenti, anche per *Chimaera monstrosa* è stato impostato un istogramma rappresentante i valori di %N per le singole prede (**Fig 3.4.2**).



**Fig 3.4.2** Istogramma rappresentante %N per le singole prede di *Chimaera monstrosa*

A seguire, la **Fig 3.4.3** rappresenta l'istogramma con i valori di %FO per le singole prede di *Chimaera monstrosa*.

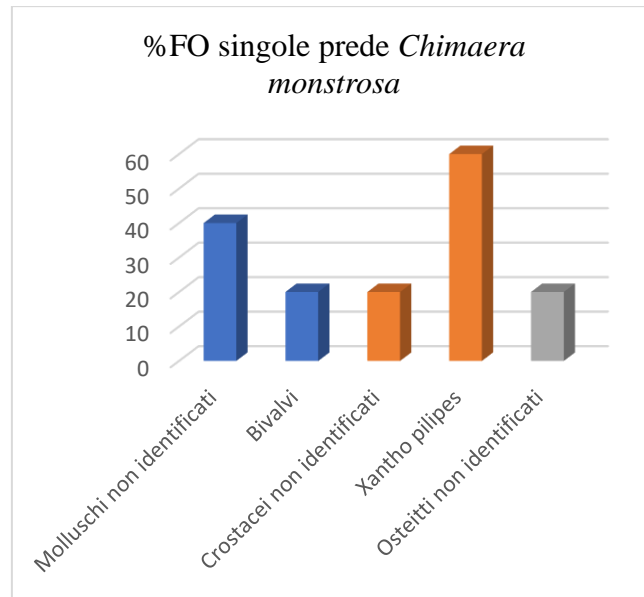


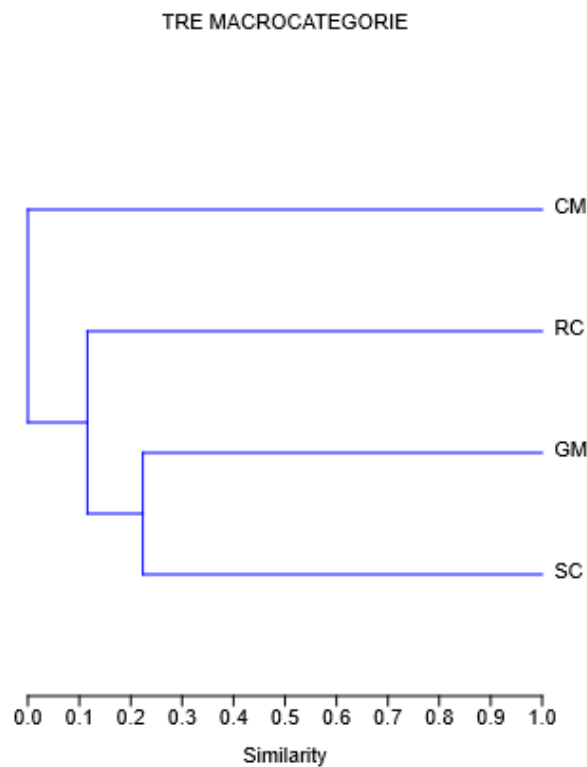
Fig 3.4.3 Istogramma rappresentante %FO per le singole prede di *Chimaera monstrosa*

### 3.5 Comparazione diete

Da un primo confronto delle %N nelle quattro specie si può notare come i molluschi rappresentino una buona componente della dieta sia in *Scyliorhinus canicula* che in *Galeus melastomus*; tuttavia, per quanto i cefalopodi occupino la fetta più grossa per il gattuccio minore, il target primario nell'alimentazione del 'boccanera' coincide con il taxon degli osteitti. La categoria dei crostacei rappresenta invece la dominanza sia per *Raja clavata* che per *Chimaera monstrosa*. Analizzando la frequenza delle prede nei vari stomaci (%FO), si può notare come la categoria dei molluschi a livello di *Scyliorhinus canicula* rappresenti anche in questo caso la fetta più grande, contrariamente alle %FO di *Galeus melastomus* in cui, nonostante in termini di numero (%N) gli osteitti siano in maggioranza, i molluschi sono stati riscontrati con maggior frequenza rispetto ai pesci ossei. Per *Raja clavata* e *Chimaera monstrosa* i crostacei rappresentano oltre che le prede più abbondanti, anche quelle più frequenti all'interno degli stomaci processati. A questo punto, tramite il software PAST, è stato possibile approfondire la comparazione delle diete grazie alla formazione di specifici cladogrammi che hanno permesso, con l'ausilio degli indici di similarità Bray-Curtis e Dice, di



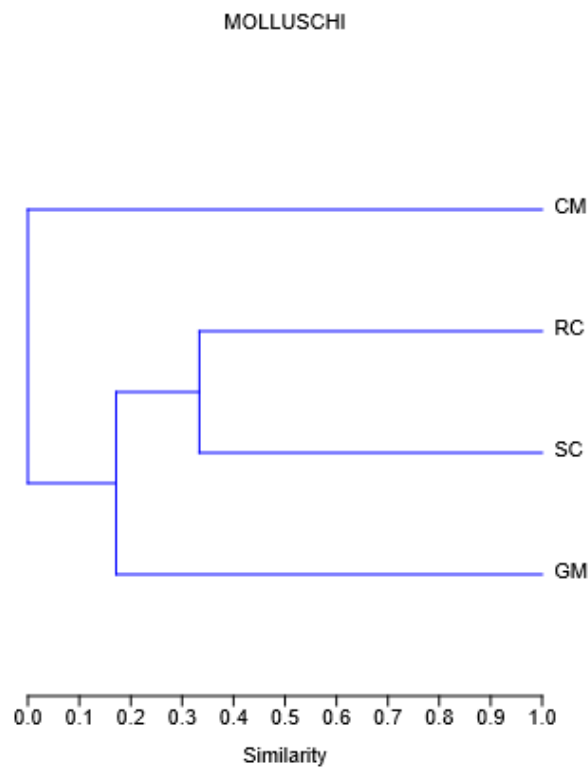
comprendere la sovrapposizione e le similarità nelle abitudini alimentari dei quattro predatori sia quantitativamente che qualitativamente. Da precisare è come tutti i cladogrammi che seguiranno sono stati elaborati senza considerare il quantitativo di prede non identificate, in quanto non utili ai fini della cluster. Sono state calcolate primariamente le tre macrocategorie di prede insieme per un confronto ed una valutazione della dieta completa, per poi passare all'analisi delle similarità nelle singole categorie (molluschi, crostacei, osteitti) a livello di specie; tutto questo prima da un punto di vista quantitativo e poi qualitativo.



**Fig 3.5.3** Cladogramma rappresentante cluster analysis quantitativa in tutte le macrocategorie di prede tra i quattro pesci cartilaginei (SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

Come è possibile notare dalla **Fig 3.5.3**, nell'analisi quantitativa della dieta generale comprendente tutte le principali macrocategorie di prede, le due specie di squalo che vanno a formare un primo cluster sono *Scyliorhinus canicula* (SC) e *Galeus melastomus* (GM) con una

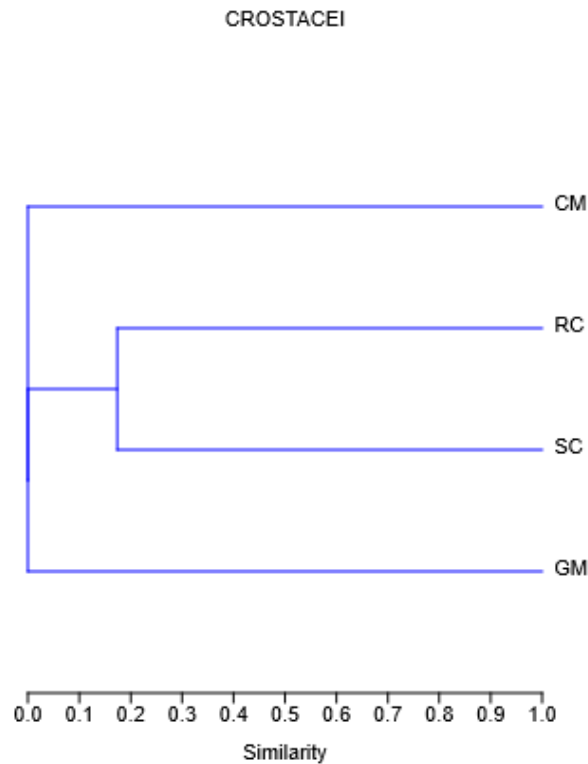
similarità piuttosto bassa, di circa 0,22; a sua volta si forma un cluster con *Raja clavata* (RC) con una similarità ancora minore, appena superiore a 0,1. L'outgroup è formato da *Chimaera monstrosa* (CM). Addentrandosi nell'analisi, specificamente per i molluschi (Fig 3.5.4), è possibile individuare anche in questo caso la presenza di due cluster notando però come il primo, nonché quello che presenta un livello di similarità maggiore (circa 0,33), sia tra *Scyliorhinus canicula* e *Raja clavata* a loro volta clusterizzati con *Galeus melastomus* (similarità inferiore a 0,2); *Chimaera monstrosa* rimane l'outgroup.



**Fig 3.5.4** Cladogramma rappresentante cluster analysis quantitativa nei molluschi tra i quattro pesci cartilaginei (SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

Per quanto riguarda i crostacei (Fig 3.5.5), lo scenario cambia per via della scarsità di decapodi ritrovati all'interno degli stomaci, ad esclusione di *Raja clavata* che rappresenta il maggior predatore di questa categoria. Ne consegue un unico cluster formatosi tra *Raja clavata* appunto

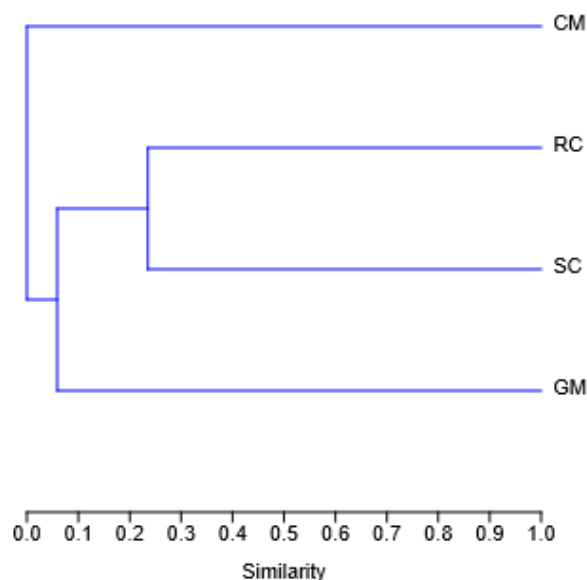
e *Scyliorhinus canicula* questo perché accomunati dalla predazione del crostaceo *Alpheus glaber*, seppur in quantitativo differente (21 per *Raja clavata* e 6 per *Scyliorhinus canicula*); il livello di similarità risulta infatti decisamente basso, inferiore a 0,2. *Galeus melastomus* e *Chimaera monstrosa* non formano alcun cluster e non a caso presentano una similarità pari a 0.



**Fig 3.5.5** Cladogramma rappresentante cluster analysis quantitativa nei crostacei tra i quattro pesci cartilaginei  
(SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

L'ultima cluster analysis quantitativa riguarda la macrocategoria dei osteitti (**Fig 3.5.6**). In questo caso tornano ad essere presenti due cluster, sempre però con livelli di similarità piuttosto bassi: il primo tra *Raja clavata* e *Scyliorhinus canicula* (similarità di circa 0,25) mentre il secondo con *Galeus melastomus* (nettamente inferiore a 0,1). Come per i precedenti cladogrammi, *Chimaera monstrosa* rappresenta l'outgroup.

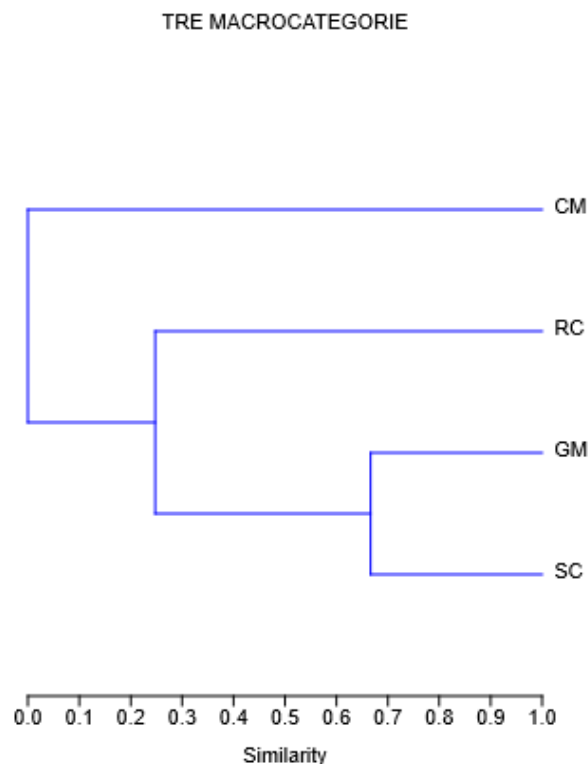
### OSTEITTI



**Fig 3.5.6** Cladogramma rappresentante cluster analysis quantitativa negli osteitti tra i quattro pesci cartilaginei  
(SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

Le cluster analysis svolte finora hanno permesso di indagare la comparazione della dieta fra i quattro predatori target dal punto di vista della quantità delle varie specie riscontrate all'interno degli stomaci processati, stimandone le similarità esistenti. Per rendere l'analisi più completa e approfondita è stato necessario produrre dei cladogrammi che si basassero non più sul quantitativo delle specie trovate ma sulla presenza/assenza delle prede stesse, comparando quindi le diete da un punto di vista qualitativo. Per farlo, è stato applicato lo stesso iter dell'analisi quantitativa precedente: prima un cladogramma comprendente le tre macrocategorie e a seguire delle cluster analysis per le categorie singole (molluschi, crostacei e osteitti). In questo caso, l'indice utilizzato nell'elaborazione è quello di Dice. L'elaborazione dell'analisi qualitativa per le tre macrocategorie di prede (**Fig 3.5.7**), mette in luce la presenza di due cluster esattamente come per l'analoga quantitativa (**Fig 3.5.3**) fra le stesse specie di

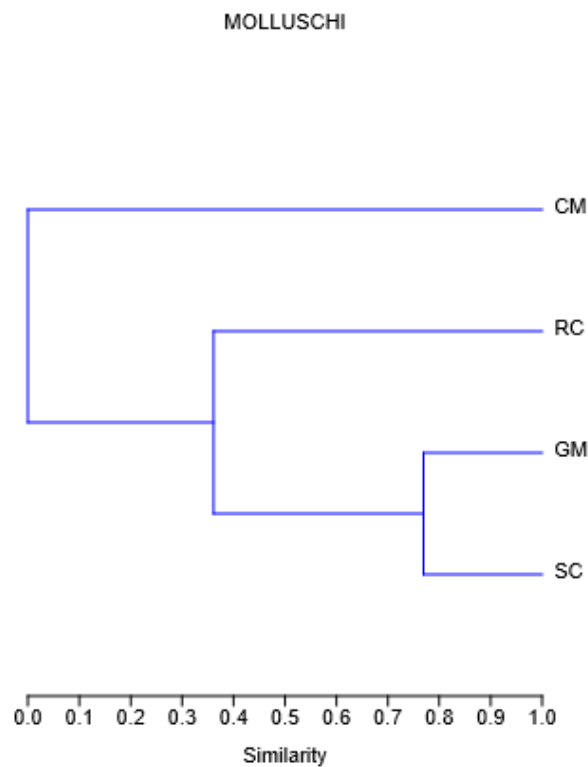
pesce cartilagineo; tuttavia i livelli di similarità risultano diversi, soprattutto per il cluster formato tra *Scyliorhinus canicula* e *Galeus melastomus* che presenta un valore di circa 0,67. Questo a dimostrazione di come, andando a prendere in considerazione la dieta nella sua totalità, ci sia una sovrapposizione piuttosto chiara nelle abitudini alimentari di questi due squali. A loro volta, il secondo cluster (con *Raja clavata*) mostra una similarità notevolmente più bassa, circa 0,25, dalla quale si ipotizza come la dieta di *Raja clavata* sia focalizzata su una categoria di prede (crostacei) diversa rispetto a quella dei predatori del primo cluster; anche dal punto di vista qualitativo *Chimaera monstrosa* rappresenterà sempre l'outgroup nell'analisi.



**Fig 3.5.7** Cladogramma rappresentante cluster analysis qualitativa in tutte le macrocategorie di prede tra i quattro pesci cartilaginei (SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

La cluster qualitativa relativa ai molluschi (**Fig 3.5.8**), inquadra in maniera specifica questa macrocategoria di prede in termini di presenza/assenza dimostrando come siano proprio i

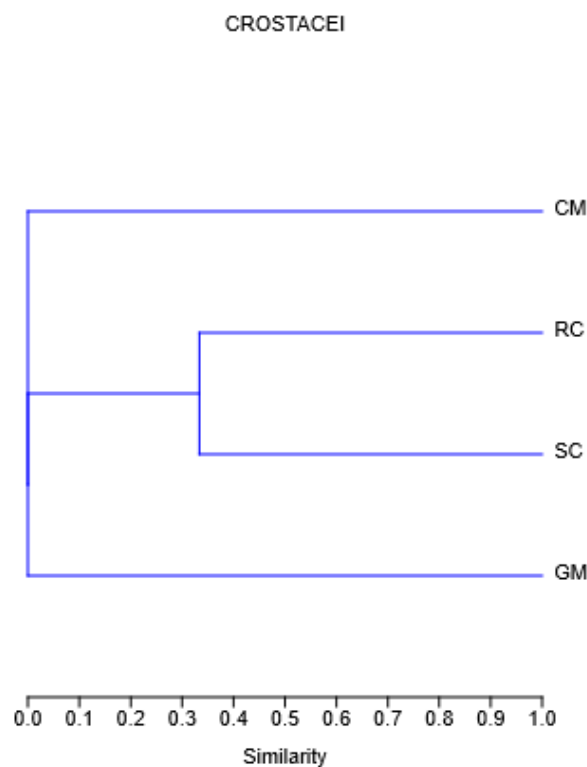
cefalopodi a coincidere con le prede più condivise a livello del primo cluster. Rispetto alla quantitativa (**Fig 3.5.4**), sono *Scyliorhinus canicula* e *Galeus melastomus* ad essere rappresentati da un livello di similarità mai riscontrato fino ad ora, di poco al di sotto di 0,8. Sono infatti diverse le specie appartenenti alla dieta di entrambi gli squali: *Heteroteuthis dispar*, *Todarodes sagittatus*, *Pyroteuthis margaritifera*, *Onychoteuthis banksii* e *Abralia veranyi*. *Raja clavata* invece, che forma il secondo cluster con una similarità di circa 0,36, condivide solo *Heteroteuthis dispar* con entrambi i gattucci e un individuo del genere *Loligo* con *Scyliorhinus canicula*.



**Fig 3.5.8** Cladogramma rappresentante cluster analysis qualitativa nei molluschi tra i quattro pesci cartilaginei (SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

Nel caso dei crostacei (**Fig 3.5.9**), il cladogramma elaborato risulta strutturato esattamente come l'analogo quantitativo (**Fig 3.5.5**) dimostrando come le uniche due specie ad essere accomunate

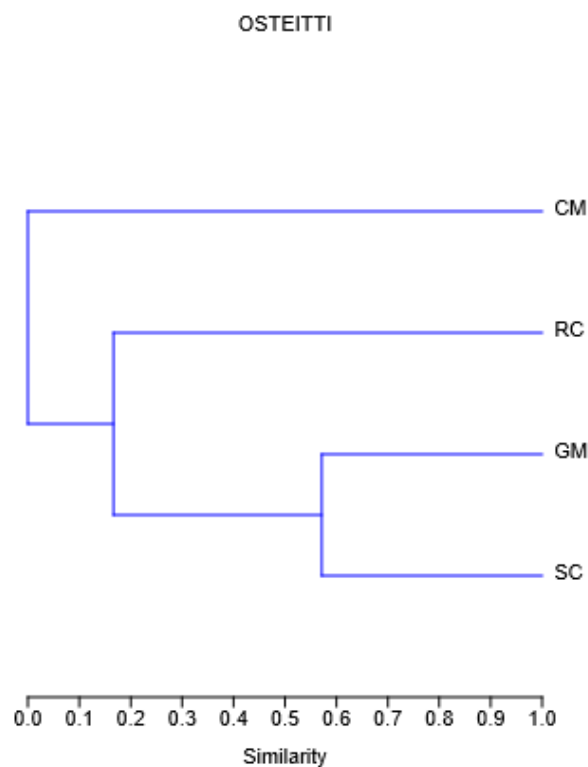
dall'alimentazione di crostacei identificati siano *Scyliorhinus canicula* e ovviamente *Raja clavata*, con un livello di similarità questa volta leggermente più elevato (circa 0,35). Ovviamente *Chimaera monstrosa* e *Galeus melastomus* rappresentano gli outgroups dell'analisi: il primo in quanto avente una dieta costituita solo dal decapode *Xantho pilipes* (non comune a nessuno degli altri predatori), il secondo poiché privo di crostacei effettivamente identificati (solo resti).



**Fig 3.5.9** Cladogramma rappresentante cluster analysis qualitativa nei crostacei tra i quattro pesci cartilaginei (SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)

L'ultimo cladogramma prodotto si focalizza sull'analisi qualitativa degli osteitti (**Fig 3.5.10**) mettendo in evidenza una struttura diversa rispetto alla quantitativa (**Fig 3.5.6**) sia a livello di specie coinvolte nei cluster che di similarità. Il cluster infatti che presenta un livello di similarità maggiore (quasi 0,6) è formato tra *Scyliorhinus canicula* e *Galeus melastomus* che a sua volta

clusterizza con *Raja clavata* ad una similarità di circa 0,17. *Scyliorhinus canicula* e *Galeus melastomus* condividono infatti due specie di osteitti, entrambi appartenenti alla famiglia Myctophidae, ovvero *Lobianchia dofleini* ed *Electrona risso* (il pesce osseo più predato dal ‘boccanera’). *Raja clavata* invece condivide solamente il Cynoglossidae *Symphurus nigrescens* con il gattuccio minore per poi differenziarsi con la predazione di due specie di sugarelli, *Trachurus trachurus* e *Trachurus mediterraneus*.



**Fig 3.5.10** Cladogramma rappresentante cluster analysis qualitativa negli osteitti tra i quattro pesci cartilaginei

(SC=*Scyliorhinus canicula*, RC=*Raja clavata*, GM=*Galeus melastomus*, CM=*Chimaera monstrosa*)



#### 4 Discussione

Lo studio della dieta mediante la metodica d'indagine dell'analisi dei contenuti stomacali ha permesso di comprendere le abitudini alimentari delle quattro specie di pesci cartilaginei oggetto dello studio derivanti da una specifica area del Mediterraneo (GSA 16). La campagna MEDITS, e in parte minore le azioni di cattura commerciale, hanno ricoperto tramite le peschate l'intero areale considerato, fornendo però esemplari raccolti in stagioni e anni diversi. Nonostante la diversa stagionalità con cui sono stati pescati i predatori attraverso le due differenti azioni di cattura, non sono però state riscontrate differenze rilevanti nelle diete degli esemplari di *Raja clavata* e *Scyliorhinus canicula* raccolti. Il dato meno solido in termini quantitativi è quello relativo a *Chimaera monstrosa* (soli 8 individui) per la quale è stato comunque possibile ipotizzare un'inclinazione alimentare improntata verso la macrocategoria dei crostacei; questo in accordo con studi effettuati sulle chimere di altre zone del Mediterraneo (Tamayo et al., 2021). Nel caso specifico degli individui derivanti dal canale di Sicilia, l'unica specie effettivamente identificata all'interno di questi pochi stomaci, esclusi resti irrilevanti di molluschi e osteitti, è stata il decapode *Xantho pilipes*, a dimostrazione delle abitudini alimentari bentoniche di *Chimera monstrosa*. Il fatto che poi questo crostaceo non fosse presente nella dieta di nessuno degli altri tre predatori studiati, giustifica la posizione in outgroup di *Chimaera monstrosa* nella cluster analysis effettuata. Tutt'altra situazione è stata invece riscontrata in *Scyliorhinus canicula*, *Galeus melastomus* e *Raja clavata*, per i quali, visto anche il numero più robusto di esemplari processati (rispettivamente 33, 73, 36), è stata possibile una comparazione della dieta più approfondita comprendente tutte le principali macrocategorie di prede, seppur in numeri (%N) e frequenze (%FO) diverse. *Scyliorhinus canicula*, è risultato il predatore con una ripartizione più omogenea delle prede tra le tre categorie. Nonostante la propensione verso molluschi cefalopodi come *Heteroteuthis dispar* (confermata sia da %N che da %FO), sono stati infatti identificati all'interno degli stomaci

anche organismi appartenenti a osteitti (26%) e crostacei (20%) quali *Symphurus nigrescens* (pesce osseo che vive in stretto contatto con fondali mobili) e *Alpheus glaber* (crostaceo decapode di fondo). Se a questo aggiungiamo il ritrovamento di otoliti appartenenti alla famiglia dei Myctophidae come *Lobianchia dofleini* ed *Electrona risso* (pesci ossei abissali in grado di praticare migrazioni verticali lungo la colonna d'acqua) possiamo affermare come le abitudini alimentari del gattuccio minore non siano relegate unicamente alla zona bentonica ma interessino in parte anche i metri di colonna d'acqua sovrastanti (Kousteni et al., 2017). I dati invece relativi a *Galeus melastomus* dimostrano come questo sia un predatore demersale opportunista sopra-bentico (D'Iglio et al., 2021), considerato predatore attivo nella mid-water e avente un ruolo chiave nel trasferimento energetico dall'ambiente pelagico a quello bentonico e viceversa. In questo caso, la dieta risulta molto più sbilanciata verso la macrocategoria dei pesci ossei (65%) rappresentata primariamente da *Electrona risso*, oltre che in parte minore da altri Myctofidae come *Lobianchia dofleini* e *Ceratoscopelus maderensis*. Inoltre, gli alti valori di Frequency Occurrence riscontrati anche per la categoria dei molluschi vanno a confermare l'abitudine alimentare non prettamente bentonica di questo predatore, la cui dieta sembra non tenere conto di crostacei specifici ma solamente di resti, riscontrati tra l'altro in un quantitativo estremamente basso. Questo particolare, in aggiunta al ritrovamento di plastica, vegetali e una specie di passeriforme, ci suggerisce una peculiarità distintiva del 'boccanera', ovvero quella di 'scavenger' (spazzino), confermandone a sua volta il carattere opportunista generalista. Per quanto riguarda *Raja clavata* abbiamo notato come, sia in termini di prede (%N) che di frequenza (%FO), la preferenza alimentare sia rappresentata da crostacei, occupanti più del 70% della dieta degli esemplari di razza processati. La predazione di decapodi in grosse quantità tra cui *Alpheus glaber*, *Parapenaeus longirostris* e *Goneplax rhomboides*, nonché il ritrovamento di organismi come policheti, gasteropodi e individui di *Symphurus nigrescens* non fanno che suggerire un comportamento predatorio di tipo bentonico.

Ovviamente, considerando la condivisione degli spazi profondi del canale di Sicilia oltre alle abitudini alimentari dei predatori considerati, è stato doveroso indagare su un possibile overlap delle diete. Dalla cluster analysis effettuata è possibile affermare come, in linea con le considerazioni fatte finora, la similarità più elevata nelle diete in generale (comprendenti quindi tutte le principali macrocategorie di prede) sia tra *Scyliorhinus canicula* e *Galeus melastomus*, sia da un punto di vista di quantità che di qualità. La similarità qualitativa è facilmente riscontrabile soprattutto a livello dei molluschi che rappresentano una categoria decisamente importante poiché predabile sia dai predatori intermedi che da quelli demersali. Non a caso, la dieta di *Scyliorhinus canicula*, inerente appunto a cefalopodi, è completamente contenuta all'interno di quella di *Galeus melastomus* condividendo ben 5 specie, fatta eccezione per un individuo del genere *Loligo* che invece accomuna il gattuccio minore a *Raja clavata*. Prede in comune come *Heteroteuthis dispar*, che vivono in grandi assembramenti, sono una risorsa per la vita al buio di esemplari che hanno abitudini più pelagiche come il 'boccanera', e in parte per specie non strettamente vincolate al fondale come *Scyliorhinus canicula*. Questa propensione pelagica di *Galeus melastomus* è ulteriormente avvalorata dall'identificazione di un elevato numero di *Abralia veranyi*, calamaro pelagico che effettua migrazioni quotidiane verticali, anch'esso riscontrato in *Scyliorhinus canicula*. In termini quantitativi il 'boccanera' risulta essere il predatore più vorace sia per molluschi che per osteitti e questo fa sì che siano *Scyliorhinus canicula* e *Raja clavata* a presentare una similarità maggiore tra loro proprio perché caratterizzati dalla predazione di un numero inferiore di specie appartenenti a queste due categorie. Per quanto concerne la categoria dei pesci ossei, la famiglia più ricorrente è quella dei Myctofidae che, seppur intuibilmente assente dalle diete di *Raja clavata* e *Chimaera monstrosa*, si ritrova in condivisione tra *Scyliorhinus canicula* e *Galeus melastomus*, ovviamente in un quantitativo nettamente superiore nel secondo in quanto probabilmente anche più adattato all'identificazione visiva della tipica bioluminescenza di tali prede. Per i crostacei

infine, lo scenario risulta essere più che chiaro in quanto la clusterizzazione sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo è riscontrabile sempre fra *Scyliorhinus canicula* e *Raja clavata* (accomunate da *Alpheus glaber*), anche se con livelli di similarità abbastanza bassi dettati come detto da una predilezione superiore da parte di *Raja clavata* nei confronti dei decapodi, che ne conferma l'abitudine alimentare prettamente bentonica.

In conclusione, la ricerca svolta ha permesso di delineare l'ecologia trofica di Condroidi di profondità a livello di un'area finora non interessata da studi di questo tipo, andando tuttavia a confermare delle abitudini alimentari già in parte evidenziate da indagini sulle stesse specie, seppur in altre zone. Una potenziale integrazione di questo studio potrebbe essere l'apporto di un numero maggiore di esemplari derivanti da azione di cattura commerciale a livello della zona di interesse. Questo permetterebbe di lavorare su un numero più consistente di individui per ciascuna specie e quindi di indagare se effettivamente una diversa stagionalità delle catture possa andare ad influenzare la dieta di questi pesci cartilaginei.

## 5 Bibliografia

1. Brodeur RD, Smith BE, McBride RS, Heintz R, Farley E. New perspectives on the feeding ecology and trophic dynamics of fishes. *Environ Biol Fish.* 2017;100(4):293-297. doi:10.1007/s10641-017-0594-1
2. Hayden B, Palomares MLD, Smith BE, Poelen JH. Biological and environmental drivers of trophic ecology in marine fishes - a global perspective. *Sci Rep.* 2019;9(1):11415. doi:10.1038/s41598-019-47618-2
3. Albo-Puigserver M, Navarro J, Coll M, Aguzzi J, Cardona L, Sáez-Liante R. Feeding ecology and trophic position of three sympatric demersal chondrichthyans in the northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series.* 2015;524:255-268. doi:10.3354/meps11188
4. Navarro J, Coll M, Preminger M, Palomera I. Feeding ecology and trophic position of a Mediterranean endemic ray: consistency between sexes, maturity stages and seasons. *Environ Biol Fish.* 2013;96(12):1315-1328. doi:10.1007/s10641-013-0109-7
5. Ramírez-Amaro S, Ordines F, Terrasa B, et al. Demersal chondrichthyans in the western Mediterranean: assemblages and biological parameters of their main species. *Mar Freshwater Res.* 2015;67(5):636-652. doi:10.1071/MF15093
6. Peristeraki P, Tserpes G, Kavadas S, Kallianiotis A, Stergiou KI. The effect of bottom trawl fishery on biomass variations of demersal chondrichthyes in the eastern Mediterranean. *Fisheries Research.* 2020;221:105367. doi:10.1016/j.fishres.2019.105367
7. Ricci P, Sion L, Capezzuto F, et al. Modelling the trophic roles of the demersal Chondrichthyes in the Northern Ionian Sea (Central Mediterranean Sea). *Ecological Modelling.* 2021;444:109468. doi:10.1016/j.ecolmodel.2021.109468
8. Riesgo L, Baldó F, Varela JL. Living together, feeding apart. Trophic ecology of three demersal sharks in the north-east Atlantic. Published online 2021. Accessed May 14, 2024. <https://digital.csic.es/handle/10261/325541>
9. Pethybridge H, Daley RK, Nichols PD. Diet of demersal sharks and chimaeras inferred by fatty acid profiles and stomach content analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 2011;409(1):290-299. doi:10.1016/j.jembe.2011.09.009
10. Poiesz SSH, van Elderen T, Witte JIJ, van der Veer HW. Historical trophic ecology of some divergent shark and skate species in the Dutch coastal North Sea zone. *Mar Biol.* 2021;168(11):165. doi:10.1007/s00227-021-03974-0
11. Di Lorenzo M, Sinerchia M, Colloca F. The North sector of the Strait of Sicily: a priority area for conservation in the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia.* 2018;821(1):235-253. doi:10.1007/s10750-017-3389-7
12. Consoli P, Esposito V, Battaglia P, et al. Fish Distribution and Habitat Complexity on Banks of the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea) from Remotely-Operated Vehicle (ROV) Explorations. *PLOS ONE.* 2016;11(12):e0167809. doi:10.1371/journal.pone.0167809

13. Maisey JG. What is an 'elasmobranch'? The impact of palaeontology in understanding elasmobranch phylogeny and evolution. *Journal of Fish Biology*. 2012;80(5):918-951. doi:10.1111/j.1095-8649.2012.03245.x
14. Ebert DA, Compagno LJV. Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). In: Ebert DA, Sulikowski JA, eds. *Biology of Skates*. Springer Netherlands; 2009:5-18. doi:10.1007/978-1-4020-9703-4\_2
15. Lisney TJ. A review of the sensory biology of chimaeroid fishes (Chondrichthyes; Holocephali). *Rev Fish Biol Fisheries*. 2010;20(4):571-590. doi:10.1007/s11160-010-9162-x
16. Sims D, Nash J, Morritt D. Movements and activity of male and female dogfish in a tidal sea lough: alternative behavioural strategies and apparent sexual segregation. *Marine Biology*. 2001;139(6):1165-1175. doi:10.1007/s002270100666
17. Ellis JR, Shackley SE. The reproductive biology of *Scyliorhinus canicula* in the Bristol Channel, U.K. *Journal of Fish Biology*. 1997;51(2):361-372. doi:10.1111/j.1095-8649.1997.tb01672.x
18. Jones EG, Tselepides A, Bagley PM, Collins MA, Priede IG. Bathymetric distribution of some benthic and benthopelagic species attracted to baited cameras and traps in the deep eastern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*. 2003;251:75-86. doi:10.3354/meps251075
19. Bertrand JA, Sola LG de, Papaconstantinou C, Relini G, Souplet A. The general specifications of the MEDITS surveys. *Scientia Marina*. 2002;66(S2):9-17. doi:10.3989/scimar.2002.66s29
20. Spedicato MT, Massutí E, Mérigot B, Tserpes G, Jadaud A, Relini G. The MEDITS trawl survey specifications in an ecosystem approach to fishery management. *Scientia Marina*. 2019;83(S1):9-20. doi:10.3989/scimar.04915.11X
21. Popper AN, Lu Z. Structure–function relationships in fish otolith organs. *Fisheries Research*. 2000;46(1-3):15-25. doi:10.1016/S0165-7836(00)00129-6
22. Murie DJ, Lavigne DM. A Technique for the Recovery of Otoliths from Stomach Contents of Piscivorous Pinnipeds. *The Journal of Wildlife Management*. 1985;49(4):910-912. doi:10.2307/3801368
23. Nolf D. A Survey of Perciform Otoliths and their Interest for Phylogenetic Analysis, with an Iconographic Synopsis of the Percoidei. *Bulletin of Marine Science*. 1993;52(1):220-239.
24. Xavier JC, Phillips RA, Cherel Y. Cephalopods in marine predator diet assessments: why identifying upper and lower beaks is important. *ICES Journal of Marine Science*. 2011;68(9):1857-1864. doi:10.1093/icesjms/fsr103
25. Buckland A, Baker R, Loneragan N, Sheaves M. Standardising fish stomach content analysis: The importance of prey condition. *Fisheries Research*. 2017;196:126-140. doi:10.1016/j.fishres.2017.08.003

26. Tamayo M, Barría C, Coll M, Navarro J. Highly specialized feeding habits of the rabbitfish *Chimaera monstrosa* in the deep sea ecosystem of the northwestern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*. 2021;37(6):868-874. doi:10.1111/jai.14241
27. Kousteni V, Karachle PK, Megalofonou P. Diet of the small-spotted catshark *Scyliorhinus canicula* in the Aegean Sea (eastern Mediterranean). *Marine Biology Research*. 2017;13(2):161-173. doi:10.1080/17451000.2016.1239019
28. D'Iglio C, Savoca S, Rinelli P, Spanò N, Capillo G. Diet of the Deep-Sea Shark *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810, in the Mediterranean Sea: What We Know and What We Should Know. *Sustainability*. 2021;13(7):3962. doi:10.3390/su13073962