



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**FACOLTÀ DI SCIENZE MM. FF. NN.**

LAUREA DI PRIMO LIVELLO IN BIOLOGIA  
CURRICULUM BIOLOGIA GENERALE

**ELABORATO DI LAUREA:**

**STUDIO MEDIANTE MICROSCOPIA ELETTRONICA A  
SCANSIONE DEL LABBRO DEI GEOPHILOMORPHA**

**Tutor:** Alessandro Minelli  
- Dipartimento di Biologia -

**Laureanda:** Giulia Quartulli

**Anno Accademico 2007/2008**



**Ai miei nonni,  
che dal cielo mi proteggono.**

# INDICE

<b>Premessa</b>	<b>Pag. 6</b>
<b>1. Introduzione</b>	<b>Pag. 7</b>
1.1 Chilopoda	Pag. 7
1.2 Ordine Geophilomorpha	Pag. 8
1.3 Morfologia generale del labbro dei Geophilomorpha	Pag. 9
<b>2. Materiali e Metodi</b>	<b>Pag. 10</b>
2.1 Preparazione delle capsule cefaliche per l'osservazione al SEM	Pag. 10
2.1.1 Scelta degli esemplari da analizzare	Pag. 10
2.1.2 Preparazione delle capsule cefaliche	Pag. 10
2.1.3 Sonicatura e disidratazione delle capsule cefaliche	Pag. 11
2.1.4 Montaggio delle capsule cefaliche sui supporti per il SEM	Pag. 11
2.1.5 Doratura e osservazione al SEM	Pag. 11
2.2 Correzione scale di misurazione delle micrografie	Pag. 13
2.3 Scelta della nomenclatura da utilizzare nelle descrizioni del labbro	Pag. 14
2.4 Ricostruzione dei caratteri ancestrali	Pag. 14
<b>3. Risultati</b>	<b>Pag. 17</b>
3.1 Descrizione del labbro nelle singole specie	Pag. 17
3.2 Dati morfometrici rilevati	Pag. 37
<b>Discussione</b>	<b>Pag. 41</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>Pag. 48</b>
<b>Appendice I: Protocollo per la preparazione di capsule cefaliche di Geofilomorfi per il SEM</b>	<b>Pag. 50</b>
<b>Appendice II: Protocollo per l'utilizzo del SEM</b>	<b>Pag. 53</b>



## **PREMESSA**

Obiettivo del tirocinio da me svolto è stato lo studio, mediante l'utilizzo del microscopio elettronico a scansione, della morfologia del labbro dei Chilopodi Geofilomorfi.

In letteratura ci sono poche e incomplete descrizioni della morfologia del labbro di questi artropodi, perché difficile da descrivere correttamente mediante il solo microscopio ottico.

L'obiettivo del mio lavoro è stato quello di osservare e documentare la morfologia del labbro di più specie, rappresentative di quasi tutte le famiglie oggi riconosciute nell'ambito dei Geofilomorfi. Inoltre, mediante un'analisi comparativa della morfologia del labbro, ho potuto documentare i caratteri conservati e i caratteri soggetti a maggiore diversificazione evolutiva.

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Chilopoda

I Chilopoda rappresentano una classe di Artropodi predatori, i cui membri, comunemente noti sotto il nome di centopiedi, presentano un elevato numero di paia di zampe (con un valore, sempre dispari, compreso fra 15 e 191 negli adulti). Gli adulti delle specie delle regioni temperate hanno una lunghezza che può andare da valori al di sotto del centimetro o fino a valori oltre i 10 cm, mentre si arriva fino a 25 cm in qualche specie tropicale. Il colore è più spesso compreso nelle tonalità del giallo o del bruno rossiccio ma a volte può essere appariscente, specie nelle forme tropicali, con colori e disegni che includono il rosso, il nero, l'arancione, il verde, il violetto.

Il corpo è coperto da una cuticola, secreta dalle cellule epidermiche, che forma degli scleriti relativamente rigidi, separati da membrane artrodiali flessibili. La cuticola è periodicamente rinnovata tramite il processo di muta.

La regione anteriore del corpo è rappresentata da un capo ben differenziato che presenta un paio di antenne, un paio di mandibole e un complesso mascellare che include le prime e le seconde mascelle.

Le appendici del primo segmento del tronco sono modificate in forcipule, pinze velenifere usate per afferrare le prede.

L'apertura genitale si trova, in entrambi i sessi, nella regione posteriore del corpo, per tale motivo questi animali sono definiti opistogonati (Lewis, 1981).

I Chilopodi si possono distinguere in:

- **Chilopodi con sviluppo anamorfico:** chilopodi in cui dall'uovo esce una "larva" con un numero di segmenti e di paia di zampe inferiore a quello definitivo, che verrà raggiunto solo attraverso una serie di mute. Le uova non vengono incubate dalla madre, tranne che nel piccolo ordine dei Craterostigmomorpha. Oltre a quest'ultimo, sono anamorfi anche gli ordini Lithobiomorpha e Scutigromorpha.

- **Chilopodi con sviluppo epimorfico:** chilopodi in cui dall'uovo esce un "giovane" con il numero definitivo di segmenti e di paia di zampe. Le uova vengono incubate dalla madre. Sono epimorfi i rappresentanti degli ordini Geophilomorpha e Scolopendromorpha.

## 1.2 Ordine Geophilomorpha

I Geofilomorfi sono chilopodi dal corpo relativamente molto allungato, con 27-191 paia di zampe.

La capsula cefalica è appiattita, di forma lenticolare, rettangolare e più o meno allungata. Su di essa si inserisce anteriormente un paio d'antenne di 14 articoli. La parte anteriore della faccia ventrale della capsula cefalica è occupata dal clipeo, largo e ampio, il cui margine inferiore è più o meno distinto a formare il cosiddetto "labbro". Più indietro, si inseriscono le appendici boccali. Queste comprendono un paio di mandibole, un paio di prime mascelle e un paio di seconde mascelle. Le mandibole sono molto piccole e con margine di forma diversa nelle diverse famiglie. Le prime mascelle, provviste di un coxosternite talvolta diviso medialmente, presentano una coppia di telopoditi e una coppia di proiezioni coxali e talvolta due paia di palpi mascellari. Le seconde mascelle presentano un coxosternite a volte non diviso, due telopoditi formati da tre segmenti (quattro in *Macronicophilus*), l'ultimo dei quali è a volte dotato di un'unghia, generalmente lunga e appuntita, a volte provvista di frange o di punte secondarie. Presso il bordo posteriore del coxosternite vi sono pori metamerici, aperture delle ghiandole coxali delle mascelle seconde.

Ciascuno dei segmenti del tronco è coperto da due scleriti dorsali (pretergite e metatergite) e da uno sclerite ventrale principale (sternite); su quest'ultimo si aprono di regola gruppi di pori (sbocchi di ghiandole unicellulari). Tergiti e sterniti sono connessi dalla membrana pleurale sulla quale sono differenziati altri piccoli scleriti (pleuriti), che nei Geofilomorfi sono particolarmente sviluppati.

Le zampe sono formate da sei segmenti: coxa (che s'inserisce nel tronco in posizione latero-ventrale), trocantere, prefemore, femore, tibia e tarso e terminano con un'unghia apicale. L'ultimo segmento pedifero del tronco vede l'assenza di pleuriti distinti e presenta di regola un numero vario di pori coxali, alcuni aperti in fossette lungo lo sternite o il tergite e a volte nascosti. Le zampe dell'ultimo paio sono talvolta gonfie, soprattutto nei maschi, con una grande densità di setole centralmente; l'unghia terminale è spesso rudimentale o assente.

La regione genitale, coperta dorsalmente dal largo tergite di un segmento intermedio, nelle femmine presenta uno sternite del segmento intermedio molto stretto, seguito dal primo segmento genitale fuso ai pleuriti e allungato in un'appendice non segmentata, oppure presenta un paio di gonopodi articolati e



distinti, mentre l'apertura genitale si trova sul secondo segmento genitale; nei maschi la regione genitale ha pleuriti distinti rispetto al primo segmento genitale, che presenta un paio di gonopodi articolati. Infine vi è il telson, che consiste di un piccolo tergite, sotto il quale vi è un paio di valve anali (Lewis, 1981).

### 1.3 Morfologia del labbro dei Geophilomorpha



Figura 1: Labbro di *Strigamia crassipes*, disegnato osservando le micrografie acquisite.



Figura 2: Labbro di *Pachymerium ferrugineum*, disegnato osservando le micrografie acquisite.

In letteratura ci sono poche e incomplete descrizioni della morfologia del cosiddetto “labbro”. Questo è descritto, nei Geophilomorpha, come una struttura che delimita anteriormente l'apertura boccale, la quale si apre nella capsula cefalica in posizione ventrale. Il labbro non è che un'espansione o il margine inferiore più o meno distinto del clipeo, si sviluppa posteriormente al clipeo con una transizione graduale o una separazione netta (Verhoeff, 1902-1925; Attems, 1926; Brolemann, 1930). Generalmente il labbro è stato descritto come formato da tre pezzi, uno mediano e due laterali, talvolta uniti in una banda trasversale, in alcuni casi con la presenza di una rientranza mediana. Il pezzo mediano spesso è più stretto, in forma di banda longitudinale o a forma d'arco e, come i pezzi laterali, può presentare denti, tubercoli o fimbrie (Latzel, 1880; Verhoeff, 1902-1925; Brolemann, 1930). Lateralmente al labbro vi è un paio di apodemi chitinosi, che costituiscono i rami anteriori dei fulcri (a forma di T), mentre i rami posteriori sono rivolti posteriormente e i rami esterni sono connessi ai pleuriti cefalici (vedi Figura 1 e Figura 2). Il labbro delimita anteriormente la cavità faringea, dove è situata l'epifaringe, che forma il tetto della cavità boccale. L'epifaringe presenta morfologia molto diversa nelle diverse famiglie di Geofilomorfi, con variazioni anche tra le singole specie (Verhoeff, 1902-1925; Attems, 1926). La struttura dell'epifaringe è stata raramente descritta in letteratura.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Preparazione delle capsule cefaliche per l'osservazione al SEM

#### 2.1.1 Scelta degli esemplari da analizzare

Sono state studiate 17 specie, rappresentative della maggior parte delle famiglie dell'ordine Geophilomorpha. Per la tassonomia e i nomi delle specie ho fatto riferimento al catalogo mondiale "Chilobase" (Minelli, 2006). Per ognuna di queste specie sono stati analizzati da uno a quattro esemplari, sia per verificare la costanza, all'interno della specie delle caratteristiche osservate, sia perché alcuni esemplari non sono stati preparati in modo ottimale e si rendevano così necessarie delle repliche. Gli esemplari usati facevano parte della collezione del Prof. Minelli e del Dott. Bonato ed erano conservati in etanolo 70% in acqua. La scelta è stata effettuata mediante i seguenti criteri:

- usare per quanto possibile esemplari di sesso femminile, per escludere possibili componenti differenziali dovute al sesso
- usare esemplari adulti, perché anche l'età influisce sulla morfologia delle strutture del labbro (es.: in *Strigamia crassipes* con l'accrescimento dell'animale si riduce la distanza tra i denti del labbro; Koren, 1986)
- usare esemplari raccolti in tempi il più possibile recenti, perché la conservazione in etanolo 70% può indurre un collasso o ripiegamento del tegumento con una modificazione della morfologia del clipeo e del labbro

Gli esemplari scelti sono elencati nella [Tabella 1](#).

#### 2.1.2 Preparazione delle capsule cefaliche

Le capsule cefaliche degli esemplari scelti sono state preparate, mediante dissezione, dal Dott. Bonato, secondo il protocollo in Appendice. In particolare sono state tolte le mascelle e, per quanto possibile, le mandibole, per rendere visibile il labbro. Successivamente, le capsule cefaliche sono state ripulite, vicino al labbro, da residui di muscolatura e osservate al microscopio ottico, per avere una visione generale della struttura del labbro e quindi per valutare, in seguito, se durante il trattamento per il SEM la morfologia avesse subito modificazioni.

Ciascuna capsula cefalica è stata inserita in un'eppendorf, in etanolo 70% in Acqua distillata ed è stata quindi sottoposta a sonicatura.

### **2.1.3 Sonicatura e disidratazione delle capsule cefaliche**

Il sonicatore utilizzato è il LABSONIC U della B.Braun, del Dipartimento di Biologia. Si tratta di uno strumento in grado di generare e di far propagare in un liquido onde ultrasoniche ad alta intensità producendo il fenomeno della cavitazione, ossia la formazione di piccole bolle che, in seguito, implodono con un notevole e improvviso cambiamento della temperatura e della pressione nella zona interessata. Io ho usato il sonicatore per staccare ed eliminare particelle di sporozoa attaccate agli esemplari prescelti per l'esame al SEM. Allo scopo, ho sottoposto ogni campione a quattro impulsi, pari a circa 5s di esposizione agli ultrasuoni.

Una volta effettuata la sonicatura ho effettuato la disidratazione con passaggi graduali in etanolo 70%-80%-90%-100% in acqua distillata, con i tempi e le modalità previsti dal protocollo riportato in Appendice. Per completare la disidratazione, le capsule cefaliche sono state trattate con esametildisilazano, le cui modalità di utilizzo sono descritte in Appendice.

I tempi di disidratazione alle varie concentrazioni di etanolo sono stati modificati in base alla grandezza delle capsule cefaliche, che hanno avuto bisogno di tempi diversi per una disidratazione completa e sono stati modificati anche i tempi di esposizione agli ultrasuoni in base alla sporozoa del preparato. I tempi di disidratazione con l'esametildisilazano sono stati ridotti gradualmente allo scopo di evitare modificazioni della morfologia originaria delle capsule cefaliche (raggrinzimento o ripiegamento). Inoltre, per alcuni preparati, dopo il primo passaggio in etanolo 100%, è stato necessario eseguire lavaggi in xilolo, per eliminare eventuali sostanze grasse depositate sul tegumento.

### **2.1.4 Montaggio delle capsule cefaliche sui supporti per il SEM**

Una volta disidratate del tutto, le capsule cefaliche sono state montate sui supporti d'acciaio per il SEM, con modalità descritte nel protocollo in Appendice.

### **2.1.5 Doratura e osservazione al SEM**

I preparati, una volta montati sui supporti, sono stati dorati mediante:

- Sputter Coater S150-B (Edwards) (Dipartimento di Biologia).
- Sputter Coater S150-A (Edwards) (CUGAS, Centro Universitario Grandi Apparecchiature Scientifiche).

Per l'osservazione sono stati utilizzati i microscopi elettronici a scansione: Stereoscan 260 (Cambridge Instruments Ltd) (Dipartimento di Biologia) e Jed JSM-6490 (Jeol) (CUGAS). Sono state effettuate micrografie a vari ingrandimenti prima inquadrando l'intero preparato e, in seguito, restringendo l'attenzione a particolari d'interesse.

famiglia	genere	specie	authorship	data di raccolta	località	legiti	codice	codice originale	procedura di preparazione	SEM usato per l'osservazione
Dignathodontidae	<i>Dignathodon</i>	<i>microcephalus</i>	(Lucas, 1846)	24/03/1968	Emilia Romagna: Bologna, Marzabotto	Minelli	G0	FT 61	sonicatora tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Dignathodontidae	<i>Dignathodon</i>	<i>microcephalus</i>	(Lucas, 1846)	13/10/1985	Liguria: Genova	Gardini	G 24	FT60	sonicatora tre volte, xilolo 10' per due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Dignathodontidae	<i>Henia</i>	<i>bicarinata</i>	(Meinert, 1870)	24/30/12/1994	Isole Canarie: Tenerife, Adeje, Playa Paradiso	Gasparo	G 16		sonicatora tre volte, xilolo 10', Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Dignathodontidae	<i>Henia</i>	cf. <i>vesiviana</i>	(Newport, 1845)	01/12/2002	Prealpi venete: Monfenera, vicino chiesa di San Sebastiano	Bonato	G 12	177	sonicatora tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Dignathodontidae	<i>Henia</i>	cf. <i>vesiviana</i>	(Newport, 1845)	21/08/2005	Appennini: Valle del Bidente di Celle vicino Fonte di Fossacupa	Bonato	G 20	269	sonicatora tre volte, xilolo 10' per due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Geophilidae	<i>Clinopodes</i>	<i>flavidus</i>	C. L. Koch, 1847	28/09/2007	Salento: Lecce	Uliana	G9	591	sonicatora tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Geophilidae	<i>Geophilus</i>	<i>alpinus</i>	Meinert, 1870	2006	Val Meledrio: Malga Centonia-Malga Scala	Bonato	G4	497	sonicatora due volte, Emt-EtOH 1:1 7', Emt 100% 10'	A
Geophilidae	<i>Geophilus</i>	<i>alpinus</i>	Meinert, 1870	04/08/2006	Alpi venete: Vallesinella	Bonato	G 10	500	Sonicatora tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Geophilidae	<i>Pachymerium</i>	<i>ferrugineum</i>	(C. L. Koch, 1835)	28/09/2007	Salento: tra Frigole e Lecce	Bonato	G8	587	sonicatora tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Geophilidae	<i>Pachymerium</i>	<i>ferrugineum</i>	(C. L. Koch, 1835)	03/01/2007	Corsica: Agriate, Punta di Paraghia, vicino Ostriconi	Bonato	G 11	528	sonicatora tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Geophilidae	<i>Pleurogeophilus</i>	<i>mediterraneus</i>	(Meinert, 1870)	25/07/2004	Prealpi venete: Rocca vicino Lago del Corlo	Bonato	G 15	182	sonicatora tre volte, xilolo 10', Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Geophilidae	<i>Stenotaenia</i>	<i>linearis</i> *	(C. L. Koch, 1835)	08/10/1978	Lessini: Cologna Veneta	Gioco	G 23	LB9	sonicatora tre volte, xilolo 10' per due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Himantariidae	<i>Himantarium</i>	<i>gabrielis</i> °	(Linnaeus, 1767)	02/11/2007	Appennino Umbro-Marchigiano: vicino isola Fossara	Bonato	G 21	600	sonicatora tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Himantariidae	<i>Stigmatogaster</i>	<i>gracilis</i>	(Meinert, 1870)	1986	Sardegna: is. S. Stefano	Tonon	G2	12x1	sonicatora due volte, Emt-EtOH 70% 1:1 7', Emt 100% 10'	A
Himantariidae	<i>Stigmatogaster</i>	<i>gracilis</i>	(Meinert, 1870)	18/09/1968	Veneto: Treviso	Minelli	G 19	32	sonicatora tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Himantariidae	<i>Stigmatogaster</i>	<i>gracilis</i>	(Meinert, 1870)	22/07/1979	Appennino Ligure: Capanna di Cosola	Torchia Torti Gardini	G6	71	sonicatora tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Himantariidae	<i>Stigmatogaster</i>	<i>gracilis</i>	(Meinert, 1870)	13/11/1986	Sardegna: is. Razzoli	Tonon	G 25		sonicatora tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Linotaeniidae	<i>Strigamia</i>	<i>crassipes</i>	(C. L. Koch, 1835)	17/08/2000	Nago: Monte Altissimo	Bonato	G 14	477	Sonicatora tre volte, xilolo 10', Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Linotaeniidae	<i>Strigamia</i>	<i>crassipes</i>	(C. L. Koch, 1835)	2006	Cima Agnelezze-Cima Vallon Scuro	Bonato	G1	509	sonicatora due volte, Emt-EtOH 1:1 7', Emt 100% 10'	A
Mecistocephalidae	<i>Arrup</i>	<i>kyushuensis</i>	Uliana, Bonato & Minelli, 2007	24/04/1989	Giappone: Mt. Kyogatake Kashima shi, Saga Prefecture	Nomura	G 18		sonicatora tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Mecistocephalidae	<i>Tygarup</i>	cf. <i>nepalensis</i>	Shinohara, 1965	26/4/1/5/1988	Nepal: Teplejung Distr. Yamputhin	Martens Schawaller	G 13	351	sonicatora tre volte, xilolo 10', Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A

Oryidae	<i>Orya</i>	<i>barbarica</i>	(Gervais, 1835)	14/04/1969	Tunisia	Alicata	G7		sonicatura tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Schendylidae	<i>Nannophilus</i>	<i>eximius</i>	(Meinert, 1870)	16/03/1985	Gomera: Eremita de Las Nives	Vigna	G22		sonicatura tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Schendylidae	<i>Nannophilus</i>	<i>eximius</i>	(Meinert, 1870)	07/11/1972	Madeira: Porta Delgada	Walden	G26		sonicatura tre volte, xilolo 10' due volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	B
Schendylidae	<i>Schendyla</i>	cf. <i>carniolensis</i>	Verhoeff, 1902	09/07/2006	Alpi Orientali: Longrona, M.Siera vicino Saggada-Pian dei Nidi	Bonato	G5		sonicatura tre volte, Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A
Schendylidae	<i>Schendyla</i>	<i>nemorensis</i>	(C. L. Koch, 1837)	1980	Emilia Romagna: Comacchio, Bosco della Mesola	Minelli	G3	9/S.N	sonicatura due volte, Emt-EtOH 70% 1:1 7', Emt 100% 10'	A
Schendylidae	<i>Schendyla</i>	<i>nemorensis</i>	(C. L. Koch, 1837)	30/07/1980	Emilia Romagna: Monte Valestra	Gardini Zoia	G17		sonicatura tre volte, xilolo 10', Emt-EtOH 1:1 3-4', Emt 100% 5'	A

**Tabella 1:** Esemplari utilizzati. Note: gli esemplari sono stati ordinati seguendo l'ordine alfabetico del nome delle famiglie, del genere e della specie; \*per *Stenotaenia linearis* è stato utilizzato un esemplare maschio; °per *Himantarium gabrielis* è stato usato un esemplare conservato in etanolo 100% in acqua; abbreviazioni: Etm = esametildisilazano, EtOH = etanolo 100% in acqua distillata, A = Stereoscan 260 della Cambridge Instruments Ltd (Dipartimento di Biologia), B = Jed JSM-6490 del Jeol (CUGAS).

## 2.2 Correzione scale di misurazione delle micrografie

Durante le varie prove si è notato che le scale di misurazione fornite dallo Stereoscan 260 (Cambridge Instruments Ltd) (del Dipartimento di Biologia) non erano corrette. Per tale motivo sono state fatte delle micrografie dello stesso esemplare anche con il Jed JSM-6490 (Jeol) (del CUGAS), dove la taratura delle scale era stata effettuata di recente e quindi le scale erano attendibili. Per la correzione è stata misurata la larghezza del clipeo (in mm) in una micrografia con la scala corretta e in una micrografia dello stesso esemplare (in questo caso *Strigamia crassipes*, campione G14), ma con la scala errata:

- micrografia con la scala corretta: se la barra di scala è 19,107 mm per 200 µm del preparato, il clipeo è largo 41,688 mm che corrispondono a 436,47 µm;
- micrografia con la scala errata: con una barra di 62,009 mm per 200 µm, il clipeo è largo 120,187 mm che corrisponderebbero a 387,64 µm.

A partire dallo scarto d'errore, cioè dalla differenza tra i due valori ottenuti (436,47 µm - 387,64 µm = 48,83 µm) ho calcolato l'errore in percentuale: (48,83 µm / 387,64 µm) \* 100 = 12,6% di errore.

Una volta trovato l'errore è stato possibile correggere le misure mediante la formula (Valore misurato in µm \* 12,6%) / 100 e sommando il valore ottenuto al valore scorretto misurato in µm. Mediante tale metodo e con l'uso del programma

CorelDRAW 11 è stato possibile modificare e correggere tutte le micrografie con la scala sbagliata.

### **2.3 Scelta della nomenclatura da utilizzare nelle descrizioni del labbro**

Mediante il controllo delle principali pubblicazioni dedicate alla morfologia dei Chilopoda (Geophilomorpha in particolare), ho identificato i termini specifici utilizzati dai maggiori autori per le varie regioni del labbro e per le strutture ad esso connesse. Ho raccolto questi termini in due tabelle (Tabella 2 e Tabella 3), per poterli confrontare e utilizzare nella scelta, da me effettuata, della terminologia da adottare nelle descrizioni della struttura del labbro, nelle specie da me analizzate (vedere Figura 3, Figura 4, Figura 5). Una scelta di termini da adottare è stata necessaria a causa della mancanza di testi italiani sull'argomento e, quindi, di termini italiani specifici per descrivere le regioni del labbro. La scelta è stata effettuata mediante i seguenti criteri:

- usare i termini maggiormente utilizzati nelle pubblicazioni dai vari autori
- usare i termini che fanno riferimento soprattutto alla forma delle varie regioni del labbro descritte

Tra i termini utilizzati per la descrizione delle protuberanze è stato scelto “dente” per le protuberanze appuntite, “tubercolo” quando la punta è arrotondata e “fimbrie” quando le protuberanze sono allungate e sfrangiate a livello terminale. Lo scuto odontoforo si differenzia da quello pettinato per la presenza di un solo prolungamento, che può essere più o meno appuntito. Inoltre per le varie strutture del labbro è stato usato il termine “pezzo” (o “arco”, per le famiglie Himantariidae e Schendylidae), anche se non sempre queste strutture sono nettamente separate tra loro.

### **2.4 Ricostruzione dei caratteri ancestrali**

Considerando gli alberi filogenetici proposti da Edgecombe & Giribet (2007), Edgecombe & Koch (2005) e Bonato et al. (2003), usando le specie da me osservate e quelle analizzate da Edgecombe & Koch (2005), ho effettuato una ricostruzione dei caratteri ancestrali principali del labbro e dell'epifaringe, secondo il principio della massima parsimonia.

nomenclatura scelta	sigla	Latzel, 1880	Haase, 1887	Verhoeff, 1902-1925	Attems, 1926, 1929	Brolemann, 1912, 1930	Turk, 1955	Eason, 1964	Matic, 1972	Koren, 1986	Foddai, Minelli & Pereira, 2000	Bonato, Minelli & Pereira, 2007
		tedesco	tedesco	tedesco	tedesco	francese	inglese	inglese	rumeno	tedesco	inglese	inglese
labbro	lb	Oberlippe	Oberlippe	Oberlippe	Oberlippe	labre	labrum	labrum	labrul	Labrum	labrum	labrum
pezzo mediano	pm	mittleres Stück		mittleres Stück		pièce médiane	central portion	mid piece	piesa mediana	Mittelteil	mid piece	intermediate part
arco mediano	am					arc médian					central arc	
pezzo laterale	pl	seitliches Stück		seitliches Stück		pièce latérale	lateral portion	side piece	piesa laterale	Seitenteil	lateral piece	
dente	d	Zahn		Zahn		dent	tooth	tooth	dint	Zahn	tooth	
tubercolo	t					dent tuberculeuse						tubercle
fimbria	f	Fränse Wimper		Fränse Wimper		lanière		fimbria	franyuri	Fränse	filament	
epifaringe	ep				Epipharynx							
clipeo	cl				Clypeus	clypeus	clypeus	clypeus		Clypeus	clypeus	clypeus
fulcro	fl			Stützplatte	Fulkrum	fuleres						
braccio anteriore del fulcro	baf					apodème chitinisés						
scuto pettinato	sp			[Haarfelder (campo coperto da peli)]								
scuto odontoforo	so											
sensillo	se			rundes Porus	Sinnesstift							

Tabella 2: Nomenclatura adottata nella descrizione del labbro e scelta dei termini da utilizzare.

nomenclatura scelta	sigla	Uliana, Bonato & Minelli, 2007
pezzo mediano	pm	
pezzo laterale	pl	side piece
ala anteriore	aa	anterior ala
ala posteriore	ap	
dente mediano	dm	
scuto odontoforo	so	
clipeo	cl	clypeus

Tabella 3: Nomenclatura adottata per la famiglia Mecistocephalidae.

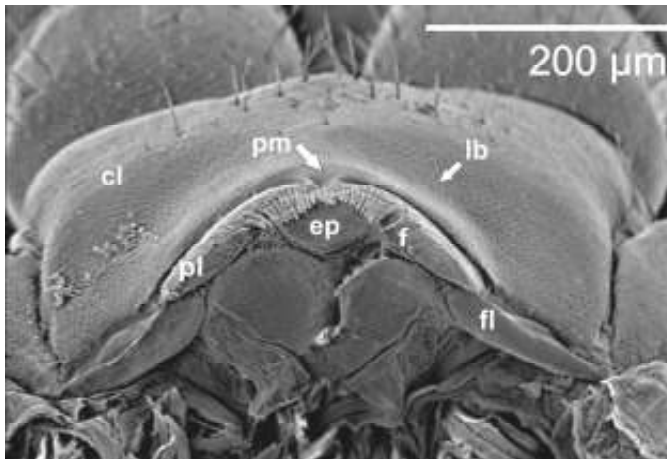


Figura 3: Capsula cefalica di *Clinopodes flavidus* (G9) in visione ventrale. Per le abbreviazioni, vedi [Tabella 2](#).

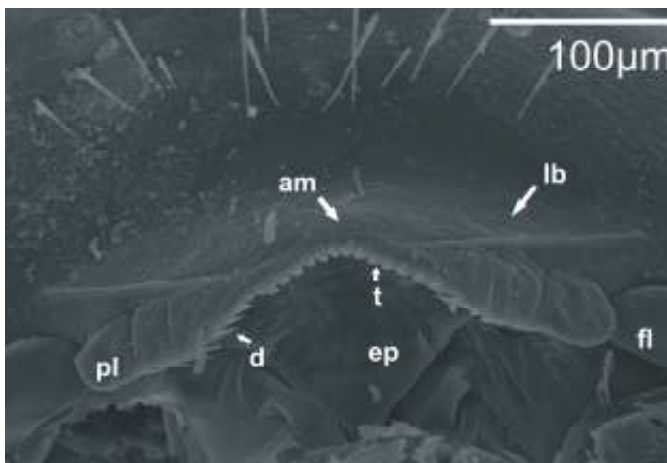


Figura 4: Labbro di *Nannophilus eximius* (G26) in visione ventrale. Per le abbreviazioni, vedi [Tabella 2](#).

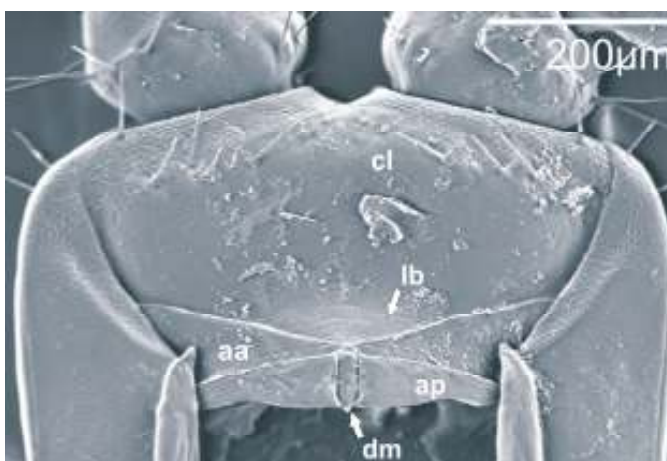


Figura 5: Capsula cefalica di *Tygarrup cf. nepalensis* (G13) in visione ventrale. Per le abbreviazioni, vedi [Tabella 3](#).



### 3. RISULTATI

#### 3.1 Descrizione del labbro nelle singole specie

Le famiglie sono state elencate seguendo un ordine che rispecchia approssimativamente la filogenesi attualmente accreditata, da quelle che rappresentano i rami evolutivi più basali a quelle che costituiscono i rami più derivati (Edgecombe & Giribet, 2007). Per ogni famiglia le specie sono elencate in ordine alfabetico e le descrizioni sono riferite al singolo esemplare considerato per ogni specie.

#### Famiglia Mecistocephalidae

##### 1. *Arrup kyushuensis* Uliana, Bonato & Minelli, 2007

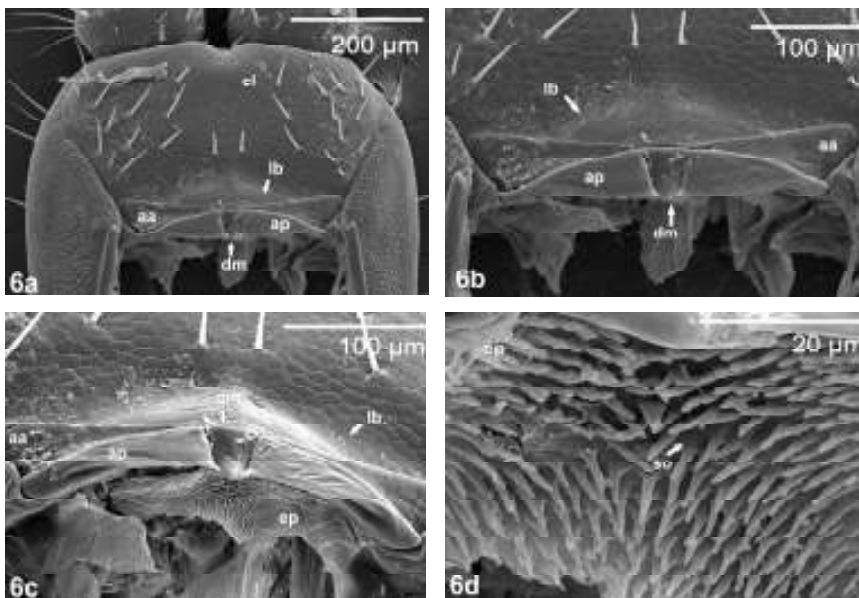


Figura 6: Micrografie del labbro di *Arrup kyushuensis* (G18). 6a: visione ventrale della capsula cefalica, 6b: visione ventrale del labbro, 6c: visione postero-ventrale de labbro ed epifaringe, 6d: visione postero-ventrale della parte mediana dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 3](#).

#### Descrizione del labbro

Il labbro (Figura 6) è formato da due pezzi laterali e un dente mediano. I pezzi laterali sono formati ciascuno da un'ala anteriore, separata dal clipeo mediante un solco anteriore, e un'ala posteriore separata dall'anteriore mediante un solco interno. Le ali posteriori dei due pezzi laterali si sovrappongono parzialmente al dente mediano con il margine mediano. Il dente mediano, di forma conica, è tozzo, con la punta arrotondata rivolta verso l'indietro.

La superficie dell'epifaringe si presenta liscia tranne un'ampia fascia longitudinale mediana di scuti odontofori, i cui singoli prolungamenti sono relativamente lunghi e con la punta arrotondata. Nell'esemplare esaminato non ho notato sensilli a livello dell'epifaringe, probabilmente per la rottura della porzione posteriore di tale struttura.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura il labbro di questa specie è ben descritto (Uliana et al, 2007) e le informazioni raccolte sono state ampiamente verificate nelle micrografie. Inoltre, è stato possibile descrivere la morfologia dell'epifaringe, che per questa specie non era nota.

## **2. *Tygarrup cf. nepalensis* Shinohara, 1965**

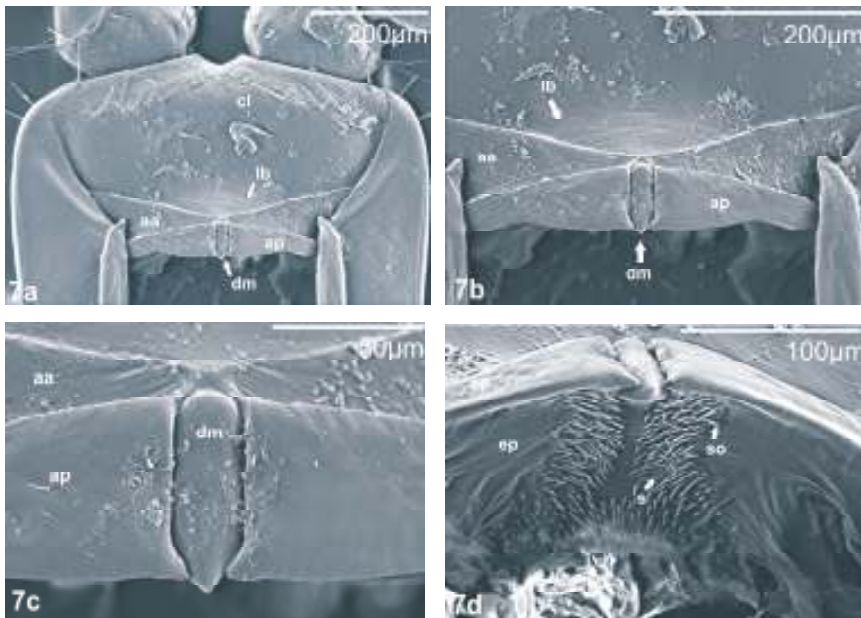


Figura 7: Micrografie del labbro di *Tygarrup cf. nepalensis* (G13). 7a: visione ventrale della capsula cefalica, 7b: visione ventrale del labbro, 7c: visione ventrale de labbro, 7d: visione postero-ventrale del labbro ed epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 3](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 7) è formato da due pezzi laterali e un dente mediano. I pezzi laterali sono formati ciascuno da un'ala anteriore, separata dal clipeo mediante un solco anteriore, e un'ala posteriore separata dall'anteriore da un solco interno. Le ali posteriori dei due pezzi laterali si sovrappongono parzialmente al dente mediano mediante il margine mediale. Il dente mediano è molto lungo e

appuntito, con la punta rivolta verso l'indietro. La superficie dell'epifaringe, a livello descrittivo, può essere divisa in una zona anteriore e una posteriore. In quella anteriore vi sono due fasce longitudinali paramediane con scuti odontofori, senza margini netti, la cui punta è arrotondata, mentre lateralmente la superficie è liscia. Nella zona posteriore gli scuti odontofori sono distribuiti su tutta la superficie e i loro processi sono orientati verso l'indietro, come i processi degli scuti della zona anteriore. Nella regione mediana dell'epifaringe sono presenti cinque sensilli.

### Informazioni presenti in letteratura

In letteratura non è presente una descrizione dettagliata del labbro di questa specie, ma le mie micrografie hanno in ogni modo rivelato la struttura tipica dei Mecistocephalidae, la famiglia alla quale la specie appartiene. Inoltre, è stato possibile descrivere l'epifaringe, la cui morfologia per questa specie non era nota.

### Famiglia Himantariidae

#### 1. *Himantarium gabrielis* (Linnaeus, 1767)

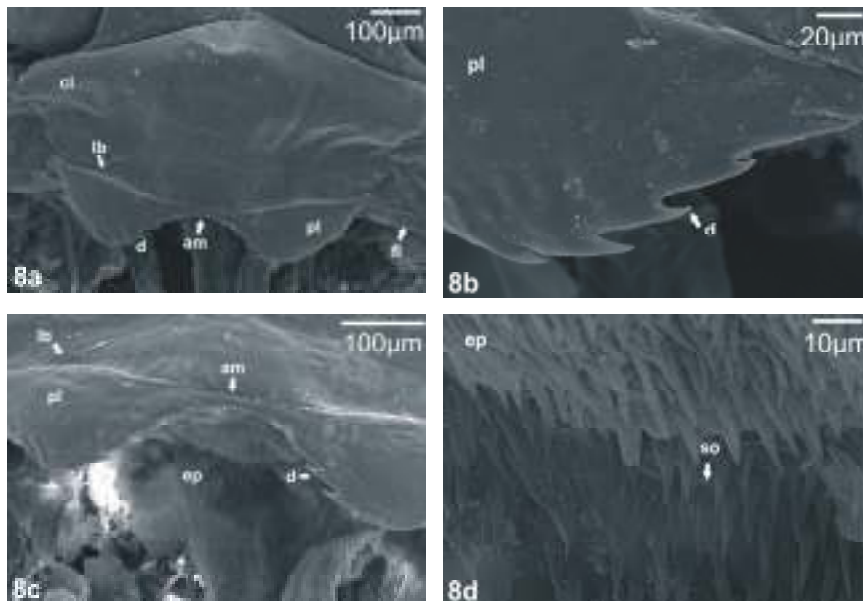


Figura 8: Micrografie del labbro di *Himantarium gabrielis* (G21). 8a: visione ventrale della capsula cefalica, 8b: visione ventrale del pezzo laterale destro del labbro, 8c: visione postero-ventrale del labbro, 8d: visione postero-ventrale della parte mediana dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 8), nettamente separato dal clipeo da un solco, presenta un arco mediano e due pezzi laterali. Esso è orientato all'indietro e possiede nove denti con superficie liscia e punte orientate verso la linea mediana, presenti solo sui pezzi laterali. In quest'esemplare non è possibile osservare l'intera struttura dell'epifaringe, ma si nota la presenza di un'ampia area mediana rivestita da scuti odontofori i cui processi, relativamente molto lunghi e voluminosi, sono rivolti all'indietro.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura il labbro di questa specie è descritto in due modi diversi. Secondo Brolemann (1930) si distinguono i due pezzi laterali e la rientranza mediana, mentre secondo Chalande & Ribaut (1909) il labbro è formato da un unico pezzo, con una rientranza mediana delimitata da denti corti e serrati. Le mie osservazioni confermano entrambe le due descrizioni, perché il labbro, nelle micrografie, sembra conformato ad unico pezzo e anche se i pezzi laterali e l'arco mediano non sono nettamente separati tra loro, essi sono distinguibili l'uno dall'altro. Inoltre, mediante le micrografie si è potuta descrivere l'epifaringe di questa specie, che non è nota in letteratura.

## 2. *Stigmatogaster gracilis* (Meinert, 1870)

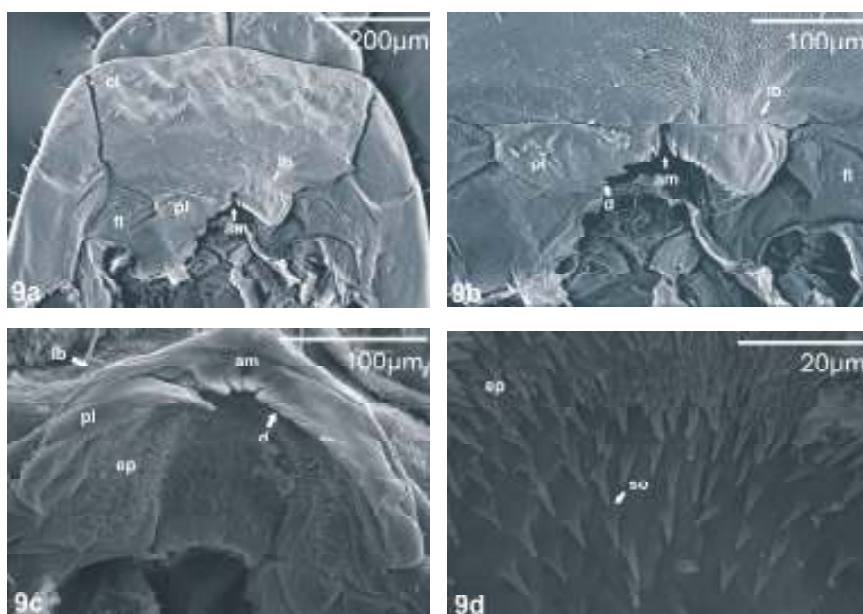


Figura 9: Micrografie del labbro di *Stigmatogaster gracilis*. 9a: visione ventrale della capsula cefalica, 9b: visione ventrale del labbro, 9c: visione postero-ventrale del labbro ed epifaringe, 9d: visione postero-ventrale della parte mediana dell'epifaringe. Le micrografie 9a e 9b appartengono all'esemplare G6, mentre le micrografie 9c e 9d all'esemplare G25, poiché nell'esemplare G6 non era possibile osservare l'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 9), nettamente separato dal clipeo, presenta un arco mediano talmente ridotto che si notano principalmente i due pezzi laterali. Il labbro è orientato all'indietro e presenta 16 denti triangolari con superficie liscia e punte orientate verso la linea mediana. L'epifaringe presenta quasi tutta la superficie rivestita da scuti odontofori, con margini non evidenti e con le punte orientate in direzione medio-posteriore. I processi degli scuti odontofori nelle regioni laterali sono fittamente distribuiti, mentre a mano a mano che ci si avvicina alla linea mediana sono più distanziati tra loro.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura non è presente una descrizione dettagliata del labbro di *Stigmatogaster gracilis*. Ad ogni modo le micrografie confermano la sua corrispondenza al modello di labbro caratteristico della famiglia Himantariidae alla quale la specie appartiene.

## Famiglia Schendylidae

### 1. *Nannophilus eximius* (Meinert, 1870)

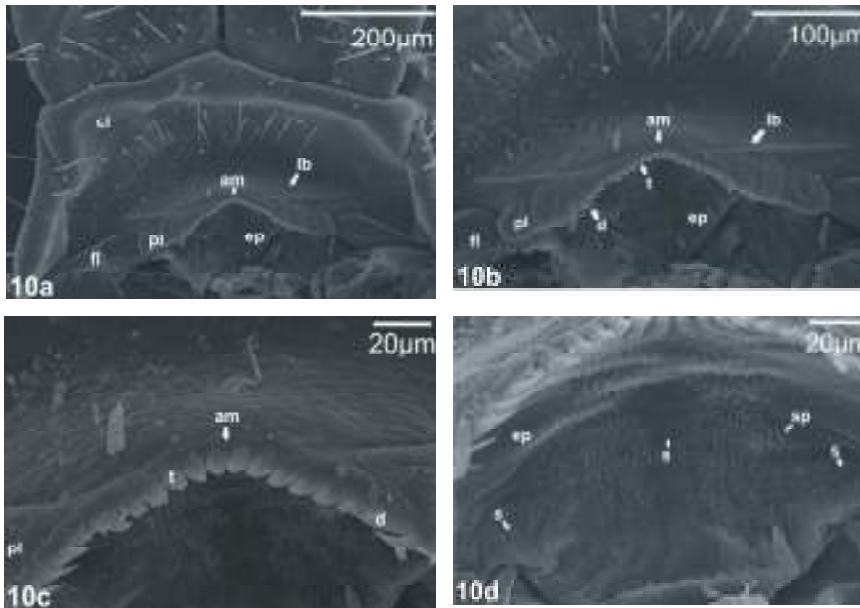


Figura 10: Micrografie del labbro di *Nannophilus eximius* (G26). 10a: visione ventrale della capsula cefalica, 10b: visione ventrale del labbro, 10c: visione ventrale dell'arco mediano, 10d: visione postero-ventrale dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere Tabella 2.

#### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 10) è formato da un arco mediano in continuità con il clipeo e da due pezzi laterali separati dal clipeo mediante un sottile rilievo, ma in continuità con l'arco mediano. L'arco mediano presenta 12 tubercoli tozzi, lisci e leggermente curvati, con le punte rivolte verso la linea mediana. Invece, su ciascun pezzo laterale vi sono sei denti la cui lunghezza decresce a mano a mano che ci si avvicina alla linea mediana e sono curvati con le punte rivolte verso di essa. L'epifaringe presenta superficie liscia ad eccezione di due fasce longitudinali mediane che presentano scuti pettinati, il cui margine mediale da intero si conforma in una serie allineata di processi dentellati, orientati medio-posteriormente, a mano a mano che si avvicinano alla linea mediana. Nella posizione mediana dell'epifaringe vi sono otto sensilli e in ognuna delle due parti laterali vi è un gruppo di sei sensilli.

#### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, la struttura del labbro di questa specie è stata descritta brevemente, come formata da un arco mediano munito di denti (Brolemann, 1930). Ciò

corrisponde solo in parte a quanto è stato documentato nelle micrografie, dove si notano tubercoli e non denti. Inoltre, è stato possibile descrivere la morfologia dell'epifaringe, che per questa specie non era conosciuta.

## 2. *Schendyla cf. carniolensis* Verhoeff, 1902

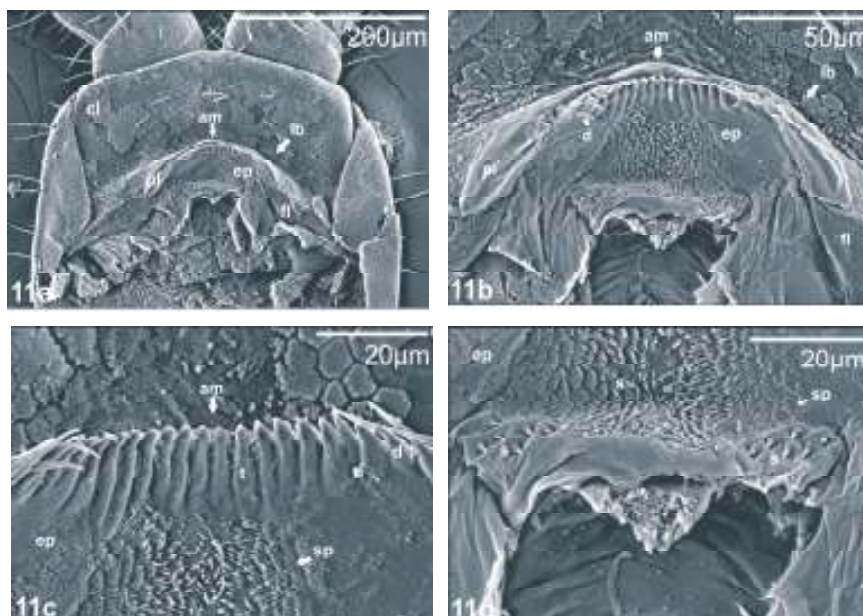


Figura 11: Micrografie del labbro di *Schendyla cf. carniolensis* (G5). 11a: visione ventrale della capsula cefalica, 11b: visione ventrale del labbro ed epifaringe, 11c: visione postero-ventrale dell'arco mediano, 11d: visione ventrale della porzione posteriore dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### Descrizione del labbro

Il labbro (Figura 11), il cui margine è approssimativamente perpendicolare al clipeo, è formato da un arco mediano in continuità con il clipeo e da due pezzi laterali separati dal clipeo, ma in continuità con l'arco mediano. L'arco mediano presenta 12 tubercoli allungati e lisci, leggermente curvati, con le punte arrotondate verso la linea mediana. I pezzi laterali, invece, presentano otto denti ciascuno, molto lunghi e appuntiti, con le punte rivolte verso la linea mediana. L'epifaringe si può descrivere come distinta in una regione anteriore e una posteriore. La superficie della regione anteriore è rivestita da scuti pettinati il cui margine mediale da intero si modifica, in direzione della linea mediana, in una serie allineata di processi dentellati. La regione posteriore invece ha superficie liscia. Nella regione anteriore, in posizione medio-posteriore vi sono due sensilli,

mentre nella posteriore in ognuna delle due parti laterali c'è un gruppo di sei sensilli.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un arco mediano e due pezzi laterali molto larghi. L'arco mediano presenta tubercoli affiancati e sporgenti, mentre le parti laterali hanno denti, a volte corti e spinosi, altre volte lunghi e appuntiti (Brolemann, 1930; Koren, 1986). Inoltre, secondo Koren (1986), il labbro con l'accrescimento dell'animale diventa meno arcuato. Eccetto quest'ultima affermazione, tutto il resto è stato ampiamente verificato mediante le micrografie ed è stato possibile descrivere l'epifaringe, non nota per questa specie.

### **3. *Schendyla nemorensis* (C. L. Koch, 1837)**

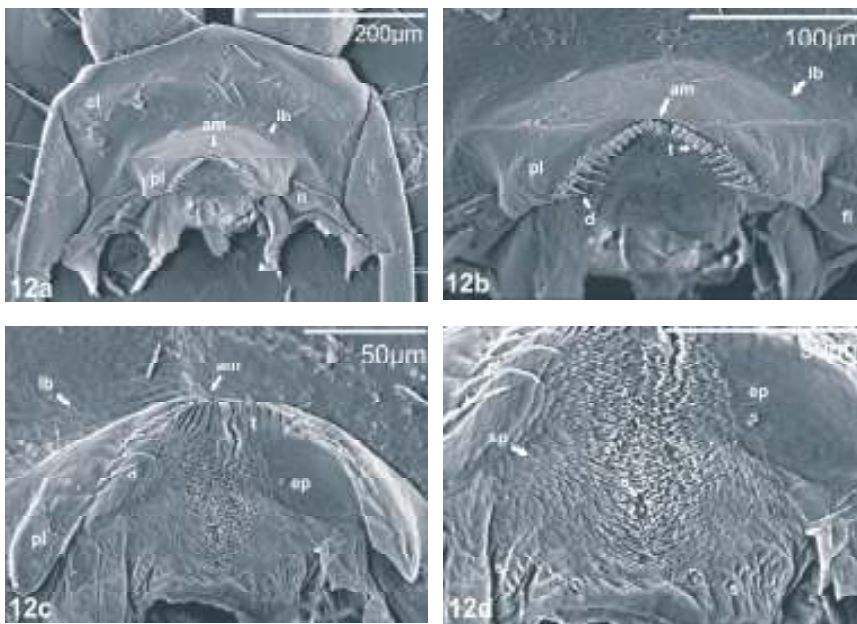


Figura 12: Micrografie del labbro di *Schendyla nemorensis* (G17). 12a: visione ventrale della capsula cefalica, 12b: visione ventrale del labbro, 12c: visione postero-ventrale del labbro ed epifaringe, 12d: visione postero-ventrale dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 12), leggermente sporgente in avanti, è formato da un arco mediano in continuità con il clipeo e da due pezzi laterali, nettamente separati dal clipeo mediante un solco anteriore, ma in continuità con l'arco mediano. L'arco mediano presenta 13 tubercoli allungati e lisci, con le punte arrotondate



leggermente curvate verso la linea mediana, mentre i pezzi laterali hanno in totale 17 denti, lunghi e appuntiti, sempre con le punte rivolte verso la linea mediana. L'epifaringe si può descrivere come distinta in una regione anteriore e una posteriore. La regione anteriore presenta la superficie rivestita da scuti pettinati, il cui margine laterale da intero si modifica progressivamente, in direzione della linea mediana, in una serie allineata di processi dentellati, mentre la regione posteriore ha superficie liscia. Nella regione anteriore dell'epifaringe in posizione medio-posteriore vi sono quattro sensilli, mentre nella porzione posteriore, da un lato ci sono sette sensilli, dall'altro nove.

#### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un arco mediano con 11-15 tubercoli e due pezzi laterali con denti a volte piccoli e sottili, altre volte più lunghi. Le parti laterali non sono nettamente separate dal clipeo (Brolemann, 1930; Koren, 1986). Osservando le micrografie solo l'ultima affermazione non è stata verificata, perché tra il clipeo e le parti laterali del labbro vi è la presenza di un netto solco anteriore, che separa le due porzioni. Inoltre, mediante le micrografie si è potuta descrivere l'epifaringe di questa specie, che non era nota in letteratura.

## Famiglia Oryidae

### 1. *Orya barbarica* (Gervais, 1835)

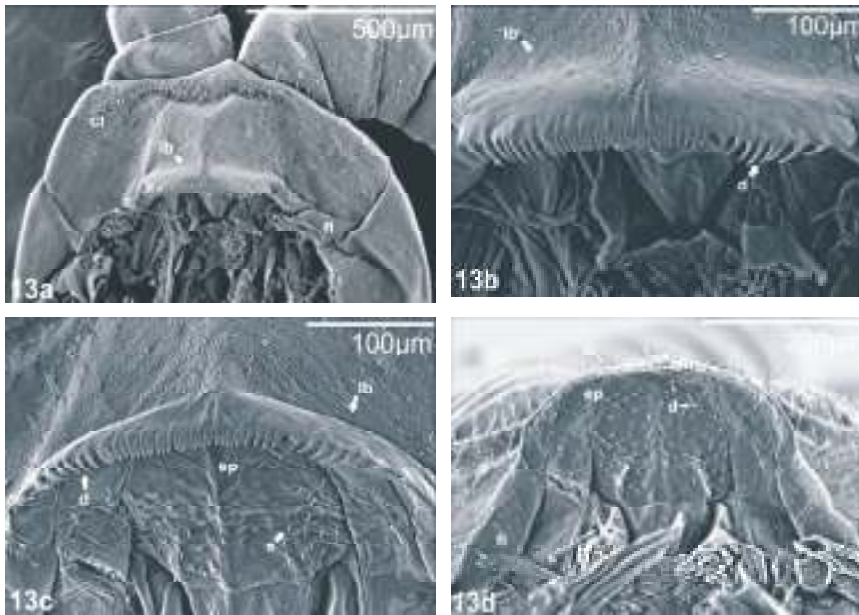


Figura 13: Micrografie del labbro di *Orya barbarica* (G7). 13a: visione ventrale della capsula cefalica, 13b: visione ventrale del labbro, 13c: visione postero-ventrale del labbro ed epifaringe, 13d: visione postero-ventrale dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

#### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 13), sporgente ed orientato all'indietro, è formato da un unico pezzo conformato a banda trasversale e la continuità con il clipeo è evidenziata da una sporgenza mediana. Esso presenta un'unica fila di 45 denti di forma triangolare, inclinati verso la linea mediana e la cui lunghezza decresce progressivamente verso la zona mediale. L'epifaringe presenta superficie liscia, con una carena longitudinale mediana che divide la struttura in due metà, che nell'esemplare esaminato non sono simmetriche. La metà di sinistra dell'epifaringe, infatti, presenta anteriormente due protuberanze coniche, appuntite e curvate verso il margine del labbro, che mancano nella metà di destra. Nell'intera superficie dell'epifaringe si contano 92 sensilli con le punte rivolte in direzione postero-mediale. Ai lati vi sono due porzioni longitudinali, simmetriche evidenziate da solchi. Non si riconoscono scuti, né odontofori, né pettinati.

#### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura le descrizioni del labbro di questa specie sono incomplete: indicano solo una struttura incurvata con denti sottili, la cui lunghezza decresce a mano a

mano verso la zona mediale (Turk, 1955) e questo è stato verificato nelle micrografie. Inoltre, è stato possibile descrivere caratteristiche dell'epifaringe completamente diverse da quelle delle altre specie e non note finora in letteratura.

## Famiglia Geophilidae

### 1. *Clinopodes flavidus* C. L. Koch, 1847

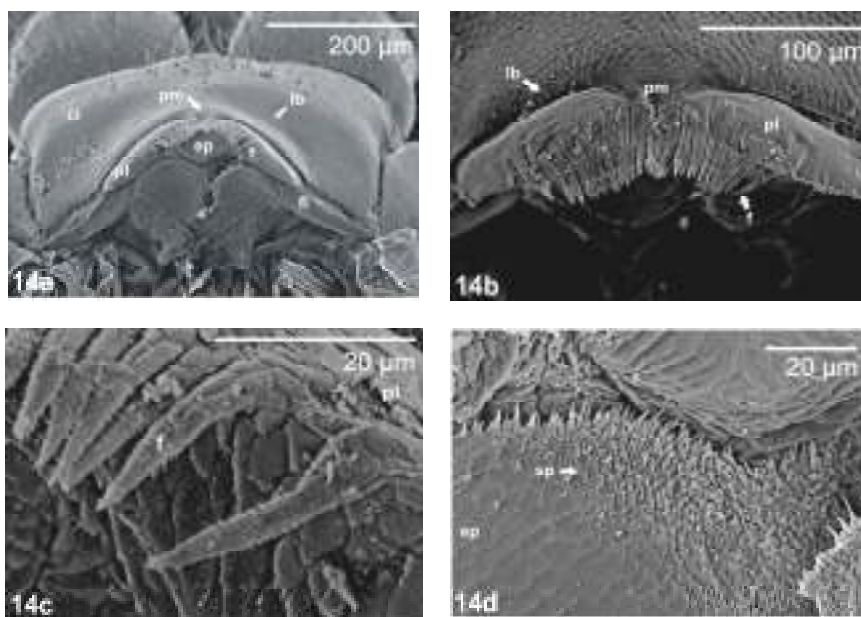


Figura 14: Micrografie del labbro di *Clinopodes flavidus* (G9). 14a: visione postero-ventrale della capsula cefalica, 14b: visione ventrale del labbro, 14c: fimbrie del pezzo laterale del labbro, 14d: visione postero-ventrale della porzione posteriore dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

#### Descrizione del labbro

Il labbro (Figura 14) è formato da un pezzo mediano molto stretto in continuità con il clipeo, orientato all'indietro, e due pezzi laterali molto più ampi, separati dal clipeo da un solco. Sul margine del labbro vi è una fila di 29 fimbrie cilindriche allungate, con le punte rivolte all'indietro, nelle quali si riconosce una regione prossimale con superficie provvista di solchi longitudinali e una porzione distale completamente sfrangiata. Queste fimbrie mantengono circa la stessa lunghezza per tutta la larghezza del labbro. L'epifaringe presenta una porzione anteriore con superficie liscia e una porzione posteriore che ha un margine anteriore bilobato la cui superficie è rivestita da scuti pettinati e la forma degli scuti cambia dalla regione postero-laterale verso quella antero-mediale, da scuti a margine intero a scuti a margine dentellato. Gli scuti pettinati a margine dentellato

sono presenti in tutta la regione mediana della porzione posteriore, senza cambiamenti di forma. Posteriormente vi sono tre sensilli.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura il labbro di questa specie è descritto in due modi differenti. Secondo Brolemann (1930) e Matic (1972), il labbro è formato da un pezzo mediano, stretto e arcuato, e due pezzi laterali, con una fila di fimbrie che diminuiscono in lunghezza nei pezzi laterali. Invece, secondo Koren (1986), il labbro non è suddiviso nettamente in tre pezzi, presenta 15 fimbrie mediane corte, poco appuntite e fitte, e otto fimbrie laterali, tutte della stessa lunghezza. Sulla base dello studio delle mie micrografie ciascuna di queste due descrizioni è in parte inesatta ed è stato possibile descrivere la morfologia dell'epifaringe, poco nota in letteratura.

## **2. *Geophilus alpinus* Meinert, 1870**

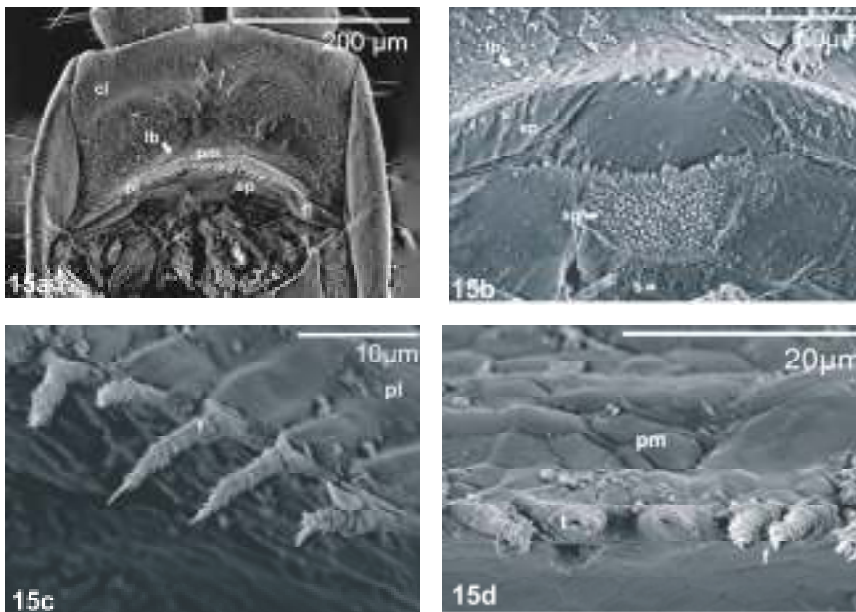


Figura 15: Micrografie del labbro di *Geophilus alpinus* (G10). 15a: visione ventrale della capsula cefalica, 15b: visione postero-ventrale del labbro ed epifaringe, 15c: fimbrie del pezzo laterale del labbro, 15d: tubercoli del pezzo mediano. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 15), il cui bordo è approssimativamente perpendicolare al clipeo, è formato da un pezzo mediano stretto, in continuità con il clipeo mediante una sporgenza mediana, e due pezzi laterali separati dal clipeo. Il pezzo mediano

presenta due tubercoli interamente lisci con estremità arrotondata e fimbrie che si estendono anche sui pezzi laterali del labbro, per un totale di 18 fimbrie. Queste sono costituite da una porzione prossimale con superficie liscia, ma separata da solchi evidenti dalle porzioni prossimali delle fimbrie adiacenti, e una porzione distale appuntita e sfrangiata. L'epifaringe presenta una zona anteriore liscia e una zona posteriore d'aspetto bilobato, in cui si possono riconoscere tre porzioni. Nelle porzioni laterali la superficie è ricoperta da scuti pettinati, la cui forma cambia dalla regione posteriore verso il margine anteriore, da scuti a margine intero a scuti con margine dentellato; nella porzione mediana, invece, gli scuti pettinati presentano tutti un margine dentellato anteriormente. Posteriormente a questa porzione mediana nell'esemplare esaminato vi sono 7 sensilli.

#### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come una struttura ben distinta dal clipeo, composta da un pezzo mediano con 1-5 tubercoli robusti, per lo più 2, e due pezzi laterali, ciascun pezzo con 7 fimbrie non molto lunghe e con le puntesfrangiate (Brolemann, 1930; Koren, 1986). Queste caratteristiche sono state confermate, ad eccezione del fatto che già sul pezzo mediano vi sono delle fimbrie, anche se molto corte. Inoltre, mediante le micrografie si è potuta descrivere l'epifaringe di questa specie, che non era nota in letteratura.

### 3. *Pachymerium ferrugineum* (C. L. Koch, 1835)

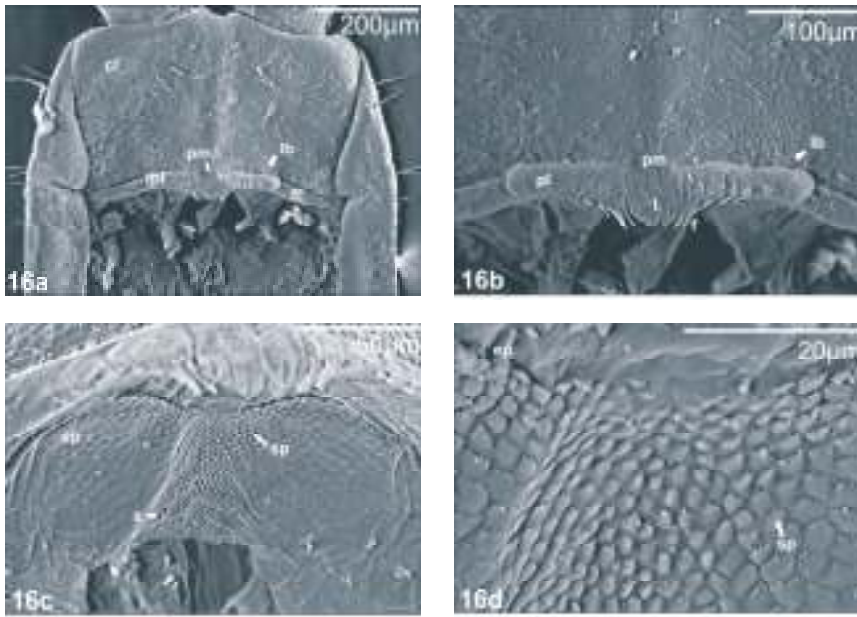


Figura 16: Micrografie del labbro di *Pachymerium ferrugineum* (G11). 16a: visione ventrale della capsula cefalica, 16b: visione ventrale del labbro, 16c: visione postero-ventrale dell'epifaringe, 16d: visione postero-ventrale della parte mediana dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

#### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 16) è formato da un pezzo mediano, in continuità con il clipeo, orientato verso l'indietro, e due pezzi laterali distinti dal clipeo. Il pezzo mediano presenta sette tubercoli di forma cilindrica allungata con la punta arrotondata, mentre i pezzi laterali presentano sei fimbrie ciascuno. Di queste fimbrie, le più laterali sono molto corte e terminano con un'unica punta, invece nelle mediane la lunghezza è maggiore e la porzione distale è solcata, biforcata e con la punta sfrangiata. L'epifaringe presenta una struttura d'aspetto bilobato, con superficie rivestita da scuti pettinati. Nella porzione laterale, gli scuti presentano forma che varia dalla regione postero-laterale verso quell'antero-mediale, da scuti a margine intero a scuti a margine dentellato anteriormente. Gli scuti pettinati sono presenti nella zona mediana dell'epifaringe per tutta la sua lunghezza. Nella porzione posteriore dell'epifaringe vi sono sei sensilli.

#### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un pezzo mediano con 5-10 tubercoli e due pezzi laterali con circa 15 fimbrie, ben distinti tra loro (Brolemann, 1930; Eason, 1964).

Questo è stato confermato dalle micrografie. Inoltre è stata documentata la struttura biforcata delle fimbrie, non nota precedentemente, e si è potuta descrivere la morfologia dell'epifaringe, anche questa non descritta in letteratura.

#### 4. *Pleurogeophilus mediterraneus* (Meinert, 1870)

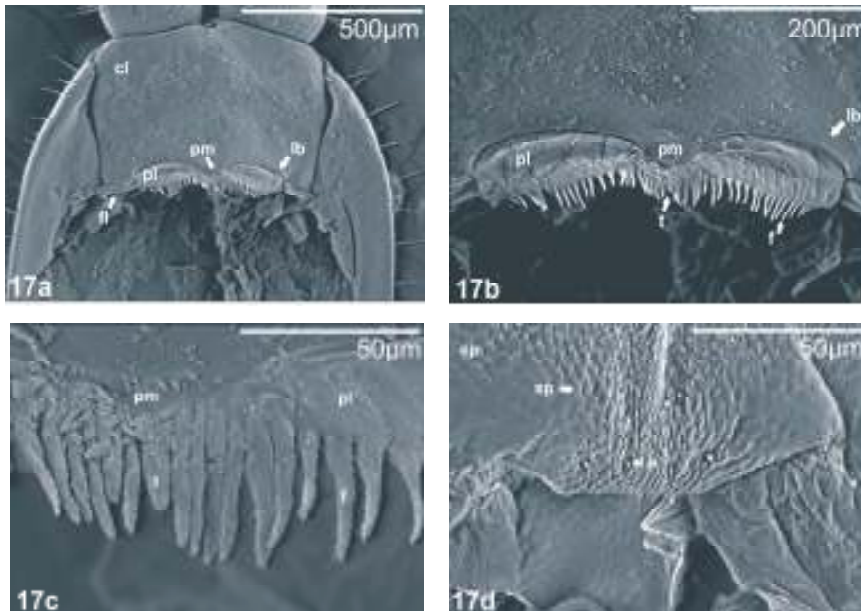


Figura 17: Micrografie del labbro di *Pleurogeophilus mediterraneus* (G15). 17a: visione ventrale della capsula cefalica, 17b: visione ventrale del labbro, 17c: protuberanze della parte mediana del labbro, 17d: visione postero-ventrale della porzione posteriore dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

#### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 17) è formato da un pezzo mediano, in continuità con il clipeo, orientato all'indietro e due pezzi laterali separati dal clipeo mediante solchi evidenti. Il labbro presenta un tubercolo mediale che divide a metà la serie di 44 fimbrie laterali, di cui 10 s'inseriscono sul pezzo mediano e 17 su ciascuno dei pezzi laterali. Il tubercolo ha forma cilindrica allungata, superficie liscia e la punta arrotondata rivolta posteriormente. Invece le fimbrie, filiformi e appuntite, la cui lunghezza non segue un gradiente definito, presentano una porzione prossimale con superficie liscia e una porzione distale completamente sfrangiata, con le punte rivolte all'indietro. L'epifaringe presenta una porzione anteriore con superficie liscia e una porzione posteriore d'aspetto bilobato, con la superficie rivestita da scuti pettinati. La forma degli scuti pettinati varia, a mano a mano che ci si sposta dalla regione postero-laterale verso quella antero-mediale, da scuti a margine

intero a scuti a margine dentellato. Questo carattere è molto più accentuato nella regione mediana della porzione posteriore. Nella zona posteriore della porzione bilobata vi sono quattro sensilli.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un pezzo mediano largo un terzo dei pezzi laterali e come questi provvisto di fimbrie fittamente disposte l'una accanto all'altra (Brolemann, 1930). Le informazioni trovate sono dunque incomplete, soprattutto per la mancata descrizione del tubercolo mediale. Inoltre, mediante le micrografie si è potuta descrivere l'epifaringe di questa specie, che non era nota in letteratura.

### **5. *Stenotaenia linearis* (C. L. Koch, 1835)**

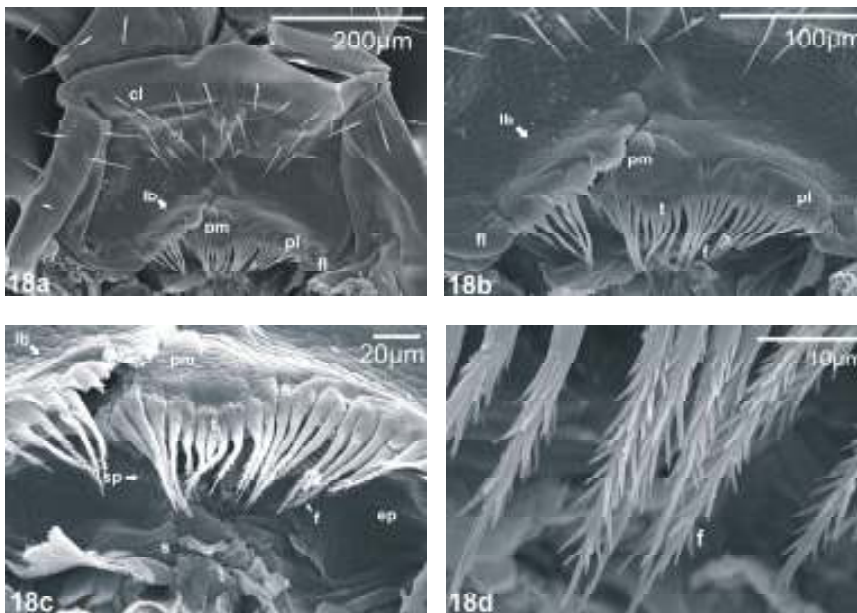


Figura 18: Micrografie del labbro di *Stenotaenia linearis* (G23). 18a: visione ventrale della capsula cefalica, 18b: visione ventrale del labbro, 18c: visione postero-ventrale del labbro ed epifaringe, 18d: fimbrie del labbro. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 18) non manifesta una netta separazione tra pezzo mediano e due pezzi laterali, anche se è possibile distinguere le varie parti. Il labbro è in continuità con il clipeo, è orientato all'indietro e presenta un tubercolo mediale di forma cilindrica, con superficie liscia e punta arrotondata rivolta posteriormente; esso divide a metà la serie di 28 fimbrie marginali, di cui otto s'inseriscono sul



pezzo mediano e 10 su ciascun pezzo laterale. Le fimbrie si presentano filiformi e appuntite, costituite da una porzione prossimale con superficie liscia e una porzione distale completamente sfrangiata in processi relativamente molti lunghi, le cui punte sono rivolte posteriormente. L'epifaringe presenta aspetto bilobato, con superficie rivestita da scuti pettinati, la cui forma varia, dalla regione postero-laterale verso quella antero-mediale, da scuti a margine intero a scuti a margine dentellato. Nella regione posteriore, l'epifaringe presenta superficie liscia e quattro sensilli.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un pezzo mediano, non ben distinto, con 7-8 fimbrie e due pezzi laterali con circa 12 fimbrie ciascuno; le fimbrie presentano la punta sfrangiata e talvolta vi è la presenza di due tubercoli mediali (Brolemann, 1930; Koren, 1986). Le mie micrografie confermano queste informazioni e descrivono inoltre la morfologia dell'epifaringe e la struttura fine delle fimbrie, che non erano note in letteratura.

### **Famiglia Linotaeniidae**

#### **1. *Strigamia crassipes* (C. L. Koch, 1835)**

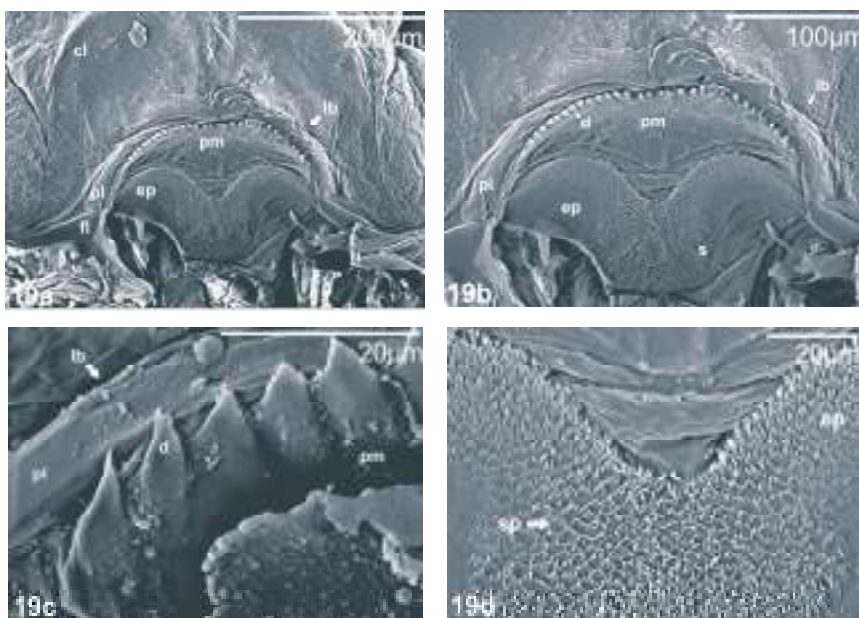


Figura 19: Micrografie del labbro di *Strigamia crassipes* (G14). 19a: visione ventrale della capsula cefalica, 19b: visione ventrale del labbro ed epifaringe, 19c: pezzo laterale e parte del pezzo mediano del labbro, 19d: visione ventrale della parte mediale dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 19) è formato da due pezzi laterali, separati dal clipeo, che si sovrappongono, senza toccarsi a livello della linea mediana, sopra il pezzo mediano, molto largo e a forma di semicerchio. Solo il pezzo mediano presenta una fila di 33 denti di forma triangolare, che sporgono leggermente in avanti e presentano le punte rivolte in avanti. L'epifaringe è formata da una porzione anteriore con superficie liscia ed una porzione posteriore d'aspetto bilobato, rivestita da scuti pettinati che sul margine anteriore presentano una serie allineata di processi dentellati, rivolti in avanti o verso la linea mediale. La forma degli scuti pettinati varia, verso la regione anteriore o antero-mediale, da scuti a margine intero a scuti con processi sempre più lunghi e appuntiti lungo il margine dei due lobi. In una regione ancora più posteriore gli scuti non sono pettinati e nella zona mediana vi sono sei sensilli.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da due pezzi laterali sovrapposti al pezzo mediano, che però non s'incontrano nella linea mediana (Eason, 1964), e da un pezzo mediano a forma di semicerchio con 25-30 denti, di cui i laterali sono appuntiti mentre quelli mediani sono a forma di tubercoli (Matic, 1972; Koren, 1986). Inoltre, Koren (1986) afferma che con l'aumentare dell'accrescimento dell'animale si riduce la distanza tra i denti. Buona parte di queste affermazioni sono state verificate, ma nelle micrografie le sporgenze sono descrivibili come denti piuttosto che come tubercoli.

## Famiglia Dignathodontidae

### 1. *Dignathodon microcephalus* (Lucas, 1846)

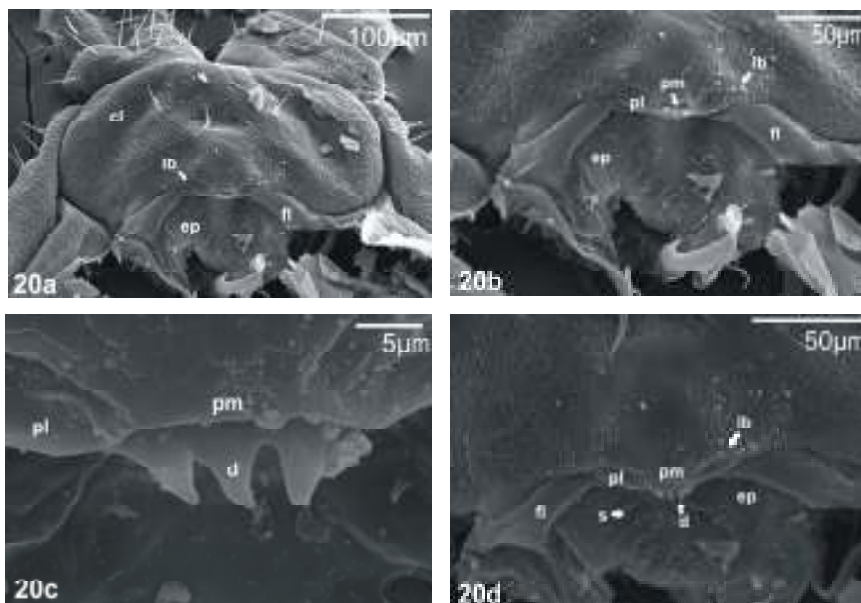


Figura 20: Micrografie del labbro di *Dignathodon microcephalus* (G24). 20a: visione ventrale della capsula cefalica, 20b: visione ventrale del labbro ed epifaringe, 20c: pezzo mediano del labbro, 20d: visione ventrale del labbro ed epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

#### Descrizione del labbro

Il labbro (Figura 20) è formato da un pezzo mediano molto stretto, separato dal clipeo, e due pezzi laterali poco sviluppati. Esso è rivolto all'indietro e leggermente sporgente rispetto al clipeo. Il pezzo mediano presenta tre denti corti, triangolari e appuntiti, rivolti all'indietro. L'epifaringe accenna un aspetto bilobato, presenta superficie liscia, senza scuti pettinati riconoscibili e medialmente nove sensilli disposti a ferro di cavallo attorno ad un sensillo mediano.

#### Informazioni presenti in letteratura

In letteratura, il labbro di questa specie è stato descritto come formato da un pezzo mediano con quattro denti tozzi e due pezzi laterali poco sviluppati (Brolemann, 1930; Matic, 1972). L'unica differenza da segnalare rispetto alle mie osservazioni è il numero (4 vs. 3) di denti sul pezzo mediano. Inoltre, ho potuto descrivere in dettaglio la morfologia dell'epifaringe, molto diversa da quella delle altre specie e non nota in letteratura.

## 2. *Henia bicarinata* (Meinert, 1870)

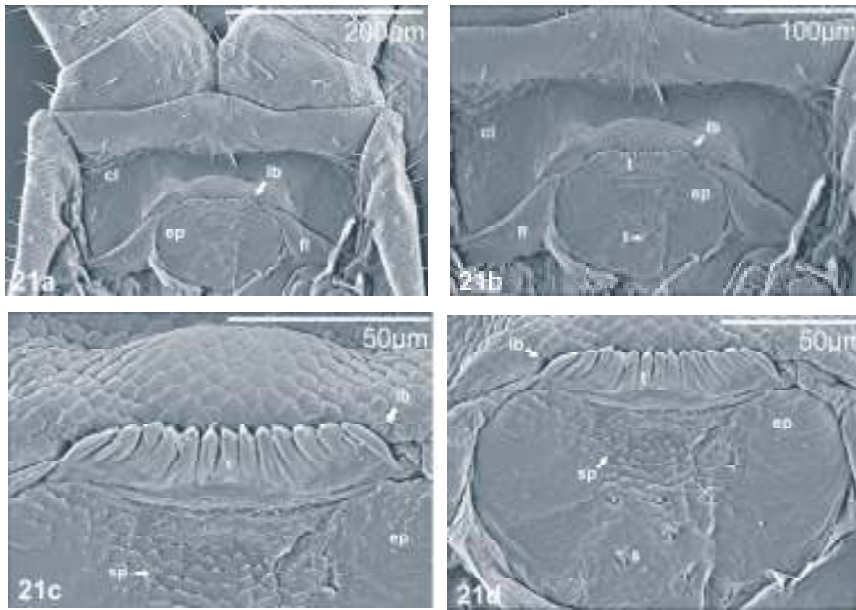


Figura 21: Micrografie del labbro di *Henia bicarinata* (G16). 21a: visione ventrale della capsula cefalica, 21b: visione ventrale della capsula cefalica, 21c: visione ventrale del pezzo mediano del labbro, 21d: visione ventrale del labbro ed epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 21) sembra non essere formato dai consueti tre pezzi, ma da un unico sclerite a forma di banda trasversale. Esso presenta 13 tubercoli di forma cilindrica allungata, con superficie solcata e punte arrotondate, che sporgono anteriormente. L'epifaringe non presenta un margine intermedio bilobato riconoscibile, ma una superficie continua, rivestita da scuti pettinati, disposti in file ordinate e i cui margini non sono nettamente separati tra loro. La forma di tali scuti varia dalla regione postero-laterale verso l'antero-mediale, da scuti a margine liscio a scuti a margine dentellato anteriormente, con processi molto corti. Medialmente, sull'epifaringe vi sono sei sensilli.

### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un unico pezzo mediano con nove tubercoli inclinati in avanti (Brolemann, 1930). Questo è confermato dalle mie micrografie, tenendo conto del fatto che il numero dei tubercoli può variare in base alle dimensioni dell'esemplare analizzato.

### 3. *Henia vesuviana* (Newport, 1845)

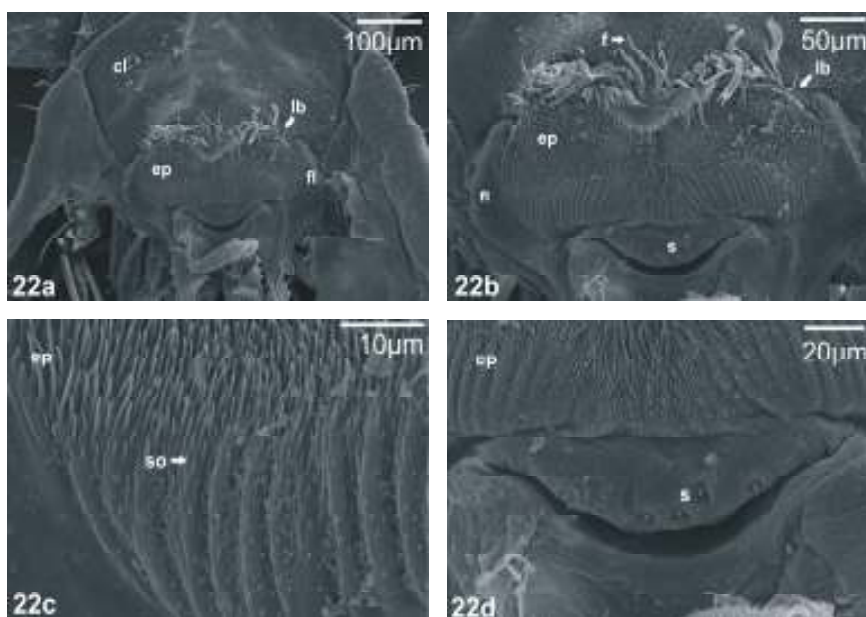


Figura 22: Micrografie del labbro di *Henia vesuviana* (G20). 22a: visione ventrale della capsula cefalica, 22b: visione ventrale del labbro ed epifaringe, 22c: visione ventrale della parte laterale destra dell'epifaringe, 22d: visione ventrale della porzione posteriore dell'epifaringe. Per le abbreviazioni vedere [Tabella 2](#).

#### **Descrizione del labbro**

Il labbro (Figura 22) si presenta come un margine continuo non chiaramente conformato in scleriti, concavo, ampio e poco distinguibile dal clipeo. Esso presenta circa 100 fimbrie disposte in un'ampia fascia in modo apparentemente casuale, non allineate su un'unica riga. Le fimbrie sono lisce per la maggior parte della loro lunghezza e sfrangiate a livello terminale, con le punte rivolte in varie direzioni (anteriore, posteriore e laterale) rispetto alla capsula cefalica. Posteriormente, l'epifaringe presenta margine anteriore bilobato e la sua superficie presenta scuti odontofori, distribuiti in rilievi appuntiti, che hanno origine da creste longitudinali nella zona posteriore e si allungano progressivamente assumendo un orientamento antero-mediale. Posteriormente a questa struttura bilobata vi è una regione con superficie liscia, in cui si nota la presenza di sei sensilli.

#### **Informazioni presenti in letteratura**

In letteratura, il labbro di questa specie è descritto come formato da un solo pezzo mediano ben sviluppato e ampio, con una rientranza mediana anteriore, con numerose fimbrie orientate in avanti ai due lati della rientranza mediana e senza

pezzi laterali (Brolemann, 1930; Eason, 1964; Matic, 1972; Koren, 1986). Tutto questo trova in buona parte conferma nelle micrografie, ad eccezione del fatto che le fimbrie sono presenti anche nella rientranza mediana.

### 3.2 Dati morfometrici rilevati

codice	famiglia	specie	larghezza clipeo max (µm)	larghezza labbro (µm)	rapporto labbro/clipeo	larghezza pezzo o arco mediano (µm)	larghezza pezzi laterali (µm)
G24	Dignathodontidae	<i>Dignathodon microcephalus</i>	292	67	0,23	22	27
G16	Dignathodontidae	<i>Henia bicarinata</i>	357	114	0,32	114	
G12	Dignathodontidae	<i>Henia cf. vesuviana</i>	363	145	0,40	145	
G20	Dignathodontidae	<i>Henia cf. vesuviana</i>	453	213	0,47	213	
G9	Geophilidae	<i>Clinopodes flavidus</i>	619	352	0,57	36	189
G4	Geophilidae	<i>Geophilus alpinus</i>	457	259	0,57	17	125
G10	Geophilidae	<i>Geophilus alpinus</i>	405	267	0,66	32	117
G11	Geophilidae	<i>Pachymerium ferrugineum</i>	687	327	0,48	44	132
G15	Geophilidae	<i>Pleurogeophilus mediterraneus</i>	845	538	0,64	81	244
G23	Geophilidae	<i>Stenotaenia linearis</i>	347	218	0,63	56	82
G21	Himantariidae	<i>Himantarium gabrielis</i>	886	671	0,76	96	300
G6	Himantariidae	<i>Stigmatogaster gracilis</i>	641	307	0,48	15	195
G25	Himantariidae	<i>Stigmatogaster gracilis</i>	547	333	0,61	7	161
G1	Linotaeniidae	<i>Strigamia crassipes</i>	475	288	0,61	189	136
G14	Linotaeniidae	<i>Strigamia crassipes</i>	543	346	0,64	260	195
G18	Mecistocephalidae	<i>Arrup kyushuensis</i>	479	336	0,70	43	ali anteriori 157 ali posteriori 143
G13	Mecistocephalidae	<i>Tygarup cf. nepalensis</i>	702	537	0,76	28	ali anteriori 260 ali posteriori 191
G7	Oryidae	<i>Orya barbarica</i>	1141	624	0,55	624	
G22	Schendylidae	<i>Nannophilus eximius</i>	543	300	0,55	111	89
G26	Schendylidae	<i>Nannophilus eximius</i>	550	331	0,60	108	115
G5	Schendylidae	<i>Schendyla cf. carniolensis</i>	373	190	0,50	48	97
G17	Schendylidae	<i>Schendyla nemorensis</i>	457	259	0,57	79	106

Tabella 4: Misure della larghezza del clipeo e del labbro nei suoi componenti. Note: gli esemplari sono elencati seguendo l'ordine alfabetico della famiglia, del genere e della specie cui appartengono.

codice	famiglia	specie	n° totale denti	n° totale tubercoli	n° totale fimbrie	larghezza max denti (µm)	larghezza max tubercoli (µm)	larghezza max fimbrie (µm)	lunghezza max denti (µm)	lunghezza max tubercoli (µm)	lunghezza max fimbrie (µm)
G24	Dignathodontidae	<i>Dignathodon microcephalus</i>	3	0	0	3,0			7,0		
G16	Dignathodontidae	<i>Henia bicarinata</i>	0	13	0		7,4			21,0	
G12	Dignathodontidae	<i>Henia cf. vesuviana</i>	0	0	50			2,5			69,0
G20	Dignathodontidae	<i>Henia cf. vesuviana</i>	0	0	circa 100			3,0			57,0
G9	Geophilidae	<i>Clinopodes flavidus</i>	0	0	29			4,4			36,0
G4	Geophilidae	<i>Geophilus alpinus</i>	0	5	12		3,4	3,4		10,2	48,0
G10	Geophilidae	<i>Geophilus alpinus</i>	0	2	18		4,0	2,4		7,3	27,0
G11	Geophilidae	<i>Pachymerium ferrugineum</i>	0	7	12		9,1	4,0		54,0	64,0
G15	Geophilidae	<i>Pleurogeophilus mediterraneus</i>	0	1	44		6,3	12,5		25,0	63,0
G23	Geophilidae	<i>Stenotaenia linearis</i>	0	1	28		4,3	3,0		31,4	61,4
G21	Himantariidae	<i>Himantarium gabrielis</i>	9	0	0	11,1			51,1		
G6	Himantariidae	<i>Stigmatogaster gracilis</i>	16	0	0	10,4			28,2		
G25	Himantariidae	<i>Stigmatogaster gracilis</i>	12	0	0	15,0			25,0		
G1	Linotaeniidae	<i>Strigamia crassipes</i>	26	0	0	7,0			15,0		
G14	Linotaeniidae	<i>Strigamia crassipes</i>	33	0	0	3,0			8,4		
G18	Mecistocephalidae	<i>Arrup kyushuensis</i>	1	0	0	43,0			43,0		
G13	Mecistocephalidae	<i>Tygarrup cf. nepalensis</i>	1	0	0	28,2			84,5		
G7	Oryidae	<i>Orya barbarica</i>	45	0	0	4,5			27,0		
G22	Schendylidae	<i>Nannophilus eximius</i>	10	11	0	5,0	9,0		20,0	10,0	
G26	Schendylidae	<i>Nannophilus eximius</i>	12	12	0	6,2	6,2		23,1	9,2	
G5	Schendylidae	<i>Schendyla cf. carniolensis</i>	16	12	0	2,0	4,1		22,0	29,0	
G17	Schendylidae	<i>Schendyla nemorensis</i>	17	13	0	3,4	5,0		31,0	20,0	

Tabella 5: Misure delle protuberanze presenti sul labbro. Note: gli esemplari sono elencati seguendo l'ordine alfabetico della famiglia, del genere e della specie cui appartengono.

codice	famiglia	specie	larghezza epifaringe (µm) max	porzione anteriore max	porzione posteriore max	diagonale max scuti (µm)	lunghezza max punte scuti (µm)	numero sensilli	diametro sensilli (µm)
G24	Dignathodontidae	<i>Dignathodon microcephalus</i>	113			*	*	10	4,0
G16	Dignathodontidae	<i>Henia bicarinata</i>	164			6,0	1,0	6	8,0
G12	Dignathodontidae	<i>Henia cf. vesuviana</i>		145	46	4,0	6,4	1	6,4
G20	Dignathodontidae	<i>Henia cf. vesuviana</i>		243	123	1,1	11,0	6	4,6
G9	Geophilidae	<i>Clinopodes flavidus</i>		98	211	6,0	9,4	3	4,5
G4	Geophilidae	<i>Geophilus alpinus</i>	191			5,0	7,0	4	*
G10	Geophilidae	<i>Geophilus alpinus</i>	211			5,3	2,0	7	4,5
G11	Geophilidae	<i>Pachymerium ferrugineum</i>	221			5,3	0,7	6	*
G15	Geophilidae	<i>Pleurogeophilus mediterraneus</i>	297			5,5	2,0	4	3,3
G23	Geophilidae	<i>Stenotaenia linearis</i>	190			6,3	2,5	4	4,0
G21	Himantariidae	<i>Himantarium gabrielis</i>	*			3,0	12,0	*	*
G6	Himantariidae	<i>Stigmatogaster gracilis</i>	*			4,0	8,0	*	*
G25	Himantariidae	<i>Stigmatogaster gracilis</i>	256			3,0	6,3	*	*
G1	Linotaeniidae	<i>Strigamia crassipes</i>	222			5,0	6,4	4	6,0
G14	Linotaeniidae	<i>Strigamia crassipes</i>	282			5,0	4,0	6	5,4
G18	Mecistocephalidae	<i>Arrup kyushuensis</i>	183			1,3	11,0	*	*
G13	Mecistocephalidae	<i>Tygarrup cf. nepalensis</i>	331			3,0	23,0	5	6,1
G7	Oryidae	<i>Orya barbarica</i>	218			*	*	92	4,5
G22	Schendylidae	<i>Nannophilus eximius</i>	148			5,0	2,5	20	2,0
G26	Schendylidae	<i>Nannophilus eximius</i>	167			4,0	3,3	19	2,7
G5	Schendylidae	<i>Schendyla cf. carniolensis</i>		113	87	5,1	3,5	14	4,8
G17	Schendylidae	<i>Schendyla nemorensis</i>		135	95	6,0	6,7	16	3,7

Tabella 6: Misure dell'epifaringe e strutture presenti in essa. Note: gli esemplari sono elencati seguendo l'ordine alfabetico della famiglia, del genere e della specie cui appartengono; \* indica le misure non effettuate per l'assenza delle strutture considerate o per la difficoltà nell'effettuare una misura corretta.



## DISCUSSIONE

Lo studio delle micrografie acquisite ha rivelato, nel labbro dei Geophilomorpha, una diversità morfologica notevolmente maggiore dell'atteso e di quanto documentato finora in letteratura.

Il cosiddetto "labbro" dei Geophilomorpha costituisce il margine posteriore del clipeo, dal quale tuttavia non è sempre morfologicamente distinto.

Vi si possono generalmente riconoscere un pezzo mediano e due pezzi laterali; solo in alcuni casi, come in *Henia bicarinata* e *Henia vesuviana*, il labbro è costituito da un'unica sclerite trasversale che sembra corrispondere al solo pezzo mediano delle altre specie.

Il pezzo mediano è molto sviluppato in alcune specie, in altre è invece così sottile da sembrare assente; di regola ha andamento rettilineo, ma può curvarsi a formare un arco concavo posteriormente, come avviene negli Schendylidae e negli Himantariidae.

Sul margine libero del labbro si osservano protuberanze di diverso tipo: denti, tubercoli e fimbrie. Tipologia e disposizione di queste protuberanze sono caratteristiche delle singole specie, mentre il loro numero è soggetto a qualche variazione: in effetti, nelle specie delle quali ho analizzato più esemplari ho trovato differenze dovute verosimilmente alla loro diversa età.

Nella famiglia Mecistocephalidae il labbro ha una struttura diversa da quella di tutti gli altri Geofilomorfi. Qui il labbro è formato da un robusto dente mediano affiancato da due porzioni laterali, ciascuna delle quali comprende un'ala anteriore e un'ala posteriore. Nonostante questa difformità, la conformazione del labbro in tre pezzi viene tuttavia mantenuta anche in questa famiglia.

L'osservazione di più specie all'interno di una stessa famiglia ha rilevato in genere una notevole omogeneità nella morfologia del labbro per ciascuna famiglia, ma con la notevole eccezione dei Dignathodontidae, dove il labbro e l'epifaringe presentano morfologia diversa nelle varie specie, una situazione che invita ad ulteriori approfondimenti.

Per ogni famiglia, quindi (eccetto la famiglia Dignathodontidae), è stato possibile definire un modello peculiare per la morfologia del labbro e dell'epifaringe:

- **Famiglia Mecistocephalidae:** il labbro presenta un dente mediano e due pezzi laterali, ognuno formato da un'ala anteriore e un'ala posteriore. L'epifaringe è ampia e rivestita da scuti odontofori.
- **Famiglia Himantariidae:** il labbro presenta un arco mediano e due pezzi laterali, non nettamente separati tra loro. L'epifaringe è ampia e rivestita da scuti odontofori.
- **Famiglia Schendylidae:** il labbro presenta un arco mediano e due pezzi laterali, non nettamente separati tra loro. L'epifaringe è ampia e rivestita da scuti pettinati.
- **Famiglia Oryidae:** il labbro presenta un unico pezzo conformato a banda trasversale. L'epifaringe è ampia e priva di scuti, ma tappezzata da sensilli.
- **Famiglia Geophilidae:** il labbro presenta un pezzo mediano e due pezzi laterali, non sempre nettamente separati tra loro. L'epifaringe ha aspetto bilobato ed è rivestita da scuti pettinati.
- **Famiglia Linotaeniidae:** il labbro presenta un pezzo mediano e due pezzi laterali, ben distinti tra loro. I pezzi laterali sono sovrapposti parzialmente al pezzo mediano. L'epifaringe ha aspetto bilobato ed è rivestita da scuti pettinati.

In base ai modelli rilevati si possono notare alcune precise corrispondenze strutturali: così nella morfologia del labbro degli Himantariidae e degli Schendylidae, nella struttura bilobata dell'epifaringe nei Geophilidae e nei Linotaeniidae e nella presenza di scuti pettinati condivisa da Schendylidae, Geophilidae, Linotaeniidae e Dignathodontidae.

Considerando gli alberi filogenetici proposti da Edgecombe & Giribet (2007), Edgecombe & Koch (2005) e Bonato et al. (2003), usando le specie da me osservate e quelle analizzate da Edgecombe & Koch (2005), ho potuto effettuare una ricostruzione dei caratteri ancestrali principali del labbro e dell'epifaringe, secondo il principio della massima parsimonia.

• **Numero dei pezzi che compongono il labbro:** (Figura 23) il labbro come carattere ancestrale si presenta composto da tre pezzi ben distinti tra loro, che in alcune linee evolutive, tendono a fondersi in unico pezzo. Nei Ballophilidae, Schendylidae e Himantariidae si ha la condivisione di questa condizione derivata, quindi vi è una sinapomorfia che indica una parentela tra le tre diverse famiglie. Lo stesso cambiamento evolutivo si ha anche in *Henia bicarinata* e *Henia vesuviana*, ciò non indica parentela con gli Schendylidae, ma rientra nel complesso delle condizioni alternative del carattere “pezzi che compongono il labbro” che si sono evolute, come si è detto, all’interno dei Dignathodontidae.

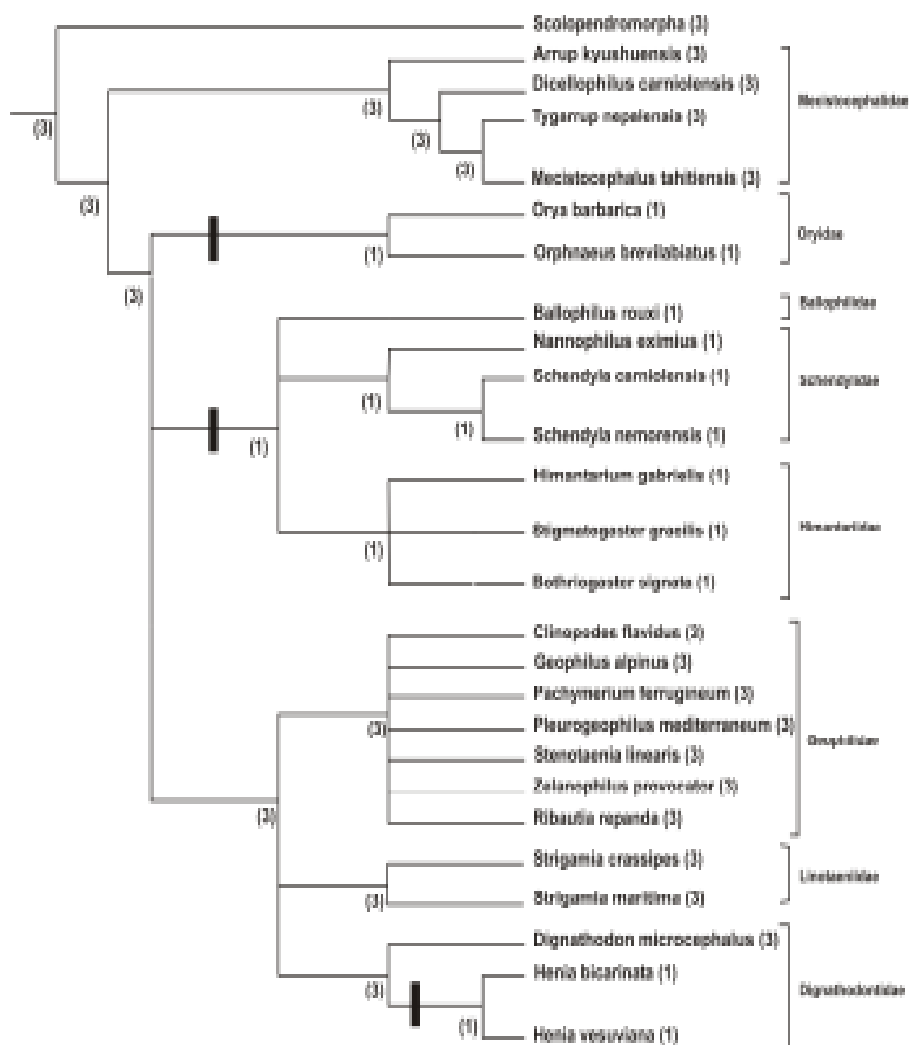


Figura 23: Cambiamenti evolutivi del carattere “numero pezzi che compongono il labbro”, esaminati in riferimento ad un albero filogenetico dei Geophilomorpha (cf. Edgecombe & Giribet (2007)). Note: 3= tre pezzi; 1= un pezzo; la barra nera indica un cambiamento di stato del carattere.

• **Presenza di fimbrie nel labbro:** (Figura 24) la condizione ancestrale è l'assenza di fimbrie sul labbro, queste compaiono nei Geophilidae (sinapomorfia tra i vari generi) e in *Henia vesuviana*, dove però le fimbrie sono molto più lunghe. Con ogni probabilità, la comparsa delle fimbrie in quest'ultima specie è indipendente dalla loro origine alla base dei Geophilidae.

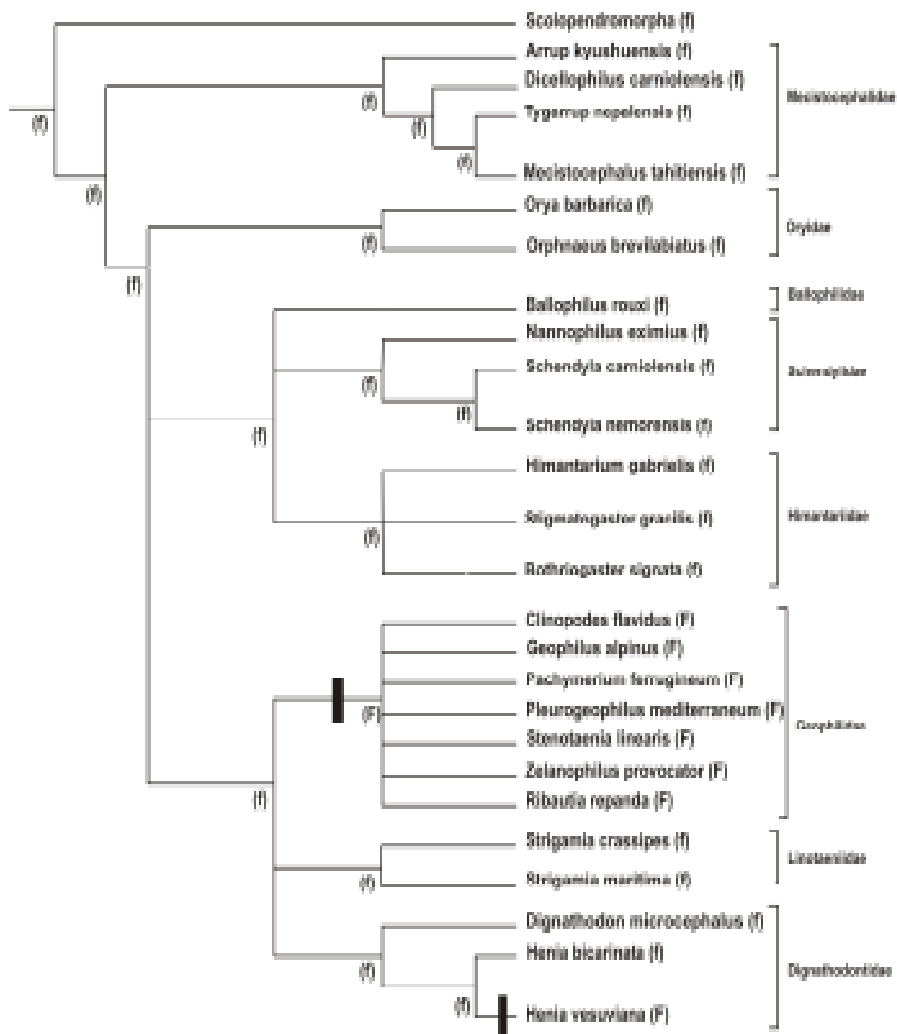


Figura 24: Cambiamenti evolutivi del carattere “presenza di fimbrie nel labbro”, esaminati in riferimento ad un albero filogenetico dei Geophilomorpha (cf. Edgecombe & Giribet (2007)). Note: F= presenza di fimbrie; f= assenza di fimbrie; la barra nera indica un cambiamento di stato del carattere.

• **Presenza di tubercoli sul labbro:** (Figura 25) la condizione ancestrale è l'assenza di tubercoli, che compaiono con un cambiamento evolutivo negli Schendylidae (indicando una sinapomorfia tra i vari generi) e con un'origine indipendente nei Geophilidae e in *Henia bicarinata*. Sulla base delle informazioni raccolte e del criterio della massima parsimonia, non è possibile riconoscere se i tubercoli siano comparsi alla base dell'intera linea dei Geophilidae, scomparendo poi secondariamente in una o più linee, o se siano comparse più volte all'interno dei Geophilidae.

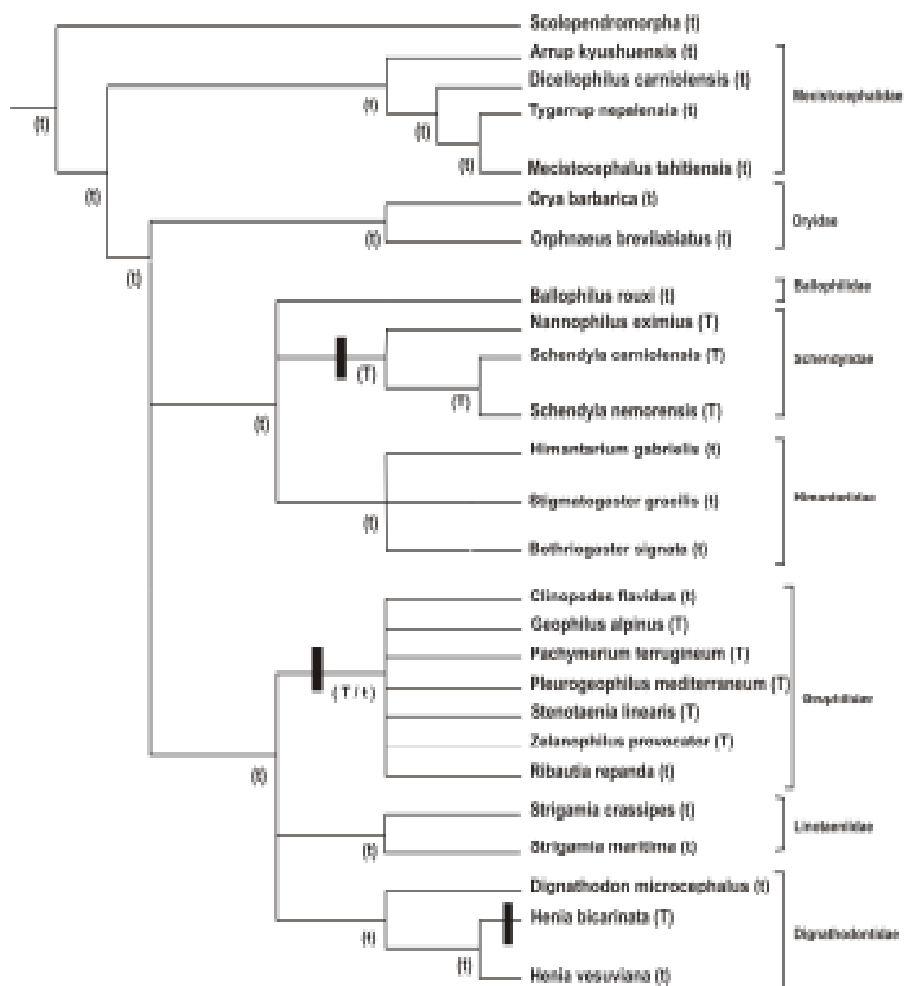


Figura 25: Cambiamenti evolutivi del carattere “presenza di tubercoli nel labbro”, esaminati in riferimento ad un albero filogenetico dei Geophilomorpha (cf. Edgecombe & Giribet (2007)). Note: T= presenza di tubercoli; t= assenza di tubercoli; la barra nera indica un cambiamento di stato del carattere.

• **Aspetto dell'epifaringe:** (Figura 26) come carattere ancestrale l'epifaringe presenta una forma ampia, che solo nei Geophilidae, Linotaeniidae e Dignathodontidae cambia, con un cambiamento evolutivo, in una forma bilobata. La ricerca di un carattere ancestrale nei rami evolutivi di queste tre famiglie non può essere risolta mediante la tecnica della massima parsimonia, perché il numero di cambiamenti evolutivi, verso una forma ampia o bilobata, è lo stesso. L'ipotesi più probabile, tenendo conto degli outgroup, è la comparsa una sola volta della bilobatura, che poi si è semplificata in alcuni Dignathodontidae ritornando al carattere ancestrale. Questo avvalora anche l'ipotesi di una sinapomorfia tra le famiglie Geophilidae, Linotaeniidae e Dignathodontidae.

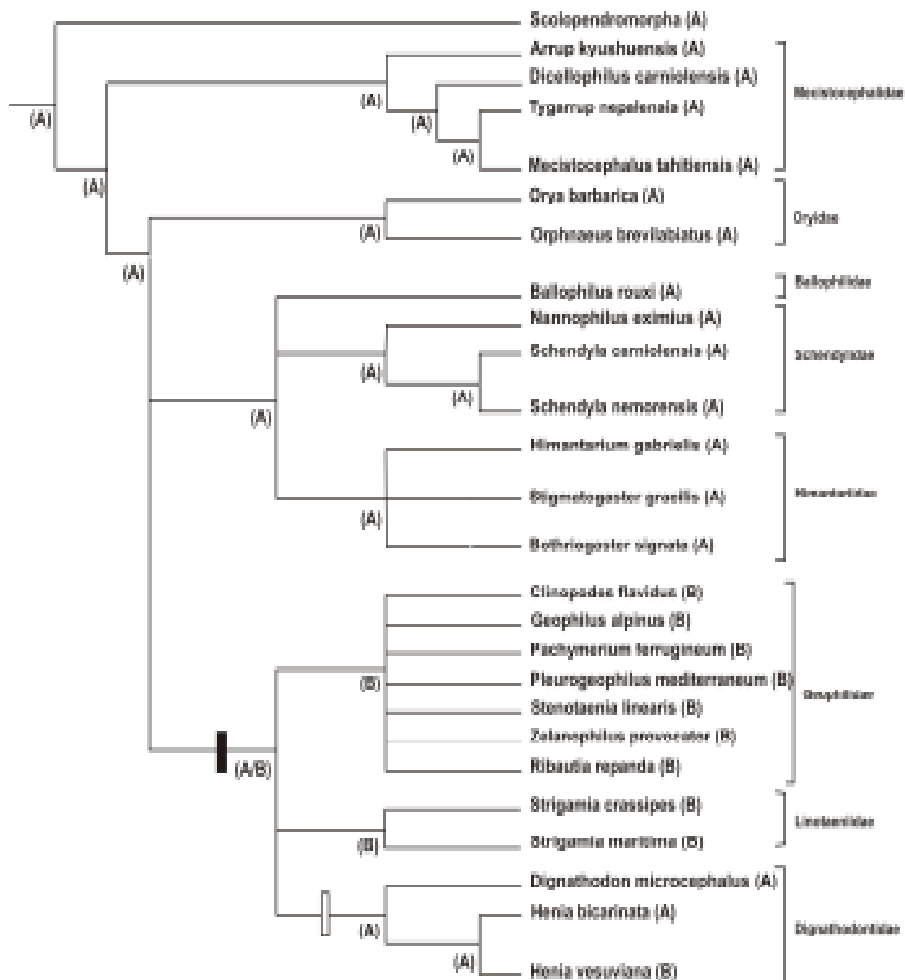


Figura 26: Cambiamenti evolutivi del carattere “forma dell'epifaringe”, esaminati in riferimento ad un albero filogenetico dei Geophilomorpha (cf. Edgecombe & Giribet (2007)). Note: A= ampia; B= bilobata; le barre indicano un cambiamento del carattere: in particolare, la barra nera indica la comparsa di uno stato diverso da quello ipotizzato come basale nei Geophilomorpha e la barra bianca una reversione verso quest'ultimo.

• **Tipo di scuti nell'epifaringe:** (Figura 27) non è stato possibile identificare la condizione ancestrale per l'assenza di informazioni riguardanti la forma degli scuti presenti nell'epifaringe degli Scolopendromorpha. Con la tecnica della massima parsimonia, l'ipotesi più probabile è quella di una transizione indipendente da scuti pettinati a scuti odontofori alla base degli Himantariidae e in *Henia vesuviana*. Inoltre vi sono più casi in cui le proiezioni degli scuti sono scomparse, come in Oryidae e in alcuni Dignathodontidae.

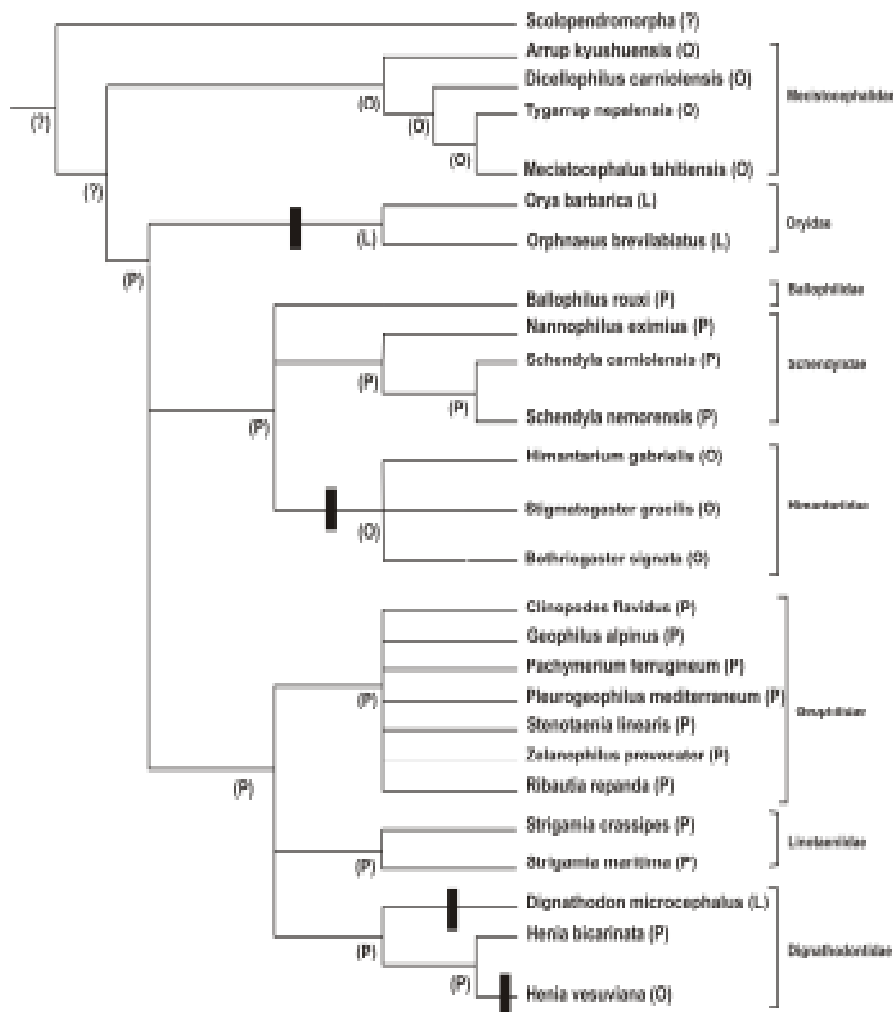


Figura 27: Cambiamenti evolutivi del carattere "tipo di scuti nell'epifaringe", esaminati in riferimento ad un albero filogenetico dei Geophilomorpha (cf. Edgecombe & Giribet (2007)). Note: L= scuti lisci; P= scuti pettinati; O= scuti odontofori; la barra nera indica un cambiamento di stato del carattere.

In conclusione, questo lavoro fornisce le basi per uno studio comparativo del labbro nei Geophilomorpha, ma soltanto mediante lo studio di un numero maggiore di specie (e di più esemplari di una stessa specie) sarà possibile valutare rigorosamente il valore filogenetico e tassonomico dei caratteri osservati.

## BIBLIOGRAFIA

- ◆ **Attems, C.** (1926) Chilopoda. In: Kükenthal W. & Krumbach Th. (Eds.), *Handbuch der Zoologie. De Gruyter, Berlin & Leipzig.* 4 (1): 239-402.
- ◆ **Attems, C.** (1929) Myriapoda. 1. Geophilomorpha. *Des Tierreich. De Gruyter, Berli.* 52: 1-388.
- ◆ **Bonato, L., Minelli, A. & Pereira, L. A.** (2007) Taxonomic and nomenclatural notes on the centipede genera *Chomatobius*, *Ityphilus*, *Hapleurytion*, *Plateurytion* and *Steneurytion* (Chilopoda: Geophilomorpha). *Zootaxa.* 1485: 1-12.
- ◆ **Bonato, L., Foddai, D. & Minelli, A.** (2003) Evolutionary trends and patterns in centipede segment number based on a cladistic analysis of Mecistocephalidae (Chilopoda: Geophilomorpha). Department of Biology, University of Padova, Padova, Italy.
- ◆ **Brolemann, H. W.** (1930) Éléments d'une faune des myriapodes de France. Chilopodes. *Imprimerie Toulousaine, Toulous.* XIX+405pp.
- ◆ **Brolemann, H. W. & Ribaut, H.** (1912) Essai d'une monographie des Schendylina Myriapodes Geophilomorphe. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, Pari.* 4: 53-183.
- ◆ **Chalande J., Ribaut H.** (1909) Études sur la Systematique de la famille des Himantariidae (Myriapodes). *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale.* 1: 197-275.
- ◆ **Eason, E. H.** (1964) Centipedes of the British isles. *Warne, London.* X+294pp.
- ◆ **Edgecombe, G. D., Giribet G.** (2007) Evolutionary Biology of Centipedes (Myriapoda: Chilopoda). *Annual Review of Entomology.* 11: 97-115.
- ◆ **Edgecombe, G. D., Koch M.** (2005) The peristomatic organs of Geophilomorpha (Myriapoda: Chilopoda) and the phylogenetic position of *Craterostigmus* (dati inediti). Freie Universität Berlin, Institute of Biology, Dep. Animal Evolution and Systematics.
- ◆ **Foddai, D., Minelli, A. & Pereira, L. A.** (2000) New taxa of Neotropical Geophilomorpha (Chilopoda). A catalogue of the geophilomorph centipedes (Chilopoda) from Central and South America including Mexico. *Amazoniana.* 16: 59-185.



- ◆ **Haase, E.** (1887) Die Indisch-Australischen Myriapoden. I. Chilopoden. *Abhandlungen und Berichte des Königlichen Zoologischen und Anthropologisch-Ethnographischen Museums zu Dresden*. 5: 1-118.
- ◆ **Koren, A.** (1986) Die Chilopoden-Fauna von Kärnten und Osttirol. 1. Geophilomorpha Scolopendromorpha. *Carinthia II*. 43: 1-85.
- ◆ **Latzel, R.** (1880) Die Myriapoden der Österreichisch Ungarischen Monarchie. *Fischer, Wien*. 1: XV+228pp.
- ◆ **Lewis, J. G. E.** (1981) The Biology of centipedes. *University Press, Cambridge*. VII+476pp.
- ◆ **Matic, Z.** (1972) Fauna Republicii Socialiste Romania. Clasa Chilopoda Subclasa Epimorpha. *Academiei Republicii Socialiste Romania, Bucuresti*. 6: 1-220.
- ◆ **Minelli, A.** (2006) "Chilobase" A World Catalogue of Centipedes (Chilopoda) for the Web. Consultabile on-line al sito: <http://chilobase.bio.unipd.it>. Consultato nell'anno 2008.
- ◆ **Pereira, L. A.** (2000) The preparation of centipedes for microscopical examination with particular reference to the Geophilomorpha. *Bulletin of the British Myriapod Group*. 16: 22-25.
- ◆ **Turk, F. A.** (1955) The chilopods of Peru with description of new species and some zoogeographical notes on the Peruvian chilopod fauna. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 125: 469-504.
- ◆ **Uliana, M. Bonato, L. & Minelli, A.** (2007) The Mecistocephalidae of the Japanese and Taiwanese Island (Chilopoda: Geophilomorpha). *Zootaxa*. 1396: 1-84.
- ◆ **Verhoeff, K. W.** (1902-1925) Chilopoda. In: Bronn H.G. (ed) 1902-1925. *Klassen und Ordnungen des Tierreiches*. 5(2): 725pp.

# **Appendice I: Protocollo per la preparazione di capsule cefaliche di Geofilomorfi per il SEM**

## **Dissezione della capsula cefalica**

La dissezione viene effettuata utilizzando uno stereoscopio, pinzette di dimensioni diverse e spilli entomologici. L'esemplare viene mantenuto in glicole etilenico e il procedimento di dissezione prevede quattro fasi principali.

1. Il distacco della capsula cefalica dal tronco avviene lavorando sulla superficie dorsale dell'esemplare, intaccando con un sottilissimo spillo entomologico la membrana articolare tra il margine posteriore della capsula cefalica e il margine anteriore del tergite forcipulare, mentre con un altro spillo, mantenuto a 90° rispetto all'altro, si tiene fermo il tronco.
2. Si posiziona la capsula cefalica con la regione ventrale verso l'alto e si procede al distacco delle prime e seconde mascelle. Ciò si effettua sempre con uno spillo, intaccando la membrana articolare ad un lato del coxosternite delle seconde mascelle.
3. Si ruota il complesso di mascelle di 180° e lo si stacca dalla capsula cefalica, sempre intaccando con spilli la membrana articolare del lato opposto.
4. Le mandibole vengono rimosse, sempre utilizzando degli spilli, per consentire l'osservazione della superficie interna del labbro (Pereira, 2000).

Infine, le mandibole e il complesso delle mascelle sono inseriti in un pezzettino di carta, bagnato con etanolo, chiuso con parafilm, che viene nuovamente inserito nella provetta che conteneva il campione, in modo che queste parti non vadano perse.

## **Disidratazione della capsula cefalica**

Il protocollo generale della disidratazione prevede:

- Lavaggio in etanolo 70% in acqua distillata (15min)
- Sonicatura a quattro impulsi (5s per campione), ripetuta due volte. Se si utilizza il sonicatore LABSONIC U della B.Braun (come da me effettuato presso il Dipartimento di Biologia), si opera con la punta sottile, pulita prima con alcol, si preme "low -", si posiziona "power level" al minimo e la manopola "doty cycle" a 0,5.

Si posiziona la punta dentro l'eppendorf con il campione, senza toccare le pareti, e si utilizza la modalità costante per produrre gli impulsi

- Lavaggio in etanolo 70% in acqua distillata (5min\* 3), in blanda agitazione
- Lavaggio in etanolo 80% in acqua distillata (15min), in blanda agitazione
- Lavaggio in etanolo 95% in acqua distillata (15min), in blanda agitazione
- Lavaggio in etanolo 100% in acqua distillata (15min\* 2), in blanda agitazione
- Disidratazione in soluzione 1: 1 di etanolo 100% e esametildisilazano (7min), sotto cappa
- Disidratazione in esametildisilazano 100% (10min), sotto cappa

Passare i preparati con una goccia di esametildisilazano su un pezzo di carta da bancone e lasciar evaporare (ATTENZIONE: sotto cappa i pezzi piccoli potrebbero andare dispersi).

## **Montaggio della capsula cefalica sul supporto per il SEM**

I supporti utilizzati per il SEM sono dei funghetti di acciaio, sui quali è posto un pezzettino di nastro biadesivo. Utilizzando lo stereoscopio si pone sul nastro biadesivo la capsula cefalica disidratata con la regione ventrale rivolta verso l'alto. Con l'aiuto di spilli si preme leggermente sulle antenne e sulla parte posteriore della capsula cefalica, in modo che il capo risulti ben incollato. Per prendere le capsule cefaliche e posizionarle in modo corretto sul funghetto si possono usare delle pinzette molto sottili o puntali da pipetta graduata, la cui punta viene piegata usando il calore della fiamma di un accendino. In entrambi i casi, le capsule cefaliche si prendono dalle antenne. Se questo è fatto con le pinzette si deve stare attenti a non premere troppo, altrimenti le antenne si staccano, se lo si fa con i puntali (alternativa migliore per esemplari molto piccoli) si può aumentare la forza elettrostatica, con cui si solleva la capsula cefalica, strofinandoli sul camice.

## **Doratura dei funghetti**

Posizionare i funghetti sull'apposito portafunghetti, all'interno dello Sputter Coater (io ho usato il modello S150-B dell'Edwards del Dipartimento di Biologia) e seguire la seguente procedura:

1. Si apre il coperchio e si controlla che la piastra sia avvitata. S'inserisce il portafunghi e si chiude bene il tutto, anche la valvola sotto "air admit" e si gira la vite sulla cannula della bombola dell'argon.
2. Si preme "≈", "RP" (pulsanti quadrati a dx) e si apre la valvola della bombola dell'argon. La lancetta grande a sx deve alzarsi e poi scendere sotto il valore di 4 mbar. Quindi si regola il voltaggio a 9 mV e s'imposta il timer a 4 minuti. Quando si arriva sotto i 4 mbar si fanno 4 lavaggi con argon. Questo è fatto aprendo la valvola "air admit" e attendendo che la pressione torni sotto i 4 mbar. Infine si arriva tra i 6 e gli 8 mbar aprendo e richiudendo leggermente la valvola "air admit" con 9mV di voltaggio.
3. Per terminare si preme il pulsante "HT" e i pulsanti a dx di "HT" e "time", così si accende una spia luminosa. Appena questa spia si spegne si chiude l'Argon dalla bombola e si premono i pulsanti rossi per spegnere "HT" e "≈". Si spengono i pulsanti quadrati a dx di "HT" e si aprono "air admit" e la vite sulla cannula della bombola dell'argon.

## **Appendice II: Protocollo per l'utilizzo del SEM**

Per iniziare a lavorare con il microscopio elettronico a scansione Stereoscan 260 della Cambridge Instruments Ltd da me utilizzato presso il Dipartimento di Biologia, bisogna spegnere "Chamber Vacuum" e attendere. Una volta entrata sufficiente aria all'interno della camera che ospiterà i campioni da osservare, si apre una porta che espone all'esterno il portafunghi. Si dispongono i funghetti con una pinzetta, che permette di avvitare le viti sotto i funghetti, senza toccare le manopole connesse al portafunghi. Quindi si chiude la porta, si accende "Chamber Vacuum" e si attende che si accenda la luce sul display.

### **Accensione**

- Si preme "Operate", "Freeze", "FILAMENT Beam", "EHT High", "EHT Adjust"
- si regola il voltaggio tra 8 e 12 kV (11kV è il valore ottimo)
- si preme "Gun Align", e si gira la manopola "FILAMENT Adjust" MOLTO LENTAMENTE fino a quando non appare nello schermo una "palla verde" che poi si richiude
- si preme "Gun Align" e appaiono le immagini dei preparati sullo schermo del computer

### **Osservazione e acquisizione dell'immagine**

Una volta terminata l'accensione, si può lavorare all'acquisizione delle immagini:

- ◆ Per mettere a fuoco in modo grossolano si preme "Focus Coarse" + e -, mentre se si vuole mettere a fuoco in modo più fine si usano le manopole sottostanti
- ◆ Si accende sull'altro computer il programma "Intellicam" e si sceglie l'opzione "PAL"
- ◆ si centra il preparato ruotando la manopola di rotazione del portafunghi e la manopola per gli assi X e Y. Per ruotare l'immagine si preme "Angle Select" e si può accendere "XY Beam" se si vuole usare il Joystick per i piccoli spostamenti, invece che le manopole x e y
- ◆ per ingrandire l'immagine si preme "Magnification" (se "Coarse" è acceso si fanno ingrandimenti alti, se è spento ingrandimenti bassi)
- ◆ per modificare l'asse Z vi è la manopola apposita

- ◆ a volte è necessario modificare anche la risoluzione, premendo “Resolution” arrivando a valori, di solito, tra 8 e 10
- ◆ una volta finita la procedura di modificazione dell’immagine, si passa all’acquisizione. Si preme “Scan Rate” sul pulsante “Small” e dopo aver messo bene a fuoco si preme “Scan Rate” sul pulsante “Slow”
- ◆ si possono usare le manopole “Auto brightness” e “Contrast” per migliorare il contrasto dell’immagine e si può regolare la luminosità con la manopola “Hold”
- ◆ si ripulisce la foto premendo “Image Store” sul pulsante “Line” e dopo pochi secondi si preme “Freeze”. Quando la luce sul pulsante “Freeze” si accende si può salvare la foto dando a questa un nome opportuno
- ◆ per ripartire si sblocca l’immagine premendo “Hold”, “Frame average”, “Freeze” e “Scan Rate” sul pulsante “Fast”

### **Spegnimento**

- si pone “Magnification” al minimo e si preme “Coarse”
- si pone “Scan rotate” a zero e si preme “Select”, “Hold” e si azzerà “adjust filament” girando lentamente la manopola
- s'azzerà “adjust EHT” (arrivando a 4 kV) e si preme “High” e “Beam”, “Operate”
- infine se si devono rimuovere i preparati si preme “Chamber Vacuum”. Si attende che sia possibile aprire la camera e rimuovere i funghetti per metterli in ambiente secco (es.: in una capsula Petri con sali di Silice). Si chiude la camera, si riaccende “Chamber Vacuum” e si attende che la luce d'indicazione si accenda

### **Conversione delle foto in formato .jpeg**

Si selezionano le foto in formato “.mim”, si sceglie su strumenti la modalità di Conversione, si rifelezionano le foto interessate e si clicca su “inizia”.