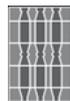


I QUADERNI
DELL'OSSERVATORIO
Numero speciale



Strutture cuticolari dei peli di Mammiferi italiani Manuale di Riconoscimento



AUTORI

Giuseppina Lombardi, Regione Umbria, Osservatorio Faunistico Regionale
Bernardino Ragni, Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale

PROGETTO GRAFICO ED IMPAGINAZIONE

Giuseppina Lombardi

COPERTINA

Giuseppina Lombardi

STAMPA

LITOSTAMPA s.n.c.
Ponte San Giovanni (PG)

ISBN 88-904627-5-7

I QUADERNI
DELL'OSSERVATORIO
Numero speciale

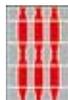


Strutture cuticolari dei peli di Mammiferi italiani

Manuale di Riconoscimento



Giuseppina Lombardi, Bernardino Ragni



Presentazione

Proseguingo nell'azione divulgativa delle attività dell'Osservatorio Faunistico regionale pubblichiamo un volume specialistico, realizzato in collaborazione con l'Università degli Studi di Perugia, arricchendo così la collana de "I Quaderni dell'Osservatorio", che ha ospitato importantissimi volumi sulle popolazioni di fauna selvatica presenti sul territorio regionale.

La presente pubblicazione non riguarda uno studio particolare di un determinato gruppo tassonomico, quanto piuttosto la messa a punto di un metodo per la determinazione dei peli di Mammiferi, fino all'attribuzione ad una determinata specie: rappresenta una chiave di identificazione dei peli dei Mammiferi. È un'opera che può essere di grande utilità come strumento di riferimento per quanti conducono studi sulle popolazioni di Mammiferi.

I peli possono essere utilizzati sia come indici di presenza sul territorio (rinvenuti in maniera occasionale o con l'utilizzo di apposite "hair-trap", vere e proprie trappole per strappare i peli degli animali che vi transitano), sia come indici per valutare il tipo di alimentazione di un predatore, appartenente alla classe dei Mammiferi o a quella degli Uccelli, che si nutre di Mammiferi o Micromammiferi.

Ai nostri giorni esistono metodologie più precise per analizzare i peli, come quelle che fanno ricorso alla genetica, che possono arrivare non solo alla identificazione della specie, ma a quella del singolo individuo, sono però molto più costose sia in termini di macchinari utilizzati, sia di messa a punto del metodo idoneo per una data specie, sia di addestramento degli operatori preposti. La conseguenza è che i laboratori specializzati per le indagini genetiche su alcune specie di Mammiferi sono limitati sul territorio nazionale.

Per effettuare indagini sulle abitudini alimentari di un predatore, che devono per forza di cose prevedere l'identificazione di peli appartenenti ad un vasto range di possibili specie preda è utile un metodo meno costoso e di più agevole applicabilità. L'analisi al microscopio ottico della cuticola dei peli, utilizzata ormai da decenni, con metodologie via via evolutesi, rappresenta in questi casi una valida alternativa alla genetica.

Siamo lieti di pubblicare questo volume nella nostra collana nella convinzione che sarà molto utile a naturalisti e biologi o anche al semplice appassionato che voglia soddisfare la curiosità di determinare dei segni di presenza rinvenuti nei luoghi a lui familiari.

*L'Assessore regionale all'Agricoltura e Foreste, Aree Protette,
Parchi, Caccia, Pesca, Sicurezza, Polizia Locale
Fernanda Cecchini*

Sommario

P RESENTAZIONE	5
C APITOLO 1	11
 PREMESSA E SCOPI	
1.1 Introduzione	13
1.2 Oggetto e scopi dello studio	13
1.3 Generalità sui peli	14
C APITOLO 2	23
 MATERIALI E METODI	
2.1 Tipi di pelo	25
2.2 Componenti del pelo	26
2.3 Tipi di esame	28
2.4 Esami implementati	37
C APITOLO 3	41
 RISULTATI	
3.1 Organizzazione della raccolta di peli di riferimento	43
3.2 Archiviazione degli stampi cuticolari	45
3.3 Identificazione del pelo	46
3.4 Procedura pratica di analisi di un deposito fecale	47
3.5 Formulazione della diagnosi	49
3.6 Modelli cuticolari dei campioni di riferimento	51
3.7 Schede dei disegni cuticolari dei campioni di riferimento	54
PELI CON CONSISTENZA DI SETOLA	57
Cinghiale - <i>Sus scrofa</i>	58
Istrice - <i>Hystrix cristata</i>	60
Riccio - <i>Erinaceus europaeus</i>	62
SCAGLIE CON MARGINI LISCI LUNGO TUTTO IL DECORSO DEL PELO	65
Capriolo - <i>Capreolus capreolus</i>	66
Cervo - <i>Cervus elaphus</i>	68
SCAGLIE CON MARGINI LISCI AD ECCEZIONE DELL'ESTREMITÀ DISTALE	71
Camoscio alpino - <i>Rupicapra rupicapra</i>	72
Cavallo - <i>Equus caballus</i>	74

Daino – <i>Dama dama</i>	76
Muflone – <i>Ovis musimon</i>	78
SCAGLIE CON MARGINI LISCI NELLA METÀ PROSSIMALE E INCRESPATI NELLA METÀ DISTALE	81
Bue – <i>Bos taurus</i>	82
Cane domestico (Pointer-setter) – <i>Canis lupus familiaris</i>	84
Capra domestica – <i>Capra aegagrus hircus</i>	86
Marmotta – <i>Marmota marmota</i>	88
Tasso – <i>Meles meles</i>	90
SCAGLIE CON MARGINI LISCI NELLA METÀ PROSSIMALE E CRENTATI NELLA METÀ DISTALE	93
Gatto domestico – <i>Felis silvestris catus</i>	95
Gatto domestico (Soriano) – <i>Felis silvestris catus</i>	96
Gatto selvatico europeo – <i>Felis silvestris silvestris</i>	98
Lince eurasiatica – <i>Lynx lynx</i>	102
Orso bruno – <i>Ursus arctos</i>	104
SCAGLIE A BORDI INCRESPATI	109
Pecora domestica – <i>Ovis aries</i>	110
SCAGLIE A PUNTALE NELLA PARTE PROSSIMALE	113
Coniglio domestico – <i>Oryctolagus cuniculus</i>	114
Lepre comune – <i>Lepus europaeus</i>	118
Lepre variabile – <i>Lepus timidus</i>	122
SCAGLIE A PETALO DI DIAMANTE LARGO NELLA PARTE PROSSIMALE	127
Volpe – <i>Vulpes vulpes</i>	128
SCAGLIE A PETALO DI DIAMANTE STRETTO NELLA PARTE PROSSIMALE	131
Cane domestico (Pastore tedesco) – <i>Canis lupus familiaris</i>	132
Cane domestico (Siberian husky) – <i>Canis lupus familiaris</i>	136
Lupo – <i>Canis lupus lupus</i>	140
Donnola – <i>Mustela nivalis</i>	142
Ermellino – <i>Mustela erminea</i>	144
Lontra – <i>Lutra lutra</i>	148
Martora – <i>Martes martes</i>	152
Faina - <i>Martes foina</i>	156
Puzzola – <i>Mustela putorius</i>	160
Sciattolo – <i>Sciurus vulgaris</i>	166
3.8 Specifiche diagnostiche	168



CHIAVE DICOTOMICA

177



CONCLUSIONI

179

RINGRAZIAMENTI 183

BIBLIOGRAFIA 185

INDICE ALFABETICO DELLE SPECIE

Nomi italiani 189

Nomi latini 191



1

Premessa e
scopi

1.1 Introduzione

Lo studio che presentiamo si è reso utile e necessario nell'ambito del metodo naturalistico per interpretare e identificare alcuni dei segni di presenza dei *taxa* oggetto di studio.

Nel metodo naturalistico le indagini vengono condotte riducendo al minimo il disturbo nei confronti del *taxon* indagato, perciò i contatti diretti saranno poco probabili e dovranno essere indagate impronte, tracce di varia natura, resti di pasto, depositi fecali ecc.

Soprattutto per l'indagine alimentare è fondamentale l'analisi di feci o boli raccolti sul campo o del contenuto gastrico di esemplari rinvenuti morti, in quanto è raro essere testimoni diretti di una presa alimentare.

L'identificazione corretta di gruppi di peli rinvenuti sul campo, in modi diversi, riducendo il margine d'errore perfeziona i risultati.

Per quanto sopra detto è molto importante riuscire ad attribuire dei peli sconosciuti ad una specie di Mammiferi o almeno al genere di appartenenza.

Su questo argomento sono stati editi diversi lavori, i primi che forniscono un significativo contributo si ebbero in America con Hausman (1920, 1924, 1930, 1944), anche se si ha notizia di studi sulla struttura dei peli a fini identificativi già verso la fine del 1800. Questi primi lavori furono essenzialmente qualitativi; le prime chiavi di identificazione basate su misurazioni della lunghezza e del diametro dei peli si ebbero sempre in America nel 1938 con Mathiak e nello stesso anno con Williams. Intorno alla metà del secolo scorso, si intensificarono le ricerche sulle fibre animali nel campo dell'industria tessile condotte soprattutto in Inghilterra dalla Wool Industries Research Association. Ricordiamo a questo proposito i lavori di Wildman (1932, 1940, 1954, 1961).

Studi approfonditi sul valore diagnostico dei peli sono stati condotti da M. G. Day (1966) e in tempi successivi ricordiamo gli studi di Hans Brunner & Brian J. Coman sulla fauna australiana (1974), le pubblicazioni di Albert Keller sulla fauna svizzera (1978, 1980, 1981), l'atlante fotografico di Sylvain Debrot *et al.* sui Mammiferi europei (1982). Anche in tempi recenti sono stati pubblicati numerosi studi sull'identificazione dei Mammiferi dai peli a sottolineare l'importanza e l'attualità di questa metodologia nonostante il progressivo sviluppo delle tecniche di analisi genetica, ricordiamo in Sud-Africa Seiler (2010), in Russia Chernova (2002, 2003), in Germania Meyer (2000, 2001, 2002) e in Italia De Marinis & Asprea (2006).

1.2 Oggetto e scopi dello studio

Lo studio è stato effettuato sui Mammiferi italiani ed in particolare su quelli di interesse per il gruppo di lavoro dell'Università degli Studi di Perugia, vale a dire quelli che si trovano nelle aree del territorio italiano oggetto di indagini zoologiche ed ecologiche da parte del gruppo stesso.

Scopo dello studio è stabilire dei criteri oggettivi per distinguere i peli dei diversi Mammiferi, criteri che poi possano essere utilizzati per analizzare gli indici di presenza dei *taxa* indagati, raccolti nelle stesse aree di studio.

Più in particolare gli scopi riguardano la messa in opera di un metodo di indagine che possa essere utilizzato nei seguenti casi:

a) studio del comportamento alimentare di Mammiferi predatori:

- identificazione dei peli che si rinvergono nelle feci di carnivori per attribuirli alla classe alimentare di appartenenza;
- identificazione dei peli che si rinvergono nel contenuto gastrico o intestinale di



esemplari del *taxon* oggetto di studio eventualmente rinvenuti morti per attribuirli alla classe alimentare di appartenenza;

- attribuzione del deposito fecale al *taxon* di cui si vogliono studiare le abitudini alimentari, in quanto in tutte le feci sono presenti anche dei peli dell'animale che li ha deposti, soprattutto per quanto riguarda i Felidi che hanno una spiccata tendenza all'auto-leccamento.

b) studio del comportamento alimentare di predatori non Mammiferi (Falconiformi, Accipitriformi e, soprattutto, Strigiformi):

- identificazione dei peli che si rinvergono nelle borre o boli o rigetti dei rapaci, per attribuirli alla classe alimentare di appartenenza. Tale metodo è indispensabile quando non si rinvergono nelle borre altri elementi utili per la diagnosi quali ossa o denti, che permettano di risalire con buona approssimazione al genere o alla specie di appartenenza;

c) studio sulla Microteriofauna di una zona:

è possibile stabilire qualitativamente e quantitativamente la Microteriofauna (*Insectivora, Rodentia*) di una determinata zona tramite:

- analisi di feci di Mammiferi predatori
- analisi di borre di Uccelli predatori
- analisi di resti di pasto

d) studi ecologici e etologici in generale:

il metodo è inoltre utilizzabile per indagare vari tipi di comportamento ogni qualvolta si rinvergono gruppi di peli che possano aiutare a far luce sugli eventi.

Per esempio ciuffi di pelo rinvenuti in luoghi dove si è svolta attività di predazione o di *self-grooming* (auto-manutenzione), possono confermare l'attribuzione dell'azione al *taxon* oggetto di studio.

1.3 Generalità sui peli

I peli sono filamenti cheratinizzati caratteristici dei Mammiferi, di dimensioni variabili.

Si va dai peli sottili e arricciati delle pecore, alle setole grosse e rade dei pachidermi, fino agli aculei rigidi e pungenti degli istrici, con dimensioni che variano da pochi micron fino a vari decimillimetri.

I peli sono annessi del tegumento, tessuto che media gli scambi del corpo con l'ambiente esterno e di notevole estensione in proporzione al volume del corpo stesso. Ci sembra perciò importante fornire nozioni generali anche su questo argomento, nonostante esuli dai propositi del presente lavoro. Le informazioni sono raccolte da testi specifici di istologia comparata (Patt & Patt, 1969) e di anatomia umana (Pasqualino Nesci, 1980).

Il tegumento nei Mammiferi raggiunge la massima corneificazione e il massimo sviluppo del sistema ghiandolare; in particolare si nota un maggior accumulo di cellule corneificate in zone particolari del corpo, quali piante dei piedi e polpastrelli che sono soggetti a maggiori sollecitazioni.

Si considera costituito di due parti che risultano distinguibili sia per la loro morfologia e funzionalità che per la loro origine embriologica.

La parte più esterna è l'epidermide, epitelio superficiale che deriva dall'ectoderma embrionale, quella sottostante è il derma, tessuto connettivo profondo che deriva dal mesoderma embrionale.



È l'epidermide che dà origine ai recettori, alle ghiandole, alle squame, alle penne, ai peli, alle unghie, alle corna, e ad altre appendici; il derma invece serve a dare un supporto ed a nutrire l'epidermide.

L'epidermide può variare di spessore secondo le parti del corpo, vi si possono comunque rinvenire quattro strati distinti dall'interno verso l'esterno:

- a) strato basale o germinativo composto di cellule cilindriche che si moltiplicano attivamente e consentono il rinnovamento continuo dell'epidermide. Viene detto anche strato spinoso perché le cellule sono fortemente connesse tra loro e se sottoposte a trazione assumono un aspetto "spinoso". In questo strato si trovano delle cellule derivate embriologicamente dalle creste neurali dette melanociti, le quali sintetizzano la melanina, il pigmento bruno responsabile del colorito della pelle. Inoltre vi sono le cellule dendritiche, della medesima origine embrionale, che assumono il pigmento melanico per fagocitosi, essendo incapaci di sintetizzarlo. Nell'uomo questo primo strato viene detto "strato germinativo del Malpighi" e viene ulteriormente suddiviso in strato basale e strato spinoso, considerati distinti;
- b) strato granuloso composto da cellule appiattite e poliedriche disposte in 3-5 strati, che presentano nel citoplasma granuli di cheratoialina, la quale è probabilmente una tappa intermedia nella formazione della cheratina. Lo strato prende il nome da tale caratteristica delle cellule che lo compongono;
- c) strato lucido composto da cellule appiattite e pluristratificate che presentano nel citoplasma e nel nucleo granuli di eleidina, sostanza rifrangente cui lo strato deve il nome;
- d) strato superficiale costituito da cellule morte, piatte e allungate che si desquamano continuamente e sono rimpiazzate dalle cellule sottostanti. È detto anche strato corneo perché è fortemente cheratinizzato, anche se si tratta del tipo di cheratina morbida .

Il derma é composto di due strati distinguibili:

- a) strato papillare, più superficiale e intimamente connesso con l'epidermide tramite delle estroflessioni, da cui il suo nome;
- b) strato reticolare, più spesso, ancorato al tessuto sottocutaneo, deve il suo nome alla presenza di fibre collagene e di fibre elastiche che formano un reticolo.

Le cellule del derma sono fibroblasti, macrofagi, melanoblasti, cellule adipose. Comprende inoltre fibre collagene e fibre elastiche, terminazioni nervose ed anche fibre muscolari lisce, per lo più in rapporto con i follicoli piliferi e con i vasi.

Ricordiamo infine l'ipoderma, lo strato connettivo sottocutaneo che si trova in continuità con il derma mediante delle trabecole fibrose, mentre profondamente prende rapporto con la fascia di rivestimento dei muscoli superficiali o direttamente con lo scheletro. Nel sottocutaneo è presente del tessuto adiposo in quantità variabile ed anche lo spessore di tale strato varia secondo le zone del corpo, proprio in rapporto al diverso contenuto di pannicolo adiposo sottocutaneo. Quest'ultimo dipende dalla costituzione, dall'età e dallo stato di nutrizione del soggetto.

I peli sono classificati nell'anatomia comparata come **fanere**, cioè produzioni epidermiche fortemente cheratinizzate sviluppate sulla superficie esterna dell'epidermide, al pari di squame, corna, artigli, unghie e zoccoli.

Svolgono essi stessi funzioni annesse al tegumento, quali:

- protezione meccanica;



- isolamento termico;
- percezione sensoriale, precipua di certe categorie di peli quali le vibrisse.

Se consideriamo poi le ghiandole annesse al follicolo del pelo, quali le ghiandole sudoripare apocrine, possiamo ascrivere loro ulteriori funzioni:

- termoregolazione attraverso la sudorazione che mira al mantenimento della temperatura corporea;
- escrezione come funzione accessoria dell'emissione di sudore.

Nell'ambito etologico svolgono ancora un ruolo importante sia dovuto alle colorazioni che alle posture, che rendono l'organismo appariscente o mimetico rispetto all'ambiente di vita a seconda di ciò che è più vantaggioso per la sopravvivenza:

- comunicazione di segnali intra-specifici, per esempio l'animale drizzando il pelo tramite il muscolo erettore del pelo annesso a ciascun follicolo assume una posa terrificata che fa parte dello schema comportamentale di minaccia ed è volta a sottolineare ed enfatizzare la prestanza fisica dell'animale che pone in atto tale strategia, nell'intento di far desistere il rivale dai suoi propositi aggressivi (Mainardi, 1979);
- attrazione sessuale, gruppo specifico di segnali nell'ambito della già menzionata comunicazione intra-specifica, che tramite colorazioni e disegni particolarmente vistosi contribuiscono ad attirare l'attenzione della femmina e ad aumentare la possibilità di successo riproduttivo o *fitness*. Questo vantaggio nella perpetuazione dei propri geni compensa lo svantaggio effettivo derivante dalla maggiore visibilità non solo per la femmina della medesima specie, ma anche per i possibili predatori e/o alternativamente le possibili prede (Dawkins, 1976). Tale strategia è inoltre adottata dagli animali dotati di difese proprie quali odori o sapori sgradevoli o tossici, che hanno perciò interesse a rendersi chiaramente manifesti per essere evitati e lo fanno tramite colorazioni dette aposematiche particolarmente vistose (Le Moli, 1974).
- mimetismo grazie a colorazioni che imitano quelle dell'ambiente di vita e consentono all'animale di sfuggire più efficacemente all'attenzione dei predatori e a questi ultimi di avvicinare non visti le loro prede. Si tratta naturalmente di una strategia alternativa alla precedente e adottata anche con più frequenza, nella quale una migliore *fitness* riproduttiva è assicurata dalle maggiori probabilità di sopravvivere, o sfuggendo al predatore o procurandosi più efficacemente il cibo. Il prevalere dell'una strategia sull'altra dipende da un bilancio dei vantaggi e degli svantaggi.

Struttura generale e formazione dei peli

La struttura e le modalità di crescita dei peli sono state studiate in dettaglio, oltre che nell'uomo, nel mantello degli Ovini (Wildman, 1932) perché di interesse economico per l'industria tessile, che mira a migliorare la produzione e l'utilizzo della fibra di lana. I peli dei Mammiferi sono utilizzati commercialmente e pertanto studiati anche nell'industria delle pellicce.

I risultati di tali studi sono però rilevanti anche nel presente lavoro, di cui i peli costituiscono la "materia prima". Inoltre può capitare di effettuare diagnosi di peli provenienti da animali immaturi o in muta ed è perciò necessario avere delle nozioni di base sulle modalità di crescita dei peli.

Nel pelo si distingue lo scapo o fusto, che è la parte libera, sporgente rispetto alla superficie esterna del tegumento e la radice, impiantata nella pelle e contenuta in una invaginazione o follicolo del pelo.

Il fusto è ulteriormente suddiviso in una parte prossimale detta stelo e una parte distale detta



spatola (Fig. 1).

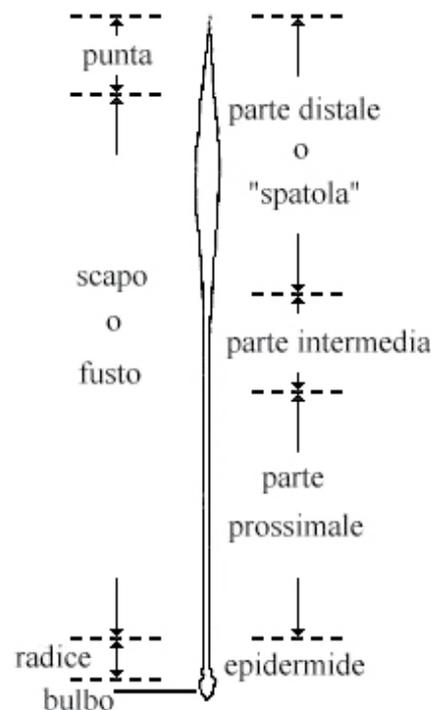


FIG. 1 - Schema di un pelo. (Ridisegnata da Debrot *et al.*, 1982)

Un pelo tipico consiste di tre strati di cheratina disposti l'uno intorno all'altro. La parte centrale è detta midollo, questo è circondato dalla corteccia, rivestita infine dallo strato più esterno, conformato a scaglie denominato cuticola. Sono tutti composti di cellule morte e cheratinizzate in vario grado.

Lo strato più interno, il midollo, non è costantemente presente, manca in alcune razze di Ovini e in alcuni Chiroterri. Per quanto riguarda gli Ovini dobbiamo aggiungere che vengono considerate "fibre di lana vera" solo quelle costituite da peli privi di midollo; per quanto riguarda i Chiroterri in tutte le specie presenti in Europa il midollo è assente (Debrot *et al.*, 1982).

In alcune specie il midollo si trova solo nella metà distale del pelo, come è stato constatato in alcuni Marsupiali dell'Australia (Brunner & Coman, 1974).

La struttura follicolare è stata studiata tappa per tappa durante il suo sviluppo.

Molti dei follicoli che compongono il mantello dell'adulto sono già presenti nel feto. Nell'agnello immaturo per esempio, i follicoli cominciano ad apparire già al secondo mese; la nascita ha luogo al quinto mese.

Lo strato basale dell'epidermide riveste un ruolo preponderante nella formazione del follicolo pilifero.

Ogni singolo pelo deriva infatti da un abbozzo epidermico che si approfonda più o meno obliquamente nel derma, precisamente è lo strato basale che si ingrossa in un punto localizzato della pelle e comincia a crescere verso la profondità del derma, fino a formare una specie di globo di tessuto cellulare.

Da questo globo si formano due diverticoli, generalmente dal medesimo lato; si tratta dei rudimenti delle strutture accessorie del follicolo, la ghiandola sebacea e la ghiandola sudoripara.

L'estremo inferiore del globo si fa a poco a poco bulboso, la sua base si modifica e cresce ver-



so l'alto per formare una struttura cupuliforme intorno a cellule in divisione molto attiva che costituiscono la papilla dermica, ben irrorata da piccoli vasi sanguigni.

La papilla può essere diretta verso un lato del follicolo, cioè ha rispetto ad esso una disposizione spaziale che può ricordare quella di una buca da golf rispetto al suo palo.

Questa conformazione si rinviene soprattutto negli Ovini ed unita alla curvatura a spirale del follicolo e del pelo nella direzione longitudinale, può conferire alla fibra di lana la caratteristica arricciata o ondulazione.

La papilla è quindi una massa di tessuto nutritivo che forma l'estremità profonda del follicolo in sviluppo.

Il follicolo del pelo è formato esternamente da uno strato connettivale o guaina connettivale del follicolo che sostiene l'intera struttura del pelo con cellule e fibre collagene ed elastiche, internamente da uno strato epiteliale o epidermide del follicolo, più propriamente detta guaina esterna della radice.

Il follicolo nella sua parte superficiale, allo sbocco nell'epidermide, si presenta più stretto e tale zona viene detta colletto, mentre nella parte più profonda, corrispondente al bulbo, è slargato e tale zona viene detta fondo.

I follicoli sono disposti obliquamente sotto la superficie della pelle e generalmente hanno una direzione angolare comune, cioè sono tra loro paralleli.

Lo strato basale cupoliforme si trova sopra alla papilla e in questa regione le sue cellule costituiscono la matrice del pelo altrimenti detta cupola della papilla. Si tratta di cellule prismatiche caratterizzate da intensa attività proliferativa.

Le cellule della matrice formano il fusto del pelo e la guaina interna della radice, quelle delle invaginazioni formano la guaina esterna della radice.

La guaina esterna della radice forma una specie di involucro sacciforme che circonda le altre strutture ed è in continuo con la superficie cutanea a livello del colletto e con le cellule della matrice al fondo del follicolo.

I rudimenti delle ghiandole sebacee si formano proprio per proliferazioni epidermiche della guaina esterna ad 1/3 circa della distanza tra superficie cutanea e fondo del follicolo.

La guaina interna della radice è una sottile guaina epiteliale che avvolge la radice del pelo, dal bulbo al colletto del follicolo; si origina dalla zona più periferica della matrice.

È costituita da tre strati omologhi agli strati granuloso, lucido e superficiale dell'epidermide. Internamente vi è una cuticola costituita da squame sovrapposte di cheratina, che formano una specie di scala o denti di sega, diretti verso la base del follicolo, cioè in direzione opposta a quella della cuticola della fibra che circondano. Lo strato medio è detto strato di Huxley ed è costituito da cellule stratificate che contengono eleidina. Procedendo verso l'esterno vi è lo strato di Henle le cui cellule a livello del fondo del follicolo contengono granuli di tricoialina (simile alla cheratoialina), più in alto invece contengono granuli di cheratina.

Il fusto del pelo è formato dall'intensa attività mitotica delle cellule centrali della matrice, che provvedono all'accrescimento del pelo.

Le cellule derivate da queste divisioni si allargano gradualmente e risalgono verso la superficie del pelo, dando origine agli elementi cellulari che formano i tre strati del fusto.

Nella zona della radice immediatamente sovrastante il bulbo del follicolo si verifica il processo di citomorfosi cornea, cioè la formazione della varietà tenera di cheratina e la sua graduale trasformazione nella varietà più dura. Tale zona viene pertanto denominata zona cheratogena del pelo.

Le cellule da cui deriva la midollare contengono granuli di tricoialina, che si trasformano in



cheratina simile a quella dello strato corneo della cute o cheratina molle, la stessa che si ritrova anche nella guaina interna della radice.

I granuli delle cellule da cui derivano la corticale e la cuticola si trasformano invece in una cheratina di consistenza dura; le strutture costituite da questa cheratina indurita non si desquamano.

Tra le cellule della matrice del pelo sono presenti numerosi melanociti, il cui pigmento passa nelle cellule della corticale, per cui la corteccia è la parte del pelo prevalentemente ricca di pigmenti.

I melanociti producono due tipi di pigmento: l'eumelanina che conferisce i toni del nero e del bruno e la feomelanina, che dona sfumature del giallo, fino al dorato e al rossiccio. Il bianco è il colore naturale delle proteine che costituiscono la fibra dei peli, pertanto è conferito dall'assenza di melanina e dovuto a riduzione di attività dei melanociti (che si verifica anche con l'invecchiamento).

L'estremo della fibra in crescita, unito alla guaina interna della sua radice, viene spinto verso l'alto lungo il bulbo follicolare mediante la pressione delle nuove cellule che si formano continuamente nella matrice, finché leggermente incurvato appare alla superficie della cute.

Contemporaneamente le cellule della ghiandola sebacea si moltiplicano e estendono lungo il collo del follicolo, ove si aprono tramite una comunicazione o cavità.

Negli Ovini la ghiandola sebacea matura è formata da due lobi, distinti sul piano orizzontale e perciò apprezzabili solo attraverso sezioni trasversali del follicolo all'altezza del colletto, mentre in sezione verticale si vede solo uno o l'altro dei due lobi.

Inoltre si forma un'altra interessante struttura associata all'apparato pilo-sebaceo, il muscolo erettore o orripilatore del pelo. Si origina dal connettivo dello strato papillare del derma con cui prende connessione superiormente, mentre il suo estremo inferiore si inserisce, dopo aver abbracciato il corpo della ghiandola sebacea, sulla parete del follicolo e precisamente sulla guaina connettivale.

Rispetto al follicolo il lato di inserzione del muscolo erettore è il medesimo nel quale si trovano le ghiandole sebacea e sudoripara; più precisamente tutte le strutture accessorie si trovano sul lato del follicolo che forma un angolo ottuso con la superficie della pelle.

Per questo, quando il muscolo erettore si contrae provoca il raddrizzamento del pelo e una lieve depressione della cute intorno al pelo, che evidenzia la sua emergenza e che si può apprezzare facilmente sulla cute umana, visto che i bulbi piliferi sono più radi. Contemporaneamente esercita un'azione di spremitura sulla ghiandola sebacea, stimolandone l'emissione di sebo.

Tale fenomeno si dice di orripilazione del pelo, nell'uomo anche "pelle d'oca", e non viene messo in atto solo come atteggiamento terrifico, già ricordato quando si sono espone le funzioni del mantello, ma anche come reazione dell'organismo al freddo.

Infatti contraendosi, i muscoli erettori dei peli liberano calore e stimolano la secrezione di sebo, il quale pur avendo normalmente la funzione precipua di lubrificare la pelle e i peli, assume in questo caso quella di aumentare l'isolamento termico.

Il sebo secreto è composto da una miscela complessa di esteri, formata da varie combinazioni e negli Ovini all'incirca di trenta acidi grassi differenti.

Negli Ovini il muscolo erettore del pelo si inserisce troppo in alto nel follicolo per realizzare effettivamente l'orripilazione del mantello, particolarità che riuscirà senz'altro gradita a quanti hanno care le tradizioni e la letteratura che associano per antonomasia l'agnello alla mansuetudine.



La ghiandola sudoripara, che nell'uomo si ripiega a gomito nell'estremo inferiore, negli altri Mammiferi ha generalmente forma tubolare allungata, anche se a volte può lievemente aggomitolarsi.

Si apre nel collo del follicolo, sul medesimo lato della ghiandola sebacea poco sopra a questa, versando all'esterno il suo secreto, denominato globalmente sudore.

Il sudore è composto di sali potassici, di vari acidi grassi insieme a piccole quantità di solfati, fosfati e materie nitrogenerate.

Non sempre e non tutti i follicoli piliferi sono dotati di ghiandola sudoripara, in quanto la sua struttura può essere indipendente dal pelo; ciò è particolarmente evidente nell'uomo, nel quale molte ghiandole sudoripare sboccano direttamente alla superficie della pelle, senza alcuna associazione con un apparato pilo-sebaceo (basti pensare al palmo delle mani, così ricco di ghiandole sudoripare e assolutamente glabro).

Distribuzione e crescita dei peli

In molti Mammiferi (per esempio Pecora e Gatto) i follicoli di sviluppo precoce, cioè che compaiono nel feto, tendono a distribuirsi in gruppi di tre e vengono perciò denominati triadi (Wildman, 1932).

I follicoli che compongono la triade sono detti follicoli primari e hanno la peculiarità di essere dotati di tutte le strutture accessorie, cioè ghiandole sebacea e sudoripara e muscolo erettore del pelo.

Globalmente tutte le strutture accessorie della triade terminano dallo stesso lato per ciascun follicolo primario.

Durante lo sviluppo appaiono altri follicoli associati con i primari che compongono la triade, sono denominati follicoli secondari perché più tardivi e si dispongono tutti sul lato della triade opposto a quello che contiene le strutture accessorie.

I follicoli secondari si distinguono dai primari per una dotazione incompleta di strutture accessorie, infatti è assente la ghiandola sudoripara e spesso anche il muscolo erettore, mentre la sebacea è di volume inferiore.

Nell'adulto le triadi unite ai follicoli secondari formano dei fasci di follicoli, separati dai fasci vicini da sezioni di tessuto connettivo.

Il numero di follicoli presenti in ogni fascia varia, perché le triadi possono essere anche incomplete, cioè contenere solo due o un follicolo primario, con i relativi follicoli secondari; comunque ogni fascio sarà sempre delimitato in sezione orizzontale dagli annessi dei follicoli primari da un lato e dai follicoli secondari dal lato opposto.

Nei Mammiferi che non presentano l'organizzazione dei follicoli in triadi i follicoli primari non possono essere riconosciuti in base alla loro posizione, perciò si considerano primari quelli dotati di tutte le strutture accessorie e secondari i restanti.

L'accrescimento del pelo, dovuto come già sottolineato all'attività della sua matrice, è relativamente rapido ed ha una durata circoscritta nel tempo, spesso piuttosto breve.

Solo in alcuni casi particolari la crescita può continuare per più anni, per esempio il vello degli Ovini, la criniera degli Equini e nell'uomo la capigliatura; normalmente dura al massimo alcuni mesi.

La crescita si interrompe al sopravvenire di un periodo di quiescenza del follicolo, durante il quale la papilla dermica si atrofizza, il bulbo pilifero si raccorcia arrotondandosi e avvicinandosi alla superficie della cute.

In seguito a questa evoluzione del follicolo il pelo non è più saldamente ancorato e può strap-

parsi e cadere facilmente.

Il riposo è comunque di breve durata, infatti già prima che il vecchio pelo cada comincia a riformarsi la papilla dermica e il bulbo si riapprofonda nel derma, inizio dell'attività che porterà al riformarsi di un nuovo pelo.

Si può perciò dire che i follicoli piliferi sono soggetti a cicli di attività e di riposo alternati.

Nei Mammiferi a muta stagionale questi cicli sono sincroni per tutto il mantello e sono in numero di due all'anno, consentono il cambiamento di colore del mantello per esigenze di mimetismo rispetto all'ambiente, che muta anch'esso in dipendenza dei cambiamenti stagionali, per esempio nei luoghi soggetti a forte e persistente innevamento invernale.

Nei Mammiferi a rinnovamento i cicli dei follicoli sono sfalsati l'uno rispetto all'altro in quanto non esiste l'esigenza di un radicale cambiamento di colore del mantello, che può aver luogo solo se tutti i follicoli cambiano il loro ciclo di attività in un arco di tempo relativamente breve, non superiore ad alcune settimane.





2

Materiali e
metodi

2.1 Tipi di pelo

Si conoscono diversi tipi di pelo, che possono essere presenti insieme nel mantello dello stesso animale o costituire specializzazioni particolari.

Riteniamo utile darne un'elencazione generale, per evidenziare quelli che sono più utili a formulare una diagnosi, cioè dotati di strutture che consentono una discriminazione tra i diversi *taxa* (Brunner & Coman, 1974).

a) Vibrisse

Si tratta di peli che hanno precipua funzione sensoriale, perciò sono distribuiti solo in particolari zone del corpo, nell'area craniale ove si aggruppano tutta una serie di organi recettori tramite i quali l'animale indaga l'ambiente esterno.

Sono piuttosto rigidi, hanno struttura cilindrica più spessa alla base, che va assottigliandosi verso l'estremità distale, nella maggior parte dei casi sono fortemente pigmentati.

Hanno strutture simili per tutti i Mammiferi, perciò non hanno grande valore diagnostico.

b) Setole

Sono così definiti dei peli molto grossi e ispidi, la cui struttura cilindrica si mantiene di diametro pressoché costante in tutta la sua lunghezza. La sezione circolare può essere da tonda ad ovale, la punta è frequentemente sfrangiata, il midollo è quasi sempre ridotto o addirittura assente.

Questi peli possono costituire interamente il mantello di certi animali come nella famiglia dei Suidi, per esempio Cinghiale o Maiale domestico.

c) Crini

Peli spessi e lunghi che si trovano in zone circoscritte del corpo di alcuni animali, come gli Equidi. Sono inoltre più folti di quelli che coprono le restanti parti del corpo. Si pensi alla criniera o alla coda del Cavallo.

d) Aculei

Sono peli così ispessiti e irrigiditi da essere divenuti pungenti, infatti il loro nome deriva dal latino *acus*, che significa pungiglione. Sono costituiti fondamentalmente di cheratina, come veri peli, però sono modificati in quanto il midollo è sostituito da un canale interno vuoto. Anch'essi non sono perenni, ma vengono cambiati ad intervalli. Compongono il mantello dorsale di alcuni Mammiferi come il Riccio o l'Istrice e sono utilizzati da questi essenzialmente a scopo di difesa, anche se sono note anche altre strategie comportamentali caratteristiche, come per esempio il trasporto di cibo infisso negli aculei per quanto riguarda il Riccio. Si ritrovano anche nei Mammiferi più primitivi, appartenenti all'ordine dei *Monotremata*, come l'Echidna.

e) Peli di rivestimento (*overhair*)

Si tratta di peli più grossi, più lunghi e più intensamente pigmentati rispetto ai restanti che costituiscono in maniera preponderante il mantello. Sono distribuiti in maniera sparpagliata e pertanto risultano piuttosto radi (Fig. 2 - a).

Non sono molto validi diagnosticamente, a meno che la loro struttura in sezione trasversale non si discosti da quella circolare, comune alla maggior parte dei Mammiferi.

f) Peli di giarra (*guardhair*)

Costituiscono la maggior parte del mantello, insieme alla lanugine, relativamente alla



quale sono più spessi e più lunghi (Fig. 2 - b).

Tra questi peli si trovano le strutture più utili alla diagnosi, perché caratteristiche e distinguibili entro certi limiti.

Non tutti i peli di giarra hanno le stesse dimensioni, ma vi è una certa gradazione, fino ad arrivare alle dimensioni della lanugine. A questo proposito, si definiscono peli di giarra primari i più spessi tra i peli di giarra.

In sezione trasversale possono avere diverse forme, così la loro struttura macroscopica può essere di diversi tipi, che saranno descritti più dettagliatamente in seguito.

g) Peli di borra (*underhair*)

Detti anche lanugine, sono i peli che costituiscono il fondo del mantello. Sono più sottili e più corti dei peli di giarra, pur variando entro un certo intervallo dimensionale (Fig. 2 - c).

Hanno struttura cilindrica con diametro costante per tutta la lunghezza e punta rastremata.

Hanno scarso valore diagnostico, sia perché più difficili da trattare, sia perché le strutture semplificate non consentono discriminazioni.

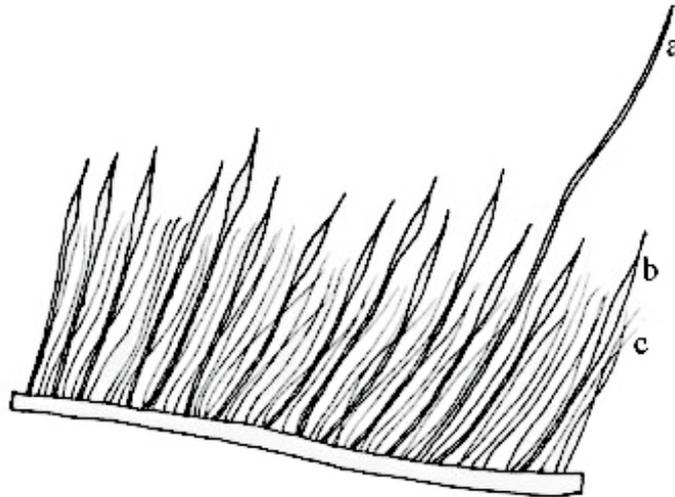


FIG. 2 - Sezione del mantello. a - peli di rivestimento; b - peli di giarra; c - peli di borra.

2.2 Componenti del pelo

Il mantello, pur essendo costituito in maniera preponderante dai peli di giarra e di borra, può presentare i diversi tipi di peli elencati in percentuale diversa non solo in *taxa* o individui diversi, ma anche nel tempo per quanto riguarda lo stesso individuo, in base soprattutto all'età.

La sequenza di apparizione dei diversi tipi di peli nel mantello varia a seconda non solo delle specie, ma anche degli individui, comunque in generale alla nascita vi è una preponderanza di peli di borra, solo in seguito appaiono piccoli peli di rivestimento e di giarra, ancora più tardi appaiono i peli di giarra primari più utili all'identificazione.

Non sono state invece rinvenute sostanziali variazioni delle dimensioni dei diversi tipi di pelo dovute all'età dei soggetti esaminati (Debrot *et al.*, 1982).

Inoltre trattandosi di una classificazione di un fenomeno naturale altamente variabile, questa è per forza di cose schematica e semplificata, perciò si possono rinvenire nel mantello peli che



sfuggono alla classificazione stessa.

Il presente studio prende in esame per gli scopi identificativi esclusivamente i peli di giarra, che costituiscono, come già evidenziato, la maggior parte dei peli più grossi del mantello.

Già studi precedenti hanno provato il valore diagnostico dei peli di giarra, anche se esistono delle difficoltà che possono in alcuni casi ostacolare la diagnosi (Brunner & Coman, 1974; Keller, 1978, 1980; Debrot *et al.*, 1982).

Abbiamo già accennato che ogni pelo è costituito di tre strati distinti di cellule cheratinizzate, ora approfondiamo questa distinzione, perché fondamentale per comprendere i diversi livelli di approccio per l'analisi e l'identificazione di un campione di pelo (Brunner & Coman, 1974; Debrot *et al.*, 1982).

a) Midollo

Come già esposto, si trova nella parte centrale del pelo (Fig. 3), può avere in sezione trasversale forme diverse e si estende per quasi tutta la lunghezza del pelo. Le cellule cheratinizzate, ma non rigide, che lo compongono possono oppure no contenere dei pigmenti. Tali cellule non sono serrate tra di loro e gli spazi che le separano contengono in genere aria. Nei peli più vecchi il midollo presenta un numero minore di cellule e pertanto contiene una maggiore quantità di aria.

Le cellule e gli spazi d'aria possono essere tra loro arrangiati in diverse maniere.

b) Corteccia

È composta di cellule poligonali altamente corneificate e dotate dei granuli di pigmento che conferiscono al pelo la sua colorazione (Fig. 3). La forma e l'organizzazione dei granuli di pigmento possono variare a seconda dei *taxa*. Nei casi in cui il pigmento è assente appare traslucida. Al microscopio ottico non presenta strutture chiaramente discernibili.

La sua ampiezza rispetto a quella del midollo può variare.

c) Cuticola

È composta da un singolo strato di lamelle embricate, generalmente non pigmentate. Solo in rari casi, come in alcuni Chiroterri, si osserva la presenza di pigmento.

Le scaglie sono accostate al fusto del pelo, con il margine libero posto in posizione distale, cioè diretto verso l'apice del pelo (Fig. 3).

Vicino alla radice le scaglie possono essere più aperte, cioè non strettamente schiacciate contro il fusto del pelo. Addirittura nei peli del piede di alcuni Lagomorfi sono disposte con un angolo tanto ampio rispetto all'asse centrale del pelo, da sembrare strettamente impaccate.

Le dimensioni, la forma e la disposizione delle scaglie sono variabili.

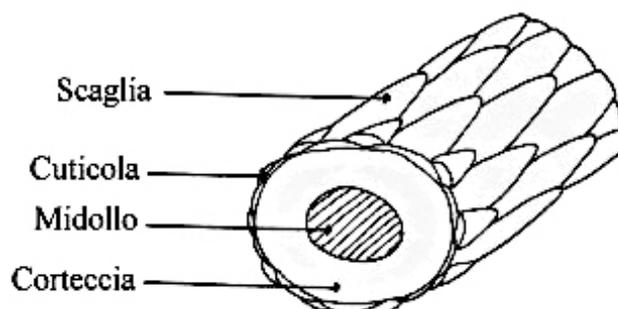


FIG. 3 - Struttura del pelo (ridisegnata da Brunner & Coman, 1974)



2.3 Tipi di esame

Dagli studi preesistenti sui peli dei Mammiferi a scopi identificativi emergono fondamentalmente quattro possibili livelli di esame dei peli utili a scopo diagnostico, cioè per riconoscere campioni sconosciuti.

Ci sembra un'esigenza di completezza presentarli, anche se non tutti sono stati utilizzati nel presente studio, perché in caso di dubbio possono contribuire ad arrivare ad una diagnosi attendibile e possono essere implementati con strumentazioni aggiuntive.

a) Esame della morfologia generale

Tramite questo esame preliminare è possibile valutare la conformazione generale del pelo lungo il suo decorso. I peli possono infatti presentare diversi profili dello scapo o fusto.

Il tipo più comune di profilo per i peli di giarra è quello cosiddetto a scudo in cui lo stelo si allarga nella parte distale assumendo una conformazione a spatola, per poi rastremarsi verso la punta (Fig. 4 - A). Può essere di valore diagnostico la misurazione della lunghezza e larghezza dello scudo in relazione alle stesse misure della porzione rimanente dello stelo.

Altra conformazione frequente dei peli di giarra è l'ondulazione e di solito il piano di ondulazione corrisponde a quello nel quale il pelo ha diametro minimo. Nei peli di giarra di Daino e Capra avviene l'inverso, cioè il piano di ondulazione è normale rispetto al piano nel quale il pelo ha diametro minimo (Fig. 4 - D).

Sono stati rinvenuti anche profili molto più rari, per esempio nell'Ornitorinco i peli di giarra hanno una conformazione caratteristica (Fig. 4 - B), con una netta costrizione tra stelo e scudo, mentre la punta dello scudo è arrotondata, non rastremata (Brunner & Coman, 1974).

In alcuni peli di borra di roditori, come il Topo domestico, l'ondulazione è dovuta a delle costrizioni che fanno cambiare direzione alla fibra, con angoli che possono variare di acutezza.

In questo caso il profilo più che ondulato è detto a zigzag e le costrizioni possono interessare tutto lo spessore del pelo, cioè entrambi i piani longitudinali orizzontale e verticale, oppure essere dovute a restrizione prevalente in uno solo dei due piani longitudinali. In questo caso anche i peli di borra possono essere utilizzati per confermare una diagnosi (Fig. 4 - C).

La morfologia generale viene valutata attraverso l'esame al binoculare.

Il profilo del pelo può essere osservato anche al microscopio ottico previo montaggio dei peli su un vetrino (Brunner & Coman, 1974).

Il montaggio può essere permanente, con varie tecniche, quale al balsamo del Canada, oppure temporaneo, per esempio con olio di paraffina. Il montaggio temporaneo consente il riutilizzo sia del vetrino che dei peli.

I peli montati su vetrino devono essere ben distanziati tra di loro e qualora siano troppo lunghi devono essere sezionati preventivamente avendo l'accortezza di montarli poi sul vetrino correttamente in serie.

Tale montaggio, comunque, non consente di osservare né la cuticola né il midollo, in quanto la corteccia non decolorata non consente la trasparenza e tutto il pelo appare come una massa scura. Per questo nel presente studio si è preferito limitare l'esame al solo binoculare, che ha il vantaggio di essere più immediato, pur consentendo di valutare il profilo del pelo con sufficiente dettaglio.



Oltre al profilo generale, al binoculare si possono valutare altre caratteristiche del pelo.

Si possono osservare la pigmentazione generale e le zonature. Il modo in cui il pigmento è distribuito lungo il pelo può aiutare nella diagnosi, anche se non può essere considerato probante, perché anche nello stesso individuo ci possono essere notevoli variazioni di colore tra le diverse zone del corpo, per esempio ventralmente il mantello è spesso più chiaro. I due tipi di pigmento già visti, (eumelanina e feomelanina) conferiscono ai peli l'aspetto striato, assai frequente, organizzandosi in bande o fasce. Degli studi sono stati condotti anche sull'aspetto dei granuli di pigmento presenti nelle cellule corticali, distinguendoli in diffusi o aggregati, grandi o piccoli (Dreyer, 1966). Comunque il loro valore diagnostico è ancora dubbio, perciò nel presente lavoro ci si limita all'esame dell'organizzazione generale delle zonature, anch'essa non strettamente diagnostica a fini identificativi.

Infine è possibile osservare la presenza di eventuali docce, cioè canali longitudinali, più o meno marcati, distinguibili soprattutto nella regione dello scudo, che si rinvengono, per esempio nei peli di giarra dei Lagomorfi (Fig. 4 - E).

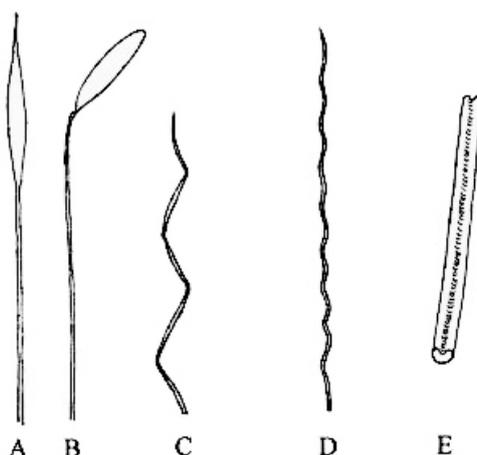


FIG. 4 - Esempi del profilo del pelo. A e B: profilo a scudo; C: profilo a zigzag; D: profilo ondulato; E: doccia longitudinale.

Nel presente lavoro si è usato un binoculare Togonal40 Carton, oppure un binoculare Mod570 A.O. Instrument Company U.S.A..

b) Esame della sezione trasversale

La sezione trasversale del pelo può essere ottenuta con differenti tecniche, una di queste è l'utilizzazione di un microtomo, previa inclusione in paraffina dura. Prima dell'inclusione i peli devono essere immersi in una soluzione di idrossido di potassio (KOH) al 10% per 10 o 15 minuti a seconda del loro spessore, in modo da ammorbidirne preventivamente la cheratina, altrimenti resistente al taglio (Keller, 1978).

Le sezioni vengono poi montate su un vetrino e analizzate al microscopio ottico.

Non è richiesto che le sezioni siano molto sottili, perciò non è indispensabile l'uso di microtomi specializzati, anche se ne esistono dei modelli studiati e brevettati appositamente per il sezionamento delle fibre di lana, usati sia in studi naturalistici che in studi prettamente commerciali e industriali (Debrot *et al.*, 1982).

Il sezionamento a mano è comunque sufficiente ad ottenere buoni risultati e perciò viene largamente usato; particolarmente efficace risulta essere il metodo detto a piastra (Ford & Simmens, 1959).



Questo metodo utilizza un vetrino da microscopio in acciaio inossidabile delle dimensioni approssimative di mm 76 x mm 25 x mm 0,5 in cui sono praticati da due a sei fori con diametro di 0,8 mm ad intervalli costanti lungo la linea centrale. I bordi dei fori devono essere accuratamente limati così che le superfici risultino perfettamente lisce. Inoltre si deve aver cura che la piastra sia perfettamente piatta e pulita.

In ciascuno dei fori o in uno soltanto, viene passato un cappio di filo di nylon dal diametro approssimativo di 0,3 mm, poi sono inseriti nel cappio dei fili di fibra di cellulosa acetata (rayon). Questi vengono passati attraverso il foro tirando in basso il filo di nylon, quanto basta perché restino sporgenti al di fuori della piastra per gran parte della loro lunghezza.

A questo punto si inserisce al centro del fascio di fibre di cellulosa acetata un gruppo di peli di giarra da sezionare; questi vengono poi posizionati all'altezza voluta tirando ancora, per mezzo del filo di nylon, le fibre di cellulosa acetata che servono da materiale di imballaggio per i peli.

Per ottenere le sezioni trasversali non resta che tagliare il fascio di peli sporgenti da entrambi i lati usando una lama di rasoio perfettamente pulita, rasente la superficie della piastra sia anteriormente che posteriormente, tenendo inclinata la lama di circa 35 gradi rispetto alla piastra stessa.

Le sezioni trasversali così ottenute si possono osservare al microscopio ottico direttamente dalla piastra, dopo aver piazzato sul foro di sezionamento olio di paraffina e un coprivetrino.

La piastra può essere poi riutilizzata, dopo essere stata accuratamente pulita con l'aiuto di un punteruolo, che viene passato attraverso il foro. Le sezioni possono essere anche conservate, in questo caso la piastra viene etichettata ed i fori sigillati.

Il metodo della piastra è vantaggioso perché consente di sezionare agevolmente anche i peli frammentari, inoltre per ottenere sezioni a diverse altezze lungo il pelo, questo può essere preventivamente spezzato in più frammenti.

Se si opera con peli il cui strato corticale è molto sottile e pertanto meno resistenti, le sezioni trasversali possono risultare distorte a causa della pressione esercitata dal materiale di impaccaggio.

Per evitare che ciò si verifichi è sufficiente usare poche gocce di soluzione di cellulosa acetata (2-4% in acetone), che ammorbidiscono e riorganizzano in pochi minuti le fibre di cellulosa acetata intorno al ciuffo di peli, eliminando le eventuali pressioni indebite senza diminuire l'efficacia del sistema di impaccaggio. Inoltre si avrà cura di sezionare un numero minore di peli per ogni foro.

Qualunque sia il metodo utilizzato le sezioni vengono prese a livelli diversi lungo il pelo, perché possono variare, però la più utile alla diagnosi è quella del punto più largo dei peli di giarra primari, infatti questo, nonostante cambiamenti di lunghezza del pelo, rimane inalterato durante la crescita, perché costituito di cellule morte, la cui morfologia non si evolve più. Pertanto la sezione trasversale dei peli nel punto più largo è costante ad ogni stadio dello sviluppo della parte visibile del pelo (Fig. 5).

Vi è una notevole varietà di forme che si possono incontrare nella sezione trasversale e che sono state schematizzate.

La presenza di una doccia longitudinale conferisce un aspetto reniforme alla sezione trasversale, mentre la presenza di due docce causa una forma ad H della sezione trasversale.



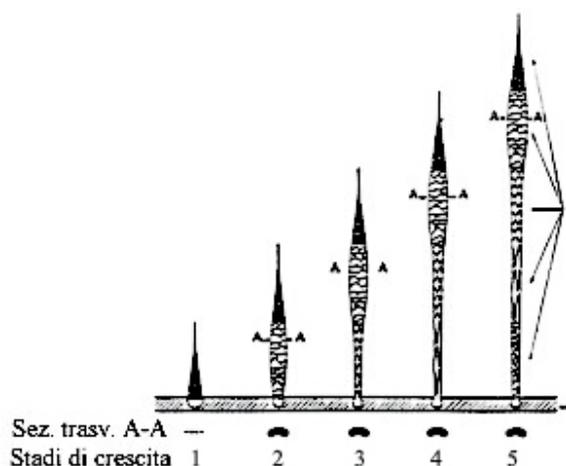


FIG. 5 - Cinque stadi di crescita di un pelo di giarra primario nel *Rattus norvegicus* (da Brunner & Coman, 1974)

c) Esame del midollo

La struttura del midollo può essere valutata al microscopio ottico in trasparenza solo previa decolorazione del pelo, che schiarendo la corteccia, sede precipua dei pigmenti, la rende trasparente alla luce.

La decolorazione può essere effettuata con immersione dei peli in acqua ossigenata leggermente ammoniacata per un tempo abbastanza prolungato (circa 12 ore).

Come già detto le cellule midollari non sono compatte tra loro e gli spazi intercellulari contengono aria, soprattutto nei peli più vecchi. L'aria impedisce il passaggio della luce perciò nella struttura del midollo osservata al microscopio ottico appaiono nere le zone ove si trova l'aria.

Operando la decolorazione con procedure più forti si può filtrare l'aria presente negli spazi intercellulari ed allora il midollo appare più chiaramente nella sua struttura.

La decolorazione può essere effettuata con diverse tecniche, con cloral-lattofenolo, con xilolo o con lattofenolo di Amman.

La preparazione di tali decoloranti è relativamente semplice e comunque può essere demandata al Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Perugia. Diamo per esemplificazione le proporzioni con cui si prepara il lattofenolo di Amman:

gr 20 fenolo cristallizzato
gr 20 acido lattico
gr 40 glicerina
gr 20 acqua distillata.

Questo decolorante tenuto al buio si conserva per quattro o cinque anni. Gli altri decoloranti, xilolo e cloral-lattofenolo hanno una procedura di preparazione più complicata.

Una volta decolorati i peli vengono immersi in acqua distillata per neutralizzare gli effetti della decolorazione, poi in alcool per facilitare la disidratazione. Infine vengono fissati sul vetrino al balsamo del Canada e in trasparenza al microscopio ottico se ne osserva il midollo, la cui struttura può variare lungo il decorso del pelo.

In questi preparati si possono misurare la larghezza massima del pelo e la larghezza del midollo corrispondente allo stesso livello di osservazione lungo il pelo. Questi due valori sono usati per calcolare l'indice midollare, definito come il rapporto tra la



larghezza del midollo e la larghezza massima del pelo (Faliu *et al.*, 1979).

La struttura del midollo è un utile criterio diagnostico perché a seconda del *taxon* di provenienza variano la forma e la disposizione spaziale reciproca delle cellule midollari e degli spazi d'aria. In base a queste differenze sono state schematizzate varie strutture midollari, riconducibili comunque a quattro gruppi principali: ininterrotte, interrotte, a scala e miste. All'interno di ognuno di questi gruppi riassuntivi esistono poi dei modelli schematici particolari (Brunner & Coman, 1974).

I **midolli ininterrotti** sono quelli che consistono di un tronco centrale continuo, cioè senza interruzioni, anche se possono variare di diametro, a questo proposito si definiscono larghi quando il diametro è superiore a 1/2 del diametro totale del pelo, mentre si dicono stretti quando è inferiore;

a - M. reticolato: le cellule midollari formano una rete che include gli spazi d'aria di varia forma. È il tipo più comune tra i midolli ininterrotti.

b - M. reticolato aeriforme: gli spazi d'aria formano una rete in cui sono inglobate le cellule midollari aggregate tra loro. Questo tipo è frequente nei roditori, tanto che ciò gli ha meritato il nome di "roditore base".

c - M. semplice: l'area midollare non ha una struttura evidente e il diametro può variare anche nell'ambito di un singolo pelo. Questa struttura si forma quando le cellule del midollo si distruggono completamente durante la cheratinizzazione del resto della fibra, in modo da originare un canale centrale completamente vuoto. È importante sottolineare che durante il processo digestivo si può distruggere l'organizzazione midollare e perciò i campioni derivanti da depositi fecali possono mostrare questo tipo di organizzazione in seguito all'alterazione della loro struttura originaria, quindi per un processo secondario di sfaldamento delle cellule midollari.

I **midolli interrotti** consistono di tronchi centrali interrotti lungo il decorso del pelo da sezioni di cellule corticali, i tratti di midollo isolato in genere sono a struttura semplice;

d - M. interrotto: il midollo è inframmezzato con sezioni sottili di corteccia.

e - M. frammentario: il midollo è alternato ad ampie sezioni di corteccia.

I **midolli a scala** sono caratterizzati da spazi d'aria ordinatamente organizzati in file, che ricordano una scala a pioli;

f - M. a scala uniseriato: vi è una sola fila di spazi d'aria, che possono avere forma varia, arrotondata, schiacciata, convessa oppure più squadrata. Questo tipo di struttura è frequente nei peli più sottili come quelli di borra.

g - M. a scala multiseriato: vi sono almeno due file distinte di spazi d'aria, i quali in questo caso hanno forma pressoché costante. Questo tipo si trova nei peli di Lagomorfi.

I **midolli misti** sono piuttosto rari, perciò caratteristici di pochi Mammiferi, oppure limitati ai peli delle estremità;

h - M. globulare: è costituito da un insieme di spazi d'aria di forma globosa. Questo tipo si rinviene nell'Ornitorinco.

i - M. stellato: presenta delle estroflessioni digitiformi nella corteccia, mentre la struttura di base è semplice. Questo tipo è frequente nei peli della coda di molti Mammiferi.

l - M. a intrusione: presenta proiezioni irregolari nella corteccia, che non si dipartono da un filone continuo e che possono essere anche decentrate.



d) Esame della cuticola

L'organizzazione delle scaglie cuticolari può essere esaminata al microscopio elettronico a scansione, tramite preparati opportunamente trattati e metallizzati, oppure al microscopio ottico tramite impronte su supporti idonei.

Naturalmente il microscopio elettronico è uno strumento senz'altro migliore, però è anche più dispendioso, sia in termini economici sia in termini di tempo necessario alla preparazione del campione.

Il metodo dell'impronta è stato preferito in questo lavoro non solo perché più economico, ma soprattutto perché di attuazione molto veloce e perciò in grado di rendere snelle le procedure di identificazione di campioni sconosciuti, strumento indispensabile di supporto alle ricerche di campo. Considerando che tale procedura è un lavoro di routine quasi quotidiana è molto importante la velocità di applicazione, altrimenti il maggior dettaglio non sarebbe sufficiente a giustificare il dispendio di lavoro e di sforzo di ricerca.

Per quanto riguarda l'organizzazione delle scaglie, esistono modelli schematici che evidenziano la forma del margine delle scaglie, la distanza tra i margini stessi e la forma generale delle singole scaglie (Brunner & Coman, 1974).

Una prima distinzione fondamentale si deve fare fra scaglie coronali e scaglie embricate.

Per quanto riguarda le scaglie coronali ogni singola scaglia circonda completamente tutto il fusto del pelo e la cuticola è composta di scaglie singole disposte una sopra l'altra e di forma circolare, proprio come tante corone (Fig. 6 - A).

Per quanto riguarda le scaglie embricate ogni singola scaglia ricopre soltanto una parte della circonferenza del fusto, perciò ad ogni livello intorno alla circonferenza del pelo si troveranno più scaglie tra loro sovrapposte (Fig 6 - B). È questo il caso più frequente che si incontra in natura, per cui le scaglie sono in prevalenza lamelle di dimensioni e forma variabile, ma sempre di larghezza inferiore alla circonferenza totale del pelo.

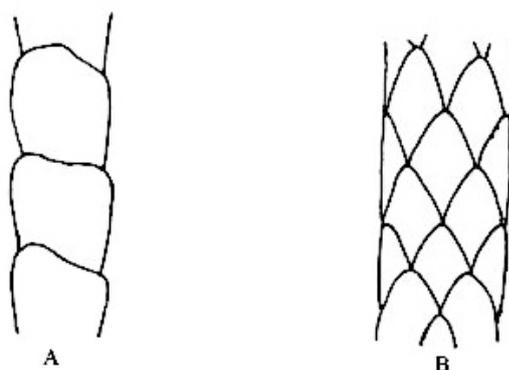


FIG. 6 - Tipi di scaglie. A: scaglie coronali; B: scaglie embricate.

A questo proposito si definisce larghezza della scaglia la dimensione trasversale rispetto al fusto, mentre si definisce lunghezza della scaglia la dimensione longitudinale rispetto al fusto, considerando ogni singola scaglia nella sua interezza, cioè estrapolata dalla struttura cuticolare di cui fa parte.

Si definiscono larghezza visibile e lunghezza visibile della scaglia quelle dimensioni che ogni singola scaglia presenta inserita all'interno della struttura cuticolare, perciò



non considerando le zone coperte dalle scaglie adiacenti a causa della sovrapposizione (Fig. 7).

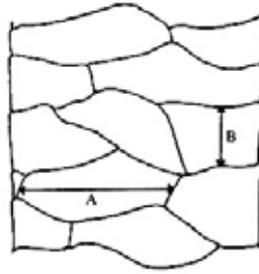


FIG. 7 - Dimensioni delle scaglie. A: larghezza visibile; B: lunghezza visibile.

Presentiamo ora lo schema di classificazione secondo i tre livelli già esposti sopra: forma del margine, distanza tra i margini e forma generale delle scaglie.

Si distinguono diversi tipi di **margini delle scaglie**, intendendo per margine il bordo distale e perciò libero di ogni singola scaglia (Fig. 8 - a).

a - M. lisci: non presentano nessun tipo di intaccatura, perciò appaiono come una linea liscia.

b - M. cretati o crenati: hanno intaccature poco profonde, ma piuttosto appuntite.

c - M. increspati: hanno delle intaccature profonde, ma il profilo è generalmente arrotondato.

d - M. a festone: presentano delle curvature che hanno la punta arrotondata e il cavo appuntito.

e - M. dentati: hanno larghe proiezioni a forma di dente, si rinvengono solo tra le scaglie coronali.

Si definisce **distanza tra i margini lamellari** la distanza tra i margini liberi di scaglie immediatamente successive. È molto importante per la diagnosi in quanto fa variare il modello di organizzazione delle scaglie. Frequentemente le scaglie della metà prossimale del pelo sono più distanti, cioè più lunghe, di quelle della metà distale. Tale caratteristica è apprezzabile a colpo d'occhio e dipende sempre da una valutazione in parte arbitraria (Fig. 8 - b).

a - Tipo distante: approssimativamente il rapporto tra larghezza visibile e lunghezza visibile (dimensione che coincide con la definizione di distanza tra i margini lamellari) della scaglia non è superiore a tre.

b - Tipo vicino: il rapporto della larghezza visibile sulla lunghezza visibile può variare da tre a otto circa.

c - Tipo stretto: il rapporto della larghezza visibile sulla lunghezza visibile è approssimativamente maggiore di otto.

I **modelli delle scaglie** riguardano l'organizzazione più generale della struttura cuticolare, che può variare lungo il decorso del pelo (Fig. 8 - c).

a - Tipo a petalo: le scaglie hanno l'aspetto generale di petali di fiore sovrapposti. Se ne distinguono diversi modelli:

a1 - petalo di diamante in cui ogni singola scaglia presenta una forma a losanga che ricorda il profilo di un diamante. Questo modello può variare da largo a stretto a seconda delle dimensioni delle scaglie;

a2 - petalo vicino in cui le singole scaglie hanno dimensioni variabili e i margini distali arrotondati, anche l'aspetto generale è meno regolare del precedente.



b - Tipo a mosaico: le scaglie hanno una forma angolare e la loro organizzazione reciproca ricorda le tessere di un mosaico. Comprende diversi modelli:

b1 - mosaico regolare in cui le singole scaglie sono pressoché isodiametriche, cioè la larghezza visibile è pari alla lunghezza visibile;

b2 - mosaico irregolare in cui le dimensioni delle singole scaglie sono variabili e perciò danno luogo ad una struttura generale che appare più irregolare;

b3 - mosaico schiacciato nel quale in ogni singola scaglia la dimensione larghezza prevale sulla lunghezza, dando l'impressione di un mosaico in cui le singole tessere siano schiacciate. Naturalmente si tratta di un modello a margini stretti o comunque vicini.

c - Tipo ondulato: i margini distali liberi delle singole scaglie hanno forma tale che globalmente formano delle onde circondanti la circonferenza del fusto. Naturalmente tali onde sono interrotte tra due scaglie embricate adiacenti a causa della loro parziale sovrapposizione, invece nel caso di scaglie coronali le onde possono essere continue. In base alla loro ampiezza possono essere descritte come superficiali, medie o profonde. Nell'ambito di questo tipo si distinguono diversi modelli:

c1 - onde regolari in cui l'ampiezza si mantiene pressoché costante;

c2 - onde irregolari in cui l'ampiezza di onde successive varia anche notevolmente;

c3 - singolo puntale nel quale le onde presentano solamente le creste o solamente i cavi appuntiti;

c4 - doppio puntale nel quale le onde presentano creste e cavi entrambi appuntiti. In genere questo tipo di onde sono anche piuttosto ampie e conferiscono alla cuticola un aspetto generale che risulta profondamente inciso longitudinalmente;

c5 - onde schiacciate nel quale vi è intorno alla circonferenza del fusto un'alternanza di onde profonde e onde superficiali, che spesso si associa ad un cambiamento del profilo in sezione trasversale del pelo. Infatti si ritrova in genere nei peli che presentano un canale longitudinale o doccia.

d - Tipo di transizione: siccome lungo il decorso del pelo dalla radice alla punta la cuticola non conserva la stessa organizzazione delle scaglie, ma si possono trovare modelli diversi che si succedono nello spazio, nei punti di passaggio dall'uno all'altro avremo delle zone, anche molto brevi, con caratteristiche intermedie tra i due modelli, che sono dette zone di transizione. Naturalmente non esiste un modello standard per tali zone, in quanto hanno organizzazione diversa a seconda di quali siano i due modelli che si succedono in quel punto.



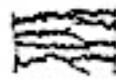
a. Forma dei margini lamellari



LISCIO



CRENATO



INCRISPATO



A FESTONE

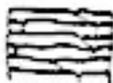


DENTATO

b. Distanza tra i margini lamellari



DISTANTE



VICINO



STRETTO

c. Disegni lamellari



A CORONA
SEMPLICE



A PETALO DI
DIAMANTE



A PETALO DI
DIAMANTE STRETTO



A PETALO
VICINO



A MOSAICO
REGOLARE



A MOSAICO STRETTO
IRREGOLARE



A ONDE
REGOLARI



A ONDE
IRREGOLARI



A SINGOLO
PUNTALE



A DOPPIO
PUNTALE



SCHIACCIATO



DI TRANSIZIONE

FIG. 8 - Modelli di organizzazione delle scaglie cutiolari (ridisegnata da Brunner & Coman, 1974)

Naturalmente questi modelli schematici non possono che essere una semplificazione della variabilità che può rinvenirsi nelle strutture, però sono utili per aiutare a cogliere le differenze tra modelli simili e soprattutto per effettuare una certa classificazione dei campioni che ne faciliti poi in seguito anche l'utilizzazione a scopi identificativi.

2.4 Esami implementati

Il lavoro si avvale dell'esame al binoculare e dell'analisi al microscopio ottico dell'impronta della cuticola.

L'impronta della cuticola può essere realizzata con diverse tecniche, la distinzione principale è fra impronte circolari, chiamate convenzionalmente impressioni e le impronte parziali, chiamate convenzionalmente stampi (Wildman, 1954).

Le impronte circolari sono quelle che rappresentano tutta la circonferenza del pelo e sono ottenute rotolando il pelo sopra la pellicola di un mezzo appropriato a conservare l'impressione, opportunamente stesa sopra al vetrino del microscopio. Le impressioni hanno il vantaggio di mostrare l'intera organizzazione delle scaglie intorno al fusto, ma richiedono maggior dispendio di tempo e di attenzione in quanto sono più difficili da ottenere.

In casi particolari può diventare anche estremamente arduo realizzarle, per esempio quando si hanno peli molto frammentari oppure schiacciati longitudinalmente.

Gli stampi mostrano l'organizzazione delle scaglie limitatamente ad una parte della circonferenza del pelo, pari circa alla metà, infatti si ottengono appoggiando il pelo sopra la pellicola del mezzo adeguato, stesa sul vetrino da microscopio. I peli possono essere più o meno pressati dentro il mezzo di stampaggio, che in seguito riprodurrà solo l'organizzazione cuticolare della porzione di pelo con cui è entrato in contatto. Questa procedura viene preferita perché più rapida e facile da ottenere anche per peli spezzati e comunque difficili da maneggiare perché molto corti o molto sottili. I mezzi idonei ad ottenere lo stampo possono essere diversi, come gelatine o polimeri di vinile acetato, disponibili in commercio con ampie possibilità di scelta.

Nel presente lavoro ci si è avvalsi di due diversi metodi, il primo prevede l'uso di ittiocolle che si trova facilmente in commercio in fogli delle dimensioni di circa 7x23 cm, il prezzo è irrisorio, è facilmente solubile in acqua e, requisito fondamentale, è un buon mezzo di stampaggio, in quanto riproduce fedelmente le strutture della cuticola e la sua capacità adesiva non eccessiva consente di ottenere impronte anche di peli molto sottili, che in altri mezzi si strapperebbero al momento della rimozione. Il secondo metodo utilizza barrette di cellulose e acetone, tramite i quali la realizzazione degli stampi è estremamente veloce, ma con maggiori tempi e costi per quanto riguarda il reperimento dei materiali.

Realizzazione degli stampi cuticolari

Per ottenere lo stampo si segue questa semplice procedura nel caso dell'uso di ittiocolle:

- i peli di cui si deve effettuare l'impronta della cuticola devono essere preventivamente puliti da eventuali impurità che possono compromettere la chiarezza dello stampo. Ciò si ottiene previa immersione in una soluzione di acqua e alcool 70° e successiva asciugatura tra fogli di carta assorbente. Per pulire i peli può essere utilizzata efficacemente anche una soluzione di alcool ed etere in proporzioni uguali (Brunner & Coman, 1974);
- il mezzo di stampaggio viene preparato scaldando a fiamma debole una soluzione di ittiocolle al 10% circa in acqua distillata. In pochi minuti l'ittiocolle si scioglie perfettamente e la soluzione appare come un liquido uniforme, solo leggermente denso;
- il mezzo di stampaggio, ancora caldo, viene steso con l'aiuto di una spatola su un vetrino da microscopio, che sia stato preventivamente riscaldato per evitare la formazione di bolle d'aria nella sottile pellicola del mezzo che ricopre il vetrino. A questo



scopo si può usare lo stesso becco Bunsen che è servito per scaldare la soluzione, infatti pur essendo spento ha ancora una temperatura sufficiente a scaldare i vetrini;

- i peli da esaminare vengono appoggiati sopra al vetrino con l'aiuto di pinze sottili, avendo cura di lasciarne una parte sporgente, che servirà al momento dell'estrazione. Si dispongono in ogni vetrino peli in numero pari (due, quattro, sei o otto a seconda della disponibilità di peli nel campione), con la convenzione che la prima metà a partire dall'etichetta del vetrino sono parti prossime alla radice, con le punte sporgenti, mentre l'altra metà sono prossime alla punta, con le radici sporgenti. Questo piccolo accorgimento facilita l'orientamento dell'operatore durante l'analisi del preparato, in quanto sa già dove aspettarsi impronte della metà prossimale o della metà distale del pelo. Per peli troppo lunghi può capitare che gli stampi della porzione prossimale e di quella distale non rappresentino l'intera lunghezza. In questo caso le impronte su ciascun vetrino saranno in numero dispari, con la convenzione che lo stampo centrale rappresenti la porzione intermedia del pelo, che pertanto al momento dell'applicazione sposterà da entrambi i lati del vetrino (Fig. 9).

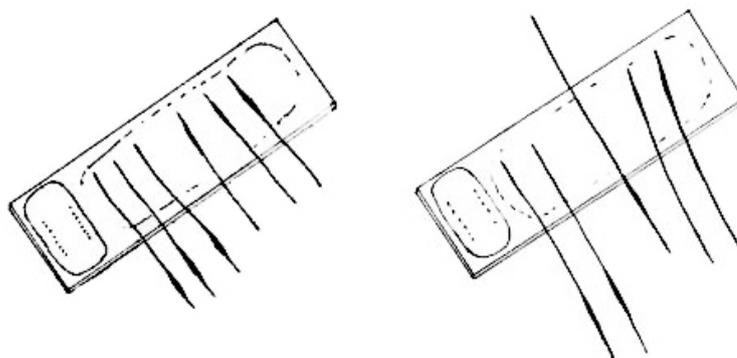


FIG. 9 - Disposizione dei peli sul vetrino

I peli una volta adagiati vengono pressati lievemente nel mezzo con l'aiuto di un punteruolo, per accertarsi che l'impronta interessi una porzione sufficiente della circonferenza di ogni singolo pelo. Se vi sono più vetrini da preparare questa fase può prolungarsi e la soluzione di ittiocollo in acqua distillata potrebbe raffreddarsi tanto da divenire troppo densa perché la fase di stesura della pellicola sul vetrino sia efficace. In questo caso è sufficiente scaldare di nuovo la soluzione finché riassuma la necessaria fluidità. Una volta completata questa fase la soluzione avanzata non viene conservata, in quanto riscaldare soluzioni preparate da più di 12 ore e che pertanto sono oramai notevolmente consolidate, richiede l'aggiunta di un'ulteriore porzione di acqua distillata e comporta la formazione notevole di bolle d'aria che ne rendono poco consigliabile l'utilizzo come mezzo di stampaggio;

- i vetrini come sopra preparati vengono lasciati riposare a temperatura ambiente per almeno 12 ore, in genere vengono ripresi in mano la mattina del giorno successivo a quello di preparazione. Durante questo periodo la soluzione si solidifica assumendo una consistenza cerosa, che conserva le impronte dei peli. Questi vengono afferrati tramite una pinza per l'estremità sporgente e rimossi dal vetrino con uno strappo deciso, ma non troppo energico, per non rischiare di spezzarli. I peli estratti sono integri e possono essere rimessi nel campione di origine, che non viene perciò intaccato dalla procedura e può essere utilizzato per altri tipi di esame;
- l'impronta impressa dai peli sul vetrino può essere osservata al microscopio ottico. Naturalmente trattandosi di uno stampo, si osserverà il negativo della superficie

reale del pelo, infatti la superficie normalmente convessa apparirà concava nello stampo. Si può ovviare a ciò realizzando lo stampo su coprivetrini lunghi quanto un vetrino da microscopio e poi rigirandoli e appoggiandoli su un normale vetrino per osservarli al microscopio (Brunner & Coman, 1974). L'uso di questa tecnica richiede che la pellicola del mezzo di stampaggio stesa sul coprivetrino sia sempre di spessore non superiore a 1-2 decimillimetri, altrimenti, una volta rovesciata impedirebbe la chiara visione dell'impronta. Nel presente studio non abbiamo utilizzato questo accorgimento perché abbiamo constatato che l'apparenza delle scaglie cuticolari non muta osservando una superficie concava, inoltre i normali vetrini sono più agevolmente maneggiabili in quanto meno fragili, le impronte sono direttamente visibili senza la necessità di coprire il preparato con un coprivetrino e infine sono più facili da realizzare in quanto lo spessore della pellicola può variare entro certi limiti ($0,4 \pm 0,3$ mm) senza compromettere la visibilità dello stampo al microscopio.

Per ottenere lo stampo sulle barrette di cellulose la procedura è alquanto semplificata: il supporto, dello spessore di 1 mm è opportunamente tagliato delle dimensioni di un vetrino da laboratorio per consentirne agevolmente la traslazione al microscopio ottico, oppure in dimensioni minori, per risparmiare sul materiale, per essere poi appoggiato sopra ad un vetrino pulito per effettuare la traslazione. Si è verificato che le dimensioni ottimali delle barrette, che consentono di contenere i costi di acquisto della cellulose mantenendo la funzionalità per l'ottenimento degli stampi, sono di mm 24 x mm 40. Per effettuare lo stampo della cuticola basta appoggiare il pelo, pulito secondo il metodo già descritto, sulla superficie della barretta e poi con l'ausilio di un pennello sintetico sottile passarvi sopra una goccia di acetone, dopo 15-20 secondi la cellulose sciolta dall'acetone si risolidifica ed è possibile togliere il pelo che avrà lasciato lo stampo. Gli stampi possono essere organizzati sulla barretta come già esposto nella trattazione (Fig. 9). I preparati possono essere catalogati usando un pennarello indelebile al posto delle etichette adesive e scrivendo direttamente sulla cellulose. Il vantaggio di questa tecnica oltre che nella velocità di ottenimento dello stampo sta nel fatto che lo stesso si può conservare per un tempo indefinito con l'accortezza di ripararlo dalla polvere che altrimenti depositandosi sul preparato (che risulta concavo) ne compromette la visibilità, di contro gli stampi su ittiocola sono destinati nel tempo a corrompersi trattandosi di materiale organico. Gli svantaggi stanno nel reperimento del materiale, che viene prodotto da una ditta svizzera specializzata e nel costo maggiore¹.

Qualunque delle due tecniche di stampo venga usata, l'osservazione va effettuata lungo tutto il decorso del pelo, per evidenziare le variazioni del modello di organizzazione delle scaglie cuticolari.

Si usa l'obiettivo ad ingrandimento di 40x, che richiede una certa pratica per la messa a fuoco del punto che si desidera. Ai principianti si consiglia perciò di iniziare ad osservare il preparato ad ingrandimenti minori, ad esempio 10x, in modo da centrare l'oggetto che si vuole osservare, prima di passare ad ingrandimenti maggiori. Naturalmente trattandosi di una superficie tridimensionale (nel nostro caso concava), non sarà possibile avere un fuoco unico per tutta la struttura, ma si avranno principalmente due fuochi, uno per le pareti laterali della superficie concava e un altro per il fondo della stessa. È preferibile osservare il preparato soffermandosi sul fuoco della zona di fondo in quanto le zone marginali, che restano scure, sono una frazione ridotta dell'immagine totale, pari a circa 1/3. Tramite le variazioni di fuoco tra le diverse zone dello stampo è possibile riconoscere, anche nei preparati oltre che al binoculare, la presenza di docce nel pelo, in quanto originano nel fondo dello stampo una superficie convessa, con fuoco ulteriore, diverso da quelli del fondo vero e proprio e delle pareti laterali.

¹ Possono essere ordinate presso la seguente ditta svizzera: Hutmacher&Schlund AG - Tellstrasse 114 Aarau - CH





3

Risultati

3.1 Organizzazione della raccolta di peli di riferimento

Utilizzando la semplice procedura esposta nel capitolo precedente sono stati realizzati gli stampi della cuticola di campioni di peli di provenienza certa, appartenenti a quelle specie di Mammiferi, presenti nelle aree oggetto di indagini naturalistiche da parte del gruppo di lavoro dell'Università degli Studi di Perugia, che rivestono particolare importanza per le indagini stesse. Si tratta di specie oggetto di studio o focali e di specie preda, di specie competitori o di specie predatrici delle prime. Questi stampi vengono usati come campioni di riferimento per il confronto con i peli ignoti da identificare.

L'ideale sarebbe disporre per ogni campione di riferimento, da cui effettuare i preparati, di una pelle intera, che presenti tutta la variazione di peli presenti.

Non è affatto agevole procurarsi un archivio tricologico di tale entità e, ad esclusione di pochi casi nei quali si dispone della pelle intera (Gatto selvatico, Marmotta, Tasso, Lepre comune, Lepre variabile, Lupo, Scoiattolo, Donnola), ci si è dovuti accontentare di campioni parziali di pelle degli esemplari oggetto di studio. Per alcune specie sono stati prelevati da tre principali zone del mantello, cioè la dorsale, la laterale e la ventrale, per le rimanenti dalla sola zona dorsale. I campioni in pelle sono stati conciati e sono conservati sotto naftalina o canfora, mentre i campioni di peli semplicemente prelevati dalla pelle sono stati asportati con il bulbo, per averne l'intera lunghezza, e sono conservati con lo stesso sistema delle pelli.

Nei casi in cui si aveva disponibilità dell'intera pelle o delle tre principali zone del mantello menzionate sopra, si è effettuato un confronto tra i campioni di diversa provenienza e si è constatato che non esiste differenza nella struttura cuticolare di peli di giarra dorsali, laterali o ventrali, come evidenziato anche da studi precedenti (Debrot *et al.*, 1982), perciò i campioni dorsali sono rappresentativi e la mancanza dell'intera pelle non inficia i risultati dello studio.

Esiste invece differenza tra i peli delle estremità (coda, arti e capo) e quelli delle restanti zone del corpo, per questo è comunque interessante disporre delle pelli intere e l'esame degli stampi cuticolari delle estremità può ampliare e approfondire lo studio (Brunner & Coman, 1974).

Inoltre per gli animali soggetti a muta stagionale del pelo l'ideale sarebbe disporre di campioni di ambedue i mantelli, comunque studi precedenti hanno dimostrato che le strutture dei peli sono costanti in campioni della stessa specie prelevati durante tutto l'arco dell'anno (Keller, 1978), cambia solo la pigmentazione conseguentemente alla variazione di attività dei melanociti.

Pertanto sono considerate a buon diritto significative le strutture evidenziate in uno qualsiasi dei due "abiti" di cui si disponga, come è il caso della Lepre variabile, di cui si è esaminato il solo mantello invernale.

Il Capriolo sembra rappresentare una eccezione in cui la differenza relativamente modesta di colorazione tra i mantelli stagionali sia accompagnata da una variazione riconoscibile della struttura (Debrot *et al.*, 1982).

In un caso (Camoscio) è stato possibile confrontare l'aspetto al microscopio della cuticola di un individuo immaturo e di un adulto ed anche in questo caso si è avuta la conferma dell'equivalenza qualitativa e dimensionale dei peli di giarra, già dimostrata da studi precedenti. Nei primi tempi dopo la nascita, variabili a seconda della specie e coincidenti normalmente con la condizione di infante (dalla nascita allo svezzamento), è invece inferiore la percentuale di peli di giarra presenti, pur essendo questi equivalenti, perciò può essere più arduo giungere ad una corretta identificazione (Brunner & Coman, 1974).

Sono stati preparati stampi della cuticola di peli di 31 specie di Mammiferi, di cui 24 selvatiche e 10 domestiche, tra specie e razze, per un totale di 34 campioni di riferimento, che vengono utilizzati per il confronto con stampi di peli ignoti.



Diamo di seguito un elenco delle specie indagate, secondo la classificazione sistematica:

ORDINE	FAMIGLIA	SPECIE	
<i>Insectivora</i>	<i>Erinaceidae</i>	Riccio – <i>Erinaceus europaeus</i>	
<i>Lagomorpha</i>	<i>Leporidae</i>	Lepre comune – <i>Lepus europaeus</i>	
		Lepre variabile – <i>Lepus timidus</i>	
		Coniglio domestico – <i>Oryctolagus cuniculus</i>	
<i>Rodentia</i>	<i>Sciuridae</i>	Scoiattolo – <i>Sciurus vulgaris</i>	
		Marmotta – <i>Marmota marmota</i>	
	<i>Hystricidae</i>	Istrice – <i>Hystrix cristata</i>	
<i>Carnivora</i>	<i>Mustelidae</i>	Ermellino – <i>Mustela erminea</i>	
		Donnola – <i>Mustela nivalis</i>	
		Puzzola – <i>Mustela putorius</i>	
		Martora – <i>Martes martes</i>	
		Faina - <i>Martes foina</i>	
		Tasso – <i>Meles meles</i>	
		Lontra – <i>Lutra lutra</i>	
		<i>Ursidae</i>	Orso bruno – <i>Ursus arctos</i>
	<i>Canidae</i>	Lupo – <i>Canis lupus lupus</i>	
		Volpe – <i>Vulpes vulpes</i>	
		Cane domestico – <i>Canis lupus familiaris</i>	
	<i>Felidae</i>	Lince eurasiatica – <i>Lynx lynx</i>	
		Gatto selvatico europeo – <i>Felis silvestris silvestris</i>	
		Gatto domestico – <i>Felis silvestris catus</i>	
<i>Perissodactyla</i>	<i>Equidae</i>	Cavallo – <i>Equus caballus</i>	
<i>Artiodactyla</i>	<i>Suidae</i>	Cinghiale – <i>Sus scrofa</i>	
		<i>Cervidae</i>	Capriolo – <i>Capreolus capreolus</i>
			Cervo – <i>Cervus elaphus</i>
	Daino – <i>Dama dama</i>		
	<i>Bovidae</i>	Camoscio alpino – <i>Rupicapra rupicapra</i>	
		Mufone – <i>Ovis musimon</i>	
		Bue – <i>Bos taurus</i>	
Capra domestica – <i>Capra aegagrus hircus</i>			
		Pecora domestica – <i>Ovis aries</i>	

Nei casi del Riccio e dell'Istrice, il prelievo dalla regione dorsale, come di regola, non é possibile per l'assenza di peli di giarra, perciò il prelievo è stato effettuato dalla regione ventrale.

Per quanto riguarda i domestici, lo studio è stato effettuato perché anch'essi possono essere fonte alimentare per i *taxa* di predatori selvatici oggetto di indagini.

Inoltre si è ritenuto interessante allargare lo studio anche a razze diverse per quanto riguarda cani e gatti, in quanto sistematicamente correlati a due selvatici oggetto di ricerca per la loro importanza conservazionistica: *Canis lupus lupus* e *Felis silvestris silvestris*. In particolare si sono scelte le razze che presentano maggiori somiglianze con le due specie menzionate: per il Lupo sono stati esaminati il Pastore tedesco e il Siberian husky, per il Gatto selvatico il Soriano



tigrato.

Per pura curiosità, più che per vera utilità nei lavori di identificazione, si è effettuato anche lo stampo della cuticola di un capello umano.

3.2 Archiviazione degli stampi cuticolari

Gli stampi su ittiocola sono effettuati in un materiale organico, che come tale è soggetto a deterioramento, perciò i vetrini non sono conservabili per lunghi periodi e non possono essere archiviati. Il deterioramento non si verifica in poche settimane, i preparati possono resistere da 3 a 5 mesi, soprattutto se conservati in ambiente secco e a temperatura ambiente; inoltre avviene in maniera graduale e non pregiudica del tutto la visione dell'impronta, però è un dato di fatto che rende impossibile la costituzione di una raccolta stabile di vetrini di confronto. Anche i preparati realizzati su celluloidi, come già detto, vanno incontro a un deterioramento dell'immagine dovuta al deposito di impurità nello stampo.

Per ovviare a questo inconveniente si è costituito un archivio cartaceo, che ha il vantaggio di consentire il confronto contemporaneo di più cuticole, attraverso la microfotografia o il disegno dei preparati. Il supporto cartaceo è utilissimo anche per i preparati di peli sconosciuti da identificare, perché documenta nel tempo la diagnosi.

Nel presente lavoro si è preferito utilizzare il secondo metodo perché, pur essendo la fotografia più oggettiva, il disegno, grazie alla sua componente di interpretazione, elimina il "rumore di fondo", cioè i margini dello stampo scuri perché non a fuoco e le sfumature di chiaroscuri, che disturbano nella percezione delle linee essenziali.

Per ogni campione di riferimento e per ogni preparato da determinare si è effettuato il disegno dell'organizzazione delle scaglie cuticolari utilizzando costantemente l'ingrandimento 40x e due strumentazioni alternative.

Si è usata la camera chiara collegata ad un microscopio Laborlux8 Leitz Wetzlar per tutti i campioni di riferimento, preferibile perché la mano ricalca le sottili linee così come appaiono attraverso l'oculare; sono state realizzate con tale sistema tutte le schede dei disegni cuticolari dei campioni di riferimento presentate nel volume.

Per disegnare i preparati di peli ignoti è stata utilizzata in alternativa anche un'altra strumentazione: la Projectina AG9435 Heerbrugg/Schweiz, apparecchio che proietta l'immagine su uno schermo dal quale è possibile ricalcare l'organizzazione della cuticola; questo sistema è peggiore del precedente, perché la mano segue linee già ingrandite rispetto alla visione attraverso l'oculare del microscopio e pertanto meno nitide con pregiudizio per la qualità della riproduzione grafica.

I disegni sono presi a livelli diversi lungo il decorso del pelo, allo scopo di mostrare tutti i modelli di organizzazione cuticolare che si succedono lungo il pelo. Pertanto non sono presi in numero fisso né a livelli fissi, per tutti i campioni, ma in ognuno di essi sono tanti quanti i modelli cuticolari che il pelo presenta, e ai livelli nei quali tali modelli sono più chiari nella loro struttura.

Questa raccolta di disegni serve come riferimento qualitativo; come riferimento quantitativo si può calcolare l'indice di scaglia, definito come il rapporto tra la lunghezza visibile della scaglia e il diametro del fusto del pelo nel punto in cui si trova la scaglia (Hausman, 1930; Mayer, 1952). Questa misura può variare lungo il decorso del pelo al variare delle dimensioni delle scaglie e del diametro del pelo, inoltre può essere ardua da calcolare quando ci si trovi di fronte a un tratto in cui le scaglie abbiano dimensioni variabili. Comunque, non ha grande valore diagnostico in quanto tale indice non è univoco per determinati modelli di scaglie. Infatti un pelo sottile con scaglie larghe e corte può avere lo stesso indice di scaglia di un pelo largo



con scaglie lunghe e strette. Perciò l'indice di scaglia dovrebbe essere affiancato dal valore della larghezza della scaglia, in modo da fornire migliori informazioni sulla sua forma reale (Khemelevskaya, 1965).

Per tutte queste considerazioni nel presente lavoro ci siamo limitati a misurare il diametro del pelo nel punto di maggiore spessore, valore che fornisce un riscontro quantitativo delle variazioni di dimensioni tra i vari campioni, già documentate dalle riproduzioni grafiche, in quanto prese per tutti i campioni allo stesso ingrandimento di 40x.

Per tutte le specie sono stati misurati dai 25 ai 30 peli e si è calcolata per inferenza statistica l'approssimazione alla normale. Questi dati sono stati messi a confronto per specie con organizzazione simile delle scaglie cuticolari, per coadiuvare nella determinazione.

La costituzione di un archivio cartaceo di riferimento e documentazione rende possibile riutilizzare i vetrini per effettuare altri stampi, tramite un semplice lavaggio con acqua calda, grazie alla proprietà dell'ittecina, già menzionata, di essere facilmente solubile in acqua.

3.3 Identificazione del pelo

La tecnica più semplice di identificazione di un pelo ignoto consiste nella comparazione del preparato da determinare con i campioni di pelo conosciuti di tutti i Mammiferi verosimilmente presenti nell'area dalla quale proviene il campione sconosciuto.

Questa tecnica è perciò molto lunga e il suo uso non è consigliabile quando il numero di campioni di riferimento sia abbastanza elevato (superiore a 25-30), né quando si abbia necessità di ricorrervi con frequenza.

In alcuni studi sui peli dei Mammiferi sono state usate delle chiavi descrittive (Day, 1966; Keller, 1978, 1980) però risultano piuttosto macchinose e comunque troppo restrittive per la variabilità delle strutture che dovrebbero disciplinare.

L'utilizzo di chiavi dicotomiche presuppone infatti la descrizione di caratteristiche circoscritte e parziali del pelo, che possono essere più difficili da riconoscere e discernere rispetto alla struttura generale, soprattutto perché vengono considerate singolarmente in passi successivi, mentre l'osservazione più utile alla diagnosi è quella globale.

Inoltre può risultare più arduo per l'operatore il confronto tra una descrizione e un'immagine, con inevitabile ambiguità rispetto al confronto tra due immagini.

La soluzione migliore ci è sembrata l'uso dei disegni dei preparati delle cuticole, raggruppati secondo determinate caratteristiche preponderanti, che possono subito orientare l'operatore nella ricerca.

Usando come sistema di riferimento i disegni, si rendono inoltre disponibili in un solo documento molti più caratteri utili alla diagnosi di quanto sarebbe possibile con una chiave dicotomica, che deve piegare le forme all'esigenza di descrivere con le parole.

I disegni vengono perciò utilizzati anche nella chiave dicotomica fornita dal presente lavoro, con rimandi a quelli presenti nella scheda di ciascuna specie.

Le schede delle specie sono raggruppate non secondo la sistematica, ma secondo analogie delle strutture, seguite anche dalla chiave dicotomica.

Una classificazione correttamente delineata, cioè con un numero adeguato di raggruppamenti, rispetto al numero di campioni, consente anche comparazioni qualitative tra una rosa ristretta di possibilità, con notevole snellimento della procedura, che diventa più adatta ad esami di routine.

I confronti vengono fatti seguendo le indicazioni della chiave dicotomica, per arrivare poi al confronto diretto tra i vetrini con gli stampi della cuticola dei peli sconosciuti e quelli del cam-



pione di riferimento, tramite almeno due microscopi ottici, ad ingrandimento 40x.

Sul primo si monta il vetrino del campione di riferimento e sull'altro il vetrino del preparato da determinare in modo da poter passare istantaneamente l'occhio dall'uno all'altro, eliminando l'intervallo di tempo necessario a mettere a fuoco un altro vetrino sullo stesso microscopio, in modo da riuscire a cogliere con maggior sicurezza le differenze o le similarità.

È evidente che per il successo delle operazioni di identificazione è necessaria una certa esperienza da parte dell'operatore, esperienza che lo metta in grado di riconoscere gli aspetti più diagnostici della struttura del pelo e indispensabile anche solo per riconoscere i vari tipi di pelo (giarra, rivestimento ecc.) o la loro metà prossimale o distale.

Qualora le dimensioni del pelo siano determinanti per l'identificazione si procederà a effettuare le misurazioni sul campione sconosciuto e si confronteranno i risultati con i valori di riferimento nella chiave dicotomica o nelle schede statistiche di ciascuna specie.

Non è sempre possibile giungere ad una diagnosi soddisfacente, soprattutto quando il campione sconosciuto sia composto da un numero esiguo di peli. Il campione di cui si dispone attualmente è necessario e sufficiente per soddisfare le esigenze dei programmi di ricerca in corso, però il lavoro è *in progress*, cioè destinato ad ampliarsi in adeguamento a nuovi programmi di ricerca. Si intende ampliare lo studio, non solo aumentando il numero di campioni di riferimento, ma anche incrementando i sistemi di analisi dei peli, per estendere l'applicazione del metodo a programmi in progetto e per far fronte alle richieste di *expertise* da parte di estranei al gruppo di studio, inattese e non programmabili.

Più precisamente, si potrebbe estendere il metodo all'analisi dei boli di rigetto dei rapaci, per cui occorre completare la raccolta di peli con campioni di specie di Micromammiferi, che ne sono componente quasi esclusivo. L'identificazione dei peli diventa indispensabile quando non vi siano altri elementi utili a formulare una diagnosi, quali frammenti di scheletro o di dentatura, che consentono di giungere con certezza per lo meno al genere di appartenenza, ma che non sempre sono rinvenibili nelle borre.

Per quanto riguarda invece la richiesta di pareri specialistici da parte di terzi, si ha l'esigenza di formare un archivio il più vasto possibile, in modo da poter fornire una valutazione circostanziata nei vari casi di "pantere", "puma" o "mostri" in circolazione in Umbria e in tutta Italia.

In vista di ciò è necessario rivolgersi a istituti detentori di vaste raccolte, quali i musei, per avere la possibilità di effettuare dei prelievi di peli dagli esemplari da questi conservati.

Si potrebbe mettere a punto anche la catalogazione dei midolli e delle sezioni trasversali dei campioni di riferimento presenti nella raccolta di peli, per ricorrervi qualora l'esame della cuticola lasci ancora adito a dei dubbi.

I materiali da identificare con il metodo descritto sono prevalentemente rappresentati da depositi fecali, secondariamente da peli rinvenuti in passaggi obbligati e contenuto gastro-intestinale di esemplari rinvenuti morti, relativamente ai quali è necessario determinare l'identità delle specie preda e/o del predatore.

Forniamo perciò di seguito l'esempio di tutta la procedura pratica che si segue nell'esame delle feci di un carnivoro conosciuto, oppure anch'esso indeterminato.

3.4 Procedura pratica di analisi di un deposito fecale

La procedura pratica di esame delle feci raccolte sul campo e attribuite in prima analisi al *taxon* oggetto di studio nell'ambito di un'indagine naturalistica è il seguente:

- a) dopo la raccolta il deposito fecale in attesa di essere portato in laboratorio può essere essiccato o congelato. È auspicabile l'essiccamento perché in seguito il materiale è più



“gradevolmente” maneggiabile. È comunque indispensabile l’osservanza di elementari norme igieniche, quali far uso di guanti e di una mascherina per proteggere le vie respiratorie. Nel caso che il deposito fecale sia stato essiccato, va per prima cosa immerso in etanolo puro, in modo che si ammorbidisca. Sono sufficienti pochi minuti, con lievi oscillazioni a seconda della consistenza dovuta alla composizione, poi il deposito fecale viene estratto ed asciugato entro 90’ circa, grazie alla volatilità dell’alcool. In alternativa può essere usata efficacemente anche semplice acqua di rubinetto, più facile da reperire, con l’inconveniente che poi l’asciugatura richiede circa 4 h. Occorre accertarsi in seguito che i materiali da conservare come documentazione siano ben asciutti per evitare il formarsi di muffe che li deteriorino rapidamente;

- b) prima di aprire il deposito fecale se ne osserva attentamente la superficie esterna per valutare la presenza di peli distinguibili, per colore e/o dimensioni, dalla massa principale. Questi peli potrebbero appartenere all’animale che ha deposto le feci, in quanto, come abbiamo già fatto notare, in ogni deposito fecale è possibile rinvenire anche dei peli dell’animale che lo ha prodotto. Tale affermazione è stata dimostrata con l’analisi di escrementi deposti da esemplari di lince in cattività in un periodo in cui venivano alimentati solo con Uccelli. Naturalmente è più difficile rinvenirli in un deposito fecale che contiene anche altri tipi di pelo appartenenti alla preda, inoltre nei depositi fecali di Mammiferi predatori diversi dai Felidi è ragionevole aspettarsene un numero minore, in quanto è minore l’attività di auto-leccamento. In alcuni casi è comunque possibile separarli dai restanti peli che compongono il deposito fecale in quanto si riconosce una certa diversità. Questi peli “segnali” sono denominati convenzionalmente *marker*, e la loro identificazione può confermare l’attribuzione delle feci al *taxon* oggetto di studio quando gli altri elementi di valutazione quali la forma, il colore, le dimensioni, l’odore, il luogo di deposizione, la presenza di altri indizi lasciano un margine di dubbio. Naturalmente non è detto che i peli estratti in questa fase e nelle successive, perché presentano pigmentazioni e zonature particolari, o perché più spessi o più sottili dei restanti, siano effettivamente dei *marker*, solo l’esame della cuticola può dimostrare se si tratta effettivamente di peli diversi da quelli che costituiscono l’alimento. In ogni caso tali possibili *marker* vanno separati dagli altri e conservati per l’analisi successiva della cuticola;
- c) dopo questo controllo preliminare si passa alla successiva fase di apertura delle feci con l’aiuto di due paia di pinze. Questa operazione deve essere eseguita con la massima cura per rinvenire ogni più piccolo frammento e ogni differente tipo di pelo presente. Nel deposito fecale è infatti possibile rinvenire pezzi di ossa, semi di frutti carnosì come endocarpi di drupe, frutti secchi come acheni o carioidi, parti di Artropodi, unghie, penne, denti, frammenti vegetali e non è escluso trovare materiali insoliti, che nell’esperienza precedente non si erano ancora incontrati. In altre parole l’apertura può riservare sempre qualche sorpresa. Inoltre se in un pasto il predatore ha consumato diverse specie di animali (ad esempio un lagomorfo ed un micro-mammifero) nel deposito fecale si troveranno peli diversi per colorazione e spessore che devono essere separati. Durante questa fase, si continua la ricerca di eventuali *marker*;
- d) il contenuto del deposito fecale viene esaminato attentamente al binoculare ad ingrandimento 4x per valutare meglio la natura dei frammenti rinvenuti e per una prima identificazione dei peli presenti in base al loro profilo generale e, con minore attendibilità, alla colorazione. Anche in questa fase si porrà attenzione alla eventuale presenza di possibili *marker*, che saltano all’occhio perché difforni rispetto ai peli



- circostanti;
- e) si effettua la preparazione dello stampo della cuticola dei peli la cui identificazione sia impossibile o dubbia al binoculare e di tutti i possibili *marker*;
 - f) una volta pronti, i vetrini sono esaminati e confrontati con i campioni di riferimento secondo il metodo già esposto, fino ad arrivare ad una diagnosi, che può far luce sulla classe alimentare di cui il *taxon* oggetto di studio si è nutrito e può confermare o confutare a posteriori l'attribuzione delle feci esaminate a detto *taxon*;
 - g) in ogni caso si effettua il disegno del preparato da determinare per conservare una documentazione della diagnosi effettuata.

3.5 Formulazione della diagnosi

Una volta giunti ad una diagnosi, che può essere più o meno certa, si compila una scheda di valutazione secondo uno schema fisso, così messo a punto: una prima parte riguardante l'intestazione dell'Istituto universitario o dell'Ente che la effettua, una seconda parte riguardante l'esame tricológico.

Quest'ultima comprende i seguenti elementi: la data dell'esame, che è quella in cui viene compilata la scheda di valutazione; un riferimento al campione di provenienza in cui viene specificato dove il pelo da identificare è stato rinvenuto (deposito fecale, contenuto gastrico, borre, recinti, grattatoi, terreno ecc.), la data e il luogo geografico di raccolta, con le eventuali specifiche di transetto, il contenuto accessorio, qualora sia in qualche modo rilevante per l'identificazione, e eventuali altre notizie ritenute di volta in volta utili.

Per la diagnosi vera e propria si elencano le varie specie saggiate, che sono quelle ritenute possibili in base ad un primo esame del pelo al binoculare, in relazione alla sua morfologia generale, accanto ad ognuna si specifica la valutazione in base ad una semplice simbologia convenzionale (o = *taxon* da escludere, + = *taxon* più probabile, ++ = *taxon* accertato); poi si appongono i nominativi degli operatori che hanno effettuato la diagnosi (è auspicabile che siano almeno due per assicurare maggiore obiettività) e infine l'indispensabile decodifica della simbologia di valutazione. Qualora siano necessarie ulteriori specifiche alla valutazione, possono essere aggiunte in un allegato, che è richiamato semplicemente tramite un asterisco. Nel caso particolare in cui si abbia a che fare con l'analisi di un campione di pelo proveniente da un deposito fecale, le specie saggiate sono divise in due categorie: marker, che comprende le specie che potenzialmente hanno depresso le feci, in base alla struttura al binoculare dei peli segnali, sempre che ne vengano rinvenuti, e alimento, che comprende le specie di cui il predatore potenzialmente si è nutrito, sempre in base alla struttura evidenziata al binoculare dai peli contenuti nel deposito fecale. Diamo di seguito un esempio in bianco di scheda di esame tricológico, con l'intestazione dell'Istituto di ricerca dell'Università degli Studi di Perugia:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA
FACOLTÀ DI SCIENZE M.F.N.
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA CELLULARE E AMBIENTALE

Sezione di Biologia Animale

Via Elce di Sotto
I-06100 PERUGIA
Tel. 075 5855726
Fax. 075 5852067

Esame tricológico

DATA ESAME

-

CAMPIONE

-

MARKER

- specie saggiate:

ALIMENTO

- specie saggiate:

OPERATORE

o : *taxon* da escludere
+ : *taxon* il più probabile
++ : *taxon* accertato



3.6 Modelli cuticolari dei campioni di riferimento

Le schede dei disegni cuticolari di ogni specie selvatica o razza domestica esaminata sono state raggruppate a seconda delle caratteristiche salienti del loro aspetto, in modo da facilitare l'orientamento dell'operatore nel riconoscere le similarità con il campione sconosciuto da identificare.

Riportiamo di seguito dette suddivisioni con una breve descrizione esplicativa.

a) Peli con consistenza di setola

- Cinghiale (*Sus scrofa*): le scaglie presentano margini increspato e sempre molto stretti rispetto alla dimensione trasversale del pelo, ascrivibili al modello delle onde irregolari o del mosaico irregolare. Comunque tali peli sono facilmente riconoscibili già al primo esame al binoculare per la consistenza setolosa e la punta costantemente sfrangiata;
- Istrice (*Hystrix cristata*): presenta scaglie ad onde piuttosto regolari con margini vicini che mostrano intaccature arrotondate;
- Riccio (*Erinaceus europaeus*): nella parte prossimale le scaglie a margini increspato presentano un'organizzazione a mosaico irregolare, nella parte distale assumono un aspetto di onde irregolari, a margini più vicini, sempre increspato.

b) Scaglie con margini lisci lungo tutto il decorso del pelo

- Capriolo (*Capreolus capreolus*): presenta un modello cuticolare che appare regolare, con scaglie ad onde, margini lisci e piuttosto distanti, con delle varianti per quanto riguarda il mantello estivo, in accordo con Debrot *et al.*, 1982;
- Cervo (*Cervus elaphus*): l'organizzazione delle scaglie è esattamente corrispondente a quella del Capriolo, da cui è possibile la distinzione a causa delle dimensioni maggiori.

c) Scaglie con margini lisci ad eccezione dell'estremità distale

- Camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*): le scaglie sono ad onde regolari, margini abbastanza distanti, in prossimità dell'apice l'andamento appare meno regolare e i bordi delle scaglie diventano increspato, presentano cioè intaccature piuttosto arrotondate;
- Cavallo (*Equus caballus*): le scaglie sono piuttosto squadrate e pur essendo ancora ascrivibili al modello ondulato spiccano per i contatti angolari tra loro lungo la circonferenza del pelo, la punta presenta scaglie a margini increspato, a volte solo lievemente;
- Daino (*Dama dama*): presenta scaglie ad onde regolari e margini piuttosto vicini, che fanno apparire l'organizzazione cuticolare come schiacciata, all'estremità distale i bordi delle scaglie diventano increspato;
- Muflone (*Ovis musimon*): presenta organizzazione delle scaglie con forma a losanga lievemente accentuata rispetto al modello ad onde, perciò ascrivibile al modello a petalo vicino, nella parte distale i margini si fanno increspato e si avvicinano.

d) Scaglie a margini lisci nella metà prossimale e increspato nella metà distale

- Cane domestico - Pointer-Setter (*Canis lupus familiaris*): presenta onde irregolari nella metà prossimale del pelo, con margini piuttosto distanti. Nella metà distale i margini si fanno più vicini e presentano intaccature non appuntite;
- Capra domestica (*Capra aegagrus hircus*): nella metà prossimale l'andamento del-



le scaglie appare regolare, con margini piuttosto vicini e rapporti angolari tra scaglie adiacenti lungo la circonferenza del pelo, nella parte distale i margini si fanno stretti e increspati, a volte con intaccature che si ripetono nello stesso punto di scaglie successive a dare una parvenza di puntale, questo fa sì che sia possibile notare un'alternanza di tratti con increspature più profonde a tratti con increspature più superficiali;

- Marmotta (*Marmota marmota*): presenta scaglie ad onde irregolari sia nella metà prossimale che nella metà distale, ma in quest'ultima i margini delle scaglie mostrano intaccature, globalmente di aspetto arrotondato;
- Bue (*Bos taurus*): nella parte prossimale l'andamento della cuticola ha un aspetto regolare, con contatti angolari tra scaglie adiacenti lungo la circonferenza del pelo e scaglie ad onde il cui andamento è spesso obliquo rispetto alla linea trasversale del pelo. Nella metà distale i margini presentano intaccature non appuntite e le scaglie formano onde irregolari;
- Tasso (*Meles meles*): presenta scaglie piuttosto isodiametriche nella metà prossimale mentre nella metà distale presenta onde irregolari con margini delle scaglie con intaccature, globalmente di aspetto arrotondato.

e) **Scaglie a margini lisci nella metà prossimale e crenati nella metà distale**

- Gatto domestico - comune europeo (*Felis silvestris catus*): presenta nella metà prossimale scaglie a petalo di diamante largo con zona di transizione ove vi può essere solo un accenno di forma a losanga, cioè con modello a petalo vicino. Nella metà distale i margini si fanno più vicini, fino a divenire stretti e appaiono costellati di intaccature globalmente di aspetto appuntito;
- Gatto domestico - soriano tigrato (*Felis silvestris catus*): presenta un andamento dei modelli cuticolari assolutamente corrispondente al precedente;
- Gatto selvatico europeo (*Felis silvestris silvestris*): nella metà prossimale le scaglie sono organizzate secondo il modello a petalo di diamante largo, con zona di transizione a petalo vicino e quindi a onde regolari, con margini piuttosto vicini, nella metà distale i margini si fanno decisamente stretti e fittamente intaccati;
- Lince eurasiatica (*Lynx lynx*): per un primo tratto mostra scaglie ad onde regolari e margini vicini, poi per la maggior parte della lunghezza mostra scaglie a margini stretti e fittamente crenati, a volte molto profondamente;
- Orso bruno (*Ursus arctos*): la metà prossimale presenta un'organizzazione cuticolare di aspetto regolare con scaglie ad onde e margini distanti che salendo presentano intaccature arrotondate (increspati), nella parte distale i margini si fanno vicini e le intaccature più appuntite, verso l'estremità le onde diventano più irregolari.

f) **Scaglie a bordi increspati**

- Pecora domestica (*Ovis aries*): presenta scaglie organizzate a mosaico, cioè essenzialmente isodiametriche, disposte regolarmente con margini intaccati.

g) **Scaglie a puntale nella parte prossimale**

- Coniglio domestico (*Oryctolagus cuniculus*): presenta nella parte prossima alla radice margini delle scaglie ad andamento longitudinale rispetto al pelo, perché si tratta di un modello a puntale con onde molto ampie. Nella parte distale le scaglie diventano ad onde, prima irregolari, poi più regolari, con margini stretti e lievemente increspati;



- Lepre comune (*Lepus capensis*): nella parte prossima alla radice l'organizzazione delle scaglie a puntale molto accentuato conferisce ai margini un andamento longitudinale. Salendo le scaglie diventano ad onde irregolari con margini vicini ed increspati, fino a giungere all'estremità distale dello scudo, ove le scaglie sono ad onde piuttosto regolari, con margini pressoché lisci.
- Lepre variabile (*Lepus timidus*): presenta nella parte prossima alla radice modello a puntale, come è per gli altri lagomorfi. Nella parte distale l'organizzazione è ad onde irregolari con margini vicini e lievemente increspati.

h) Scaglie a petalo di diamante nella parte prossimale

h1) Scaglie a petalo di diamante largo

- Volpe (*Vulpes vulpes*): solo per un breve tratto a partire dalla radice si osserva un modello cuticolare che può essere ascritto al petalo di diamante stretto, poi per un tratto preponderante della parte prossimale si osserva un'organizzazione delle scaglie a petalo di diamante largo che, passando per una zona di transizione a petalo vicino, evolve nel modello a onde irregolari e margini distanti e increspati. Nella parte distale presenta un modello a onde irregolari e margini vicini, con intaccature che globalmente hanno un aspetto appuntito.

h2) Scaglie a petalo di diamante strette

- Cane domestico - Siberian husky (*Canis lupus familiaris*): presenta nella parte prossimale per un tratto pari a circa la metà della lunghezza del pelo un'organizzazione a petalo di diamante stretto, anche se le losanghe non sono perfettamente regolari, in alcuni punti il modello a petalo di diamante può essere più vicino a quello largo. Nella parte distale le scaglie mostrano un'organizzazione a onde irregolari, con margini da distanti a vicini e increspati;
- Cane domestico - Pastore tedesco (*Canis lupus familiaris*): nella parte vicina alla radice le scaglie mostrano un modello simile al petalo vicino, che si trasforma in un modello ad onde irregolari, con margini vicini e increspati. Queste onde irregolari salendo evolvono in un modello simile al petalo di diamante stretto, anche se piuttosto irregolare. Nella parte distale presenta un'organizzazione delle scaglie ad onde fortemente irregolari, con margini piuttosto distanti e increspati. Verso l'estremità i margini delle scaglie si fanno più vicini;
- Donnola (*Mustela nivalis*): in prossimità della radice presenta un modello cuticolare regolare a petalo di diamante stretto. Nella metà distale vi è una zona di transizione a scaglie ondulate irregolarmente, quasi isodiametriche, fino ad arrivare ad un modello ad onde, con margini intaccati;
- Ermellino (*Mustela erminea*): in prossimità della radice presenta un modello cuticolare regolare a petalo di diamante stretto, che salendo si trasforma nel modello largo. Nella metà distale vi è una zona di transizione a scaglie ondulate irregolarmente, a margini stretti e increspati, fino ad arrivare ad un modello a mosaico irregolare, con scaglie molto squadrate;
- Faina (*Martes foina*): nella parte prossimale mostra un'organizzazione cuticolare a petalo di diamante stretto che, passando per una zona di transizione a petalo di diamante largo, si trasforma nella parte distale in un modello a onde irregolari con margini da vicini a stretti e intaccature globalmente di aspetto arrotondato;
- Lontra (*Lutra lutra*): nella parte prossimale mostra un'organizzazione cuticolare a petalo di diamante stretto che, passando per una zona di transizione, si trasforma nella parte distale in un modello a onde irregolari con margini intaccati;



- Lupo (*Canis lupus lupus*): nella parte prossima alla radice presenta il modello cuticolare a petalo di diamante stretto, nella parte distale si osserva un modello a onde irregolari con intaccature piuttosto appuntite dei margini, che evolvono da distanti a vicini;
- Martora (*Martes martes*): nella parte prossimale mostra un'organizzazione cuticolare a petalo di diamante stretto che, passando per una zona di transizione, si trasforma nella parte distale in un modello a onde irregolari con margini che presentano intaccature globalmente di aspetto arrotondato;
- Puzzola (*Mustela putorius*): nella parte prossimale presenta un modello cuticolare a petalo di diamante stretto, nel quale le singole losanghe sono piuttosto minute. Nella parte distale mostra un'organizzazione delle scaglie a onde irregolari, margini da vicini a stretti e con intaccature appuntite. In alcuni tratti tale modello a onde irregolari richiama il modello a puntale o il modello a mosaico irregolare;
- Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*): nella parte prossimale presenta un modello cuticolare a petalo di diamante stretto. Nella parte intermedia mostra un'organizzazione delle scaglie con petalo di diamante esasperato, fino ad avvicinarsi al modello a puntale. Nella parte distale mostra un'organizzazione ad onde irregolari con margini intaccati.

3.7 Schede dei disegni cuticolari dei campioni di riferimento

Di seguito vengono riportate le schede dei disegni cuticolari di ogni specie selvatica o razza domestica esaminata, raggruppate secondo gli schemi esemplificati nel precedente paragrafo. I disegni sono stati realizzati, utilizzando la camera chiara collegata ad un microscopio Laborlux8 Leitz Wetzlar con 40x di ingrandimento, per ogni modello cuticolare diverso che si succede lungo il decorso del pelo in esame, ed anche dei modelli di transizione se estesi per un tratto rilevante tra due modelli successivi.

In ogni scheda viene indicato nel pelo stilizzato posto in alto a destra il punto approssimativo in cui è stato preso ciascun disegno lungo il decorso del pelo, tale indicazione ha il solo scopo di rendere noto il succedersi nello spazio dei diversi modelli e non la misurazione esatta dell'altezza alla quale tali modelli si trovano lungo il fusto.

Per ogni specie vi è una tabella di statistica descrittiva concernente la misurazione della larghezza dello stampo nel punto in cui è massima, cioè nella zona dello scudo, mentre è effettuata in prossimità della radice per le specie che non presentano peli con conformazione a scudo. Tale misura può essere considerata corrispondente al diametro massimo del pelo. Le misurazioni sono state effettuate con oculare micrometrico applicato al microscopio ottico Laborlux8 Leitz Wetzlar e sono tutte in micron. Viene mostrato anche il grafico di approssimazione alla normale. Unica eccezione è il Cane domestico di razza pointer-setter per il quale la conformazione a scudo molto allungata rendeva ambigua l'individuazione del diametro massimo a livello dello scudo stesso, pertanto si è preferito prendere per questa specie solamente la larghezza minima dello stampo nella parte prossimale.

Nei casi in cui è stato ritenuto rilevante per la diagnostica sono presentate anche le schede statistiche relative ad altre misurazioni quali:

- a) misura della lunghezza del pelo effettuata con l'utilizzo di binocolare con oculare micrometrico e supporto portaoggetti dotato di quadrettatura millimetrata; espressa sempre in millimetri;
- b) misura della larghezza minima dello stampo, presa nella parte prossimale, considerata corrispondente al diametro minimo prossimale del pelo. Le misurazioni sono



effettuate con lo stesso metodo del diametro massimo e sono espresse sempre in micron.

Nei casi in cui sono stati necessari dei confronti tra specie diverse a fini diagnostici, vengono presentati ulteriori grafici d'insieme che riuniscono le singole curve normali in un grafico comune.

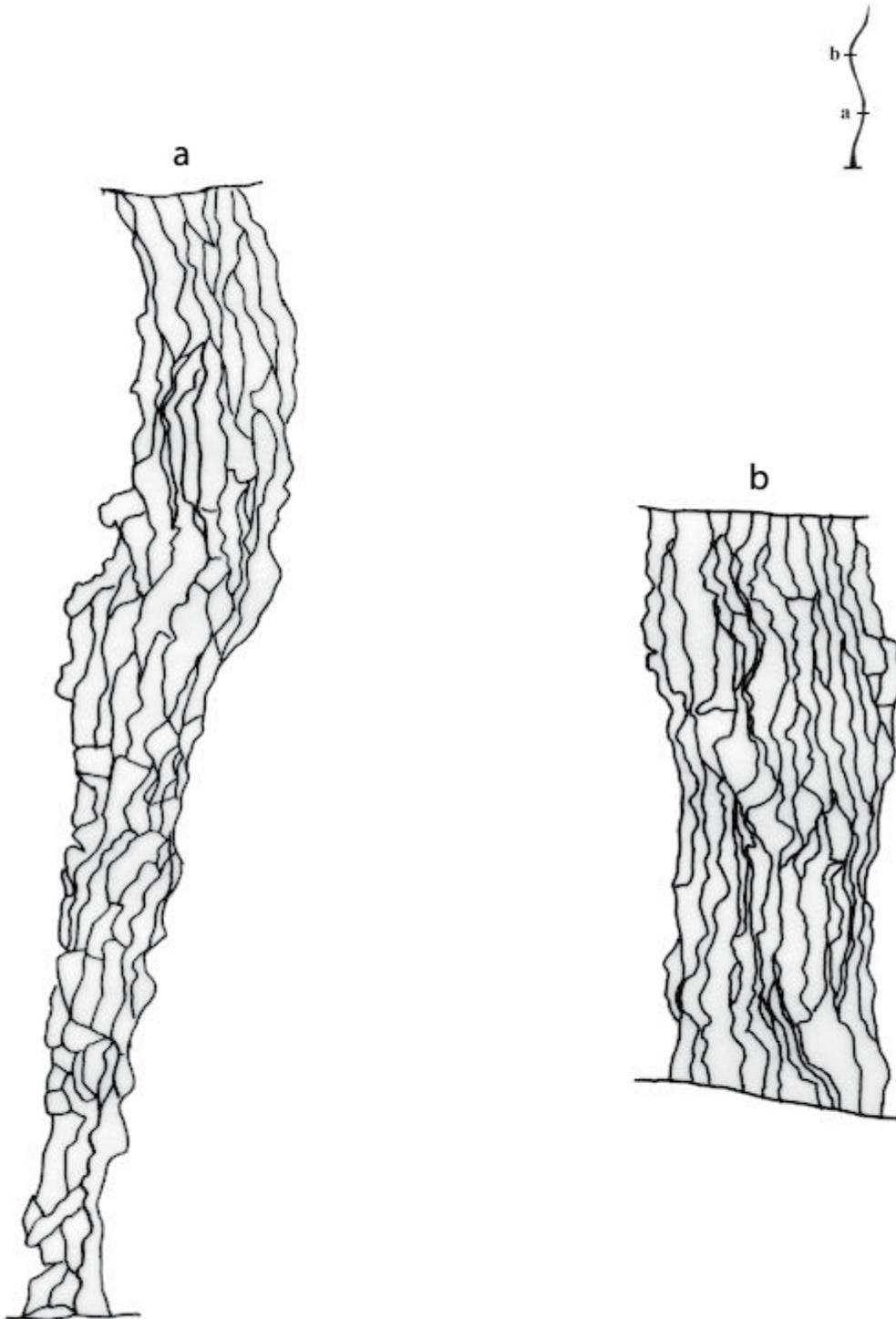




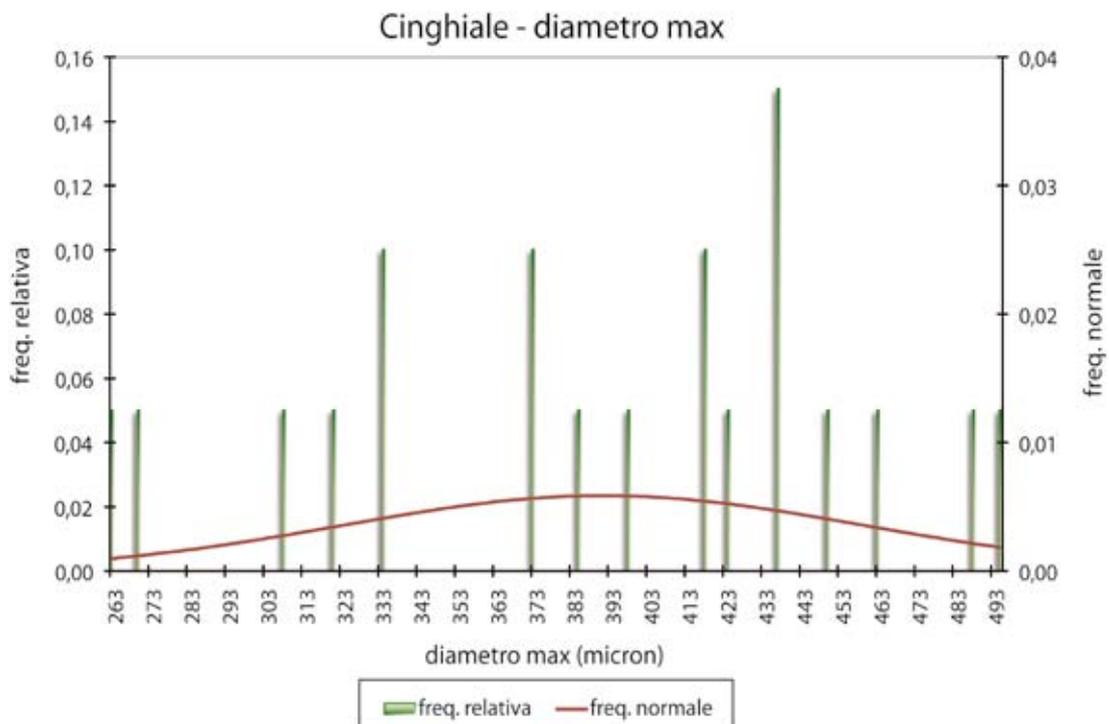
Peli con consistenza di setola



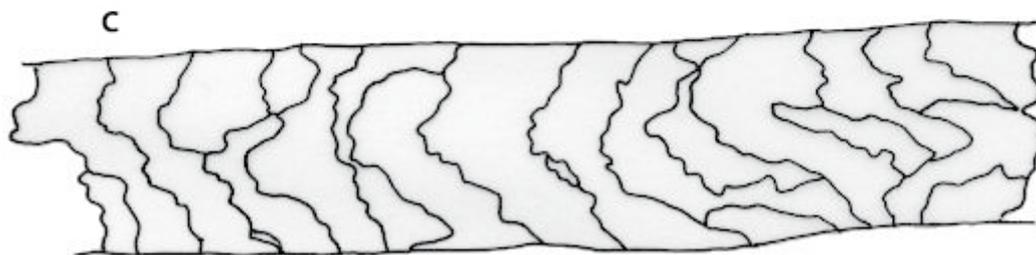
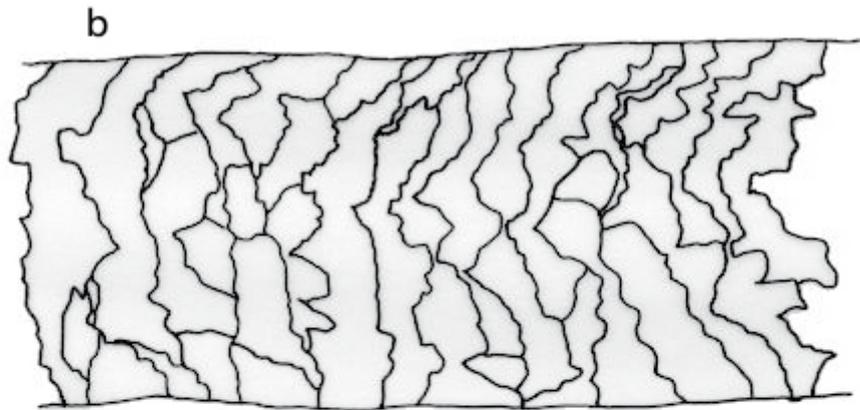
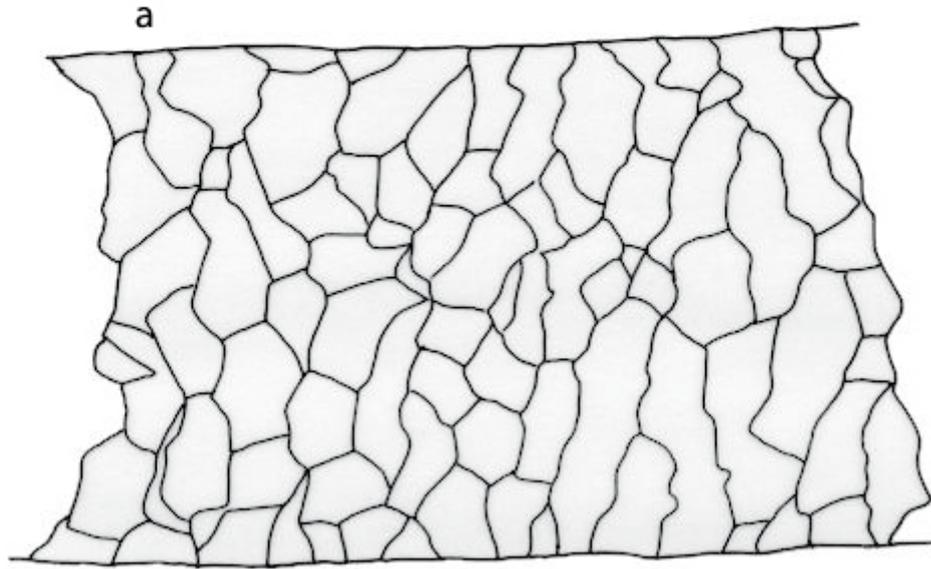
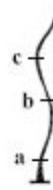
CINGHIALE - *Sus scrofa*



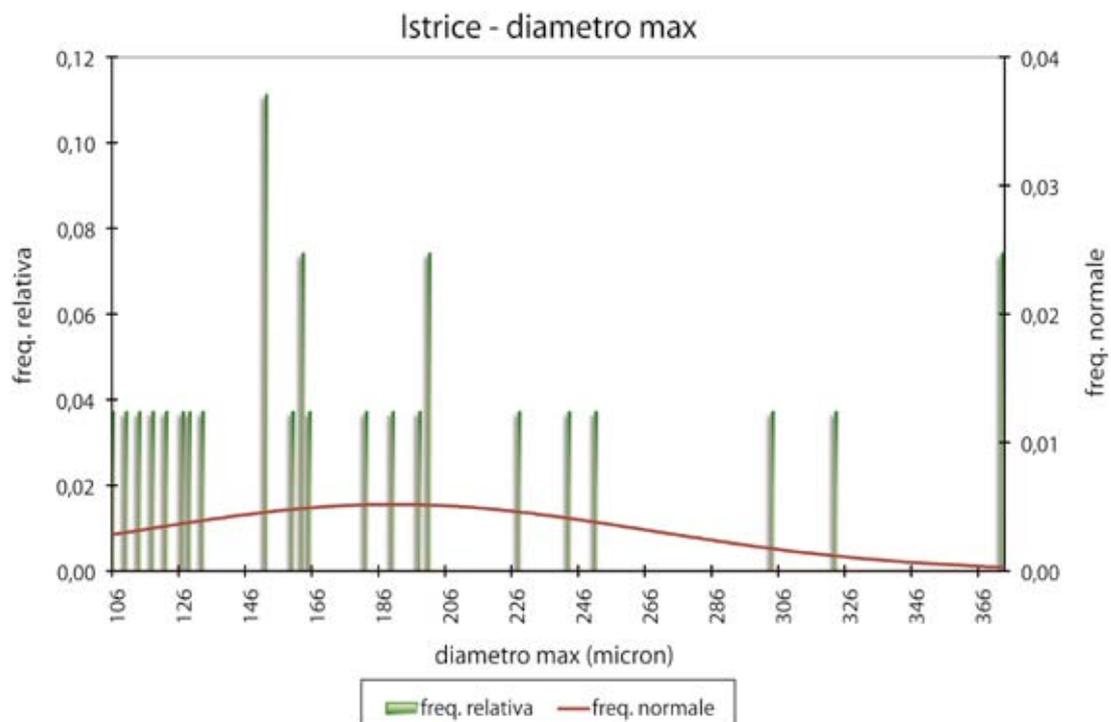
CINGHIALE	
diametro max μm	
Media	391,30
Errore standard	15,20
Mediana	408,00
Moda	437,00
Deviazione standard	67,99
Varianza campionaria	4622,54
Curtosi	-0,70
Asimmetria	-0,42
Intervallo	232,00
Minimo	263,00
Massimo	495,00
Somma	7826,00
Conteggio	20,00
Livello di confidenza(99,0%)	43,49



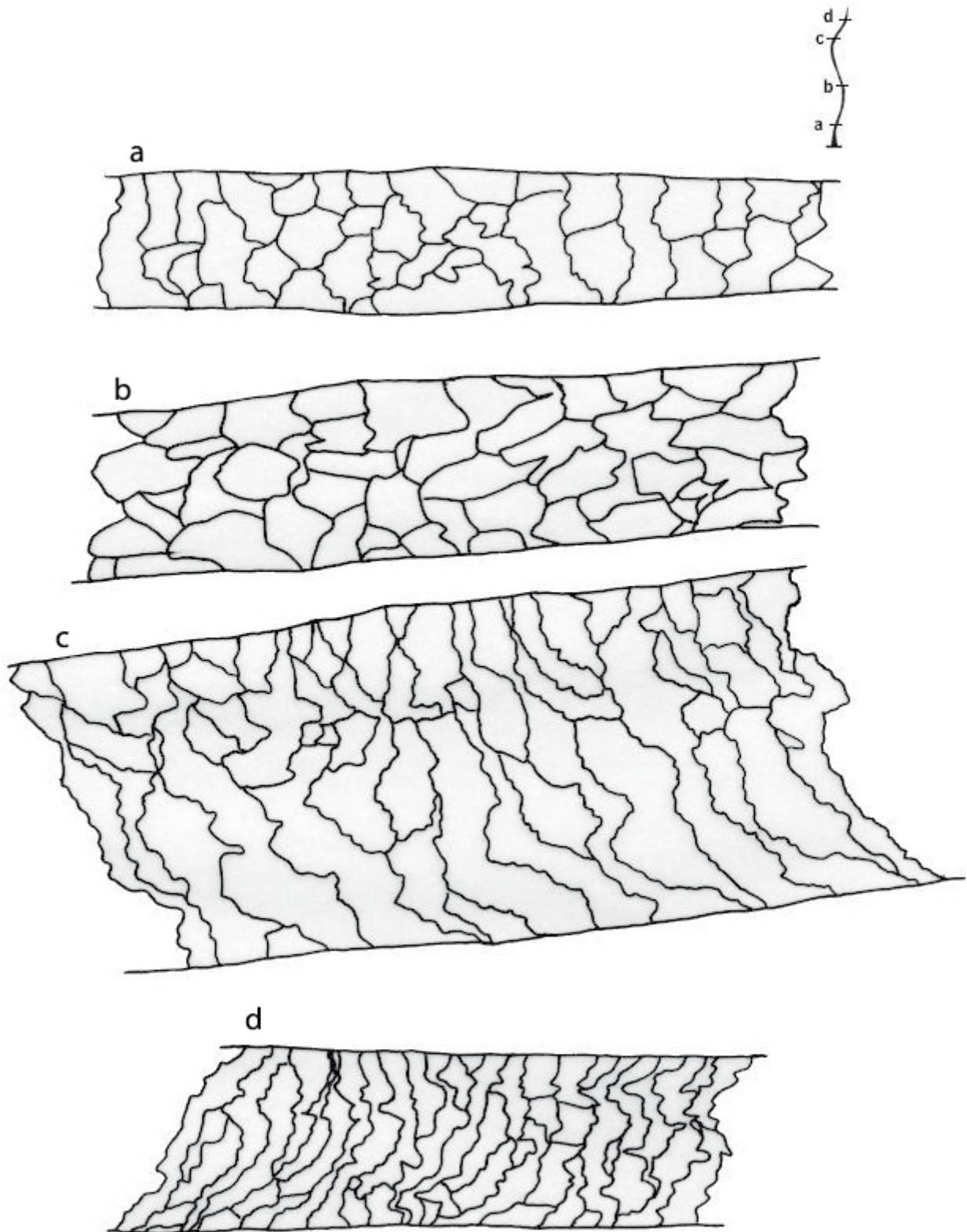
ISTRICE - *Hystrix cristata*



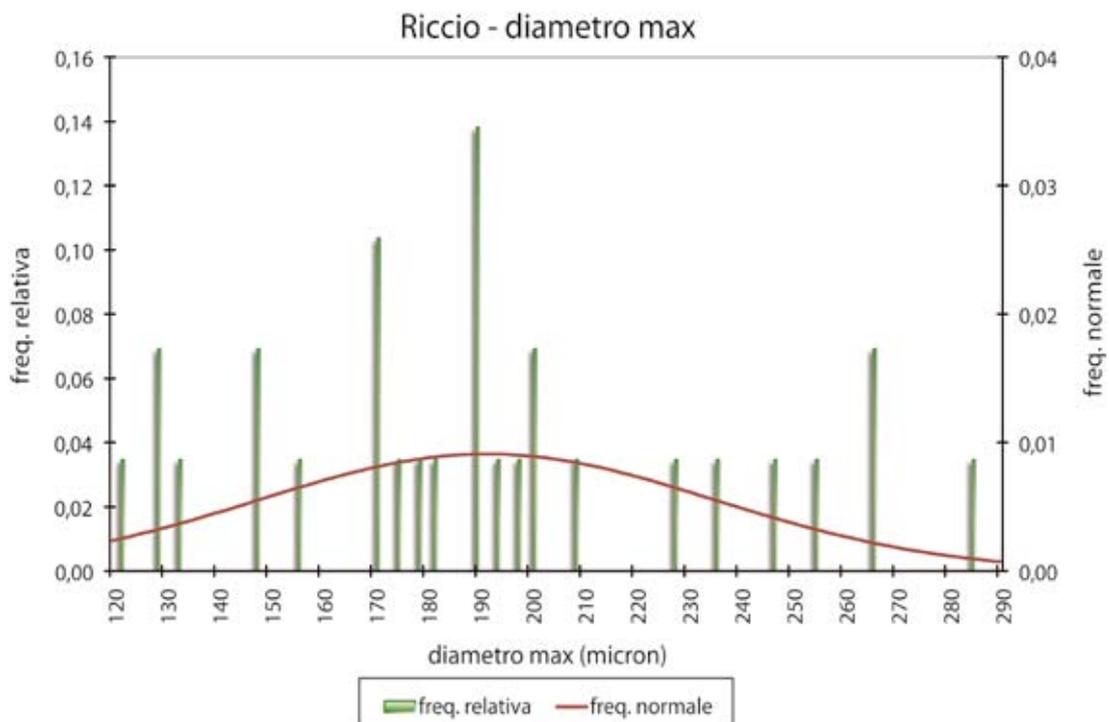
ISTRICE	
diametro max μm	
Media	190,11
Errore standard	14,78
Mediana	163,00
Moda	152,00
Deviazione standard	76,79
Varianza campionaria	5896,18
Curtosi	0,75
Asimmetria	1,22
Intervallo	267,00
Minimo	106,00
Massimo	373,00
Somma	5133,00
Conteggio	27,00
Livello di confidenza(99,0%)	41,06



RICCIO - *Erinaceus europaeus*



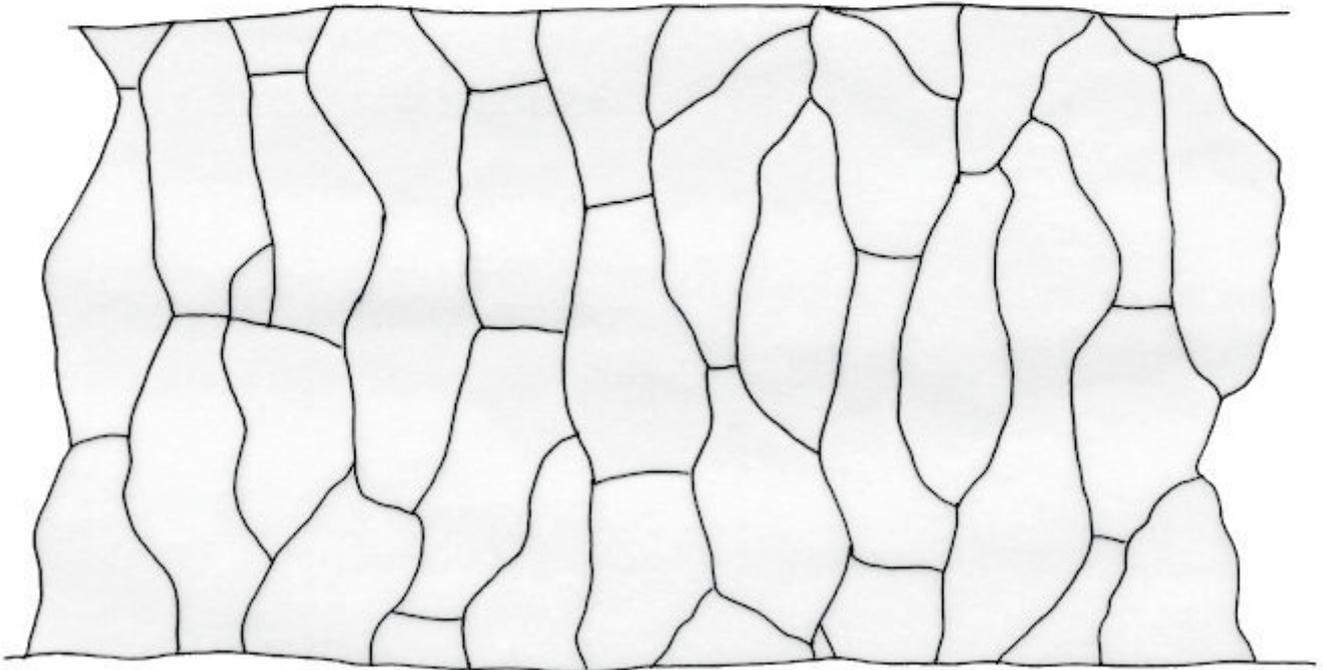
RICCIO	
diametro max μm	
Media	191,72
Errore standard	8,13
Mediana	190,00
Moda	190,00
Deviazione standard	43,79
Varianza campionaria	1917,85
Curtosi	-0,42
Asimmetria	0,42
Intervallo	163,00
Minimo	122,00
Massimo	285,00
Somma	5560,00
Conteggio	29,00
Livello di confidenza(99,0%)	22,47



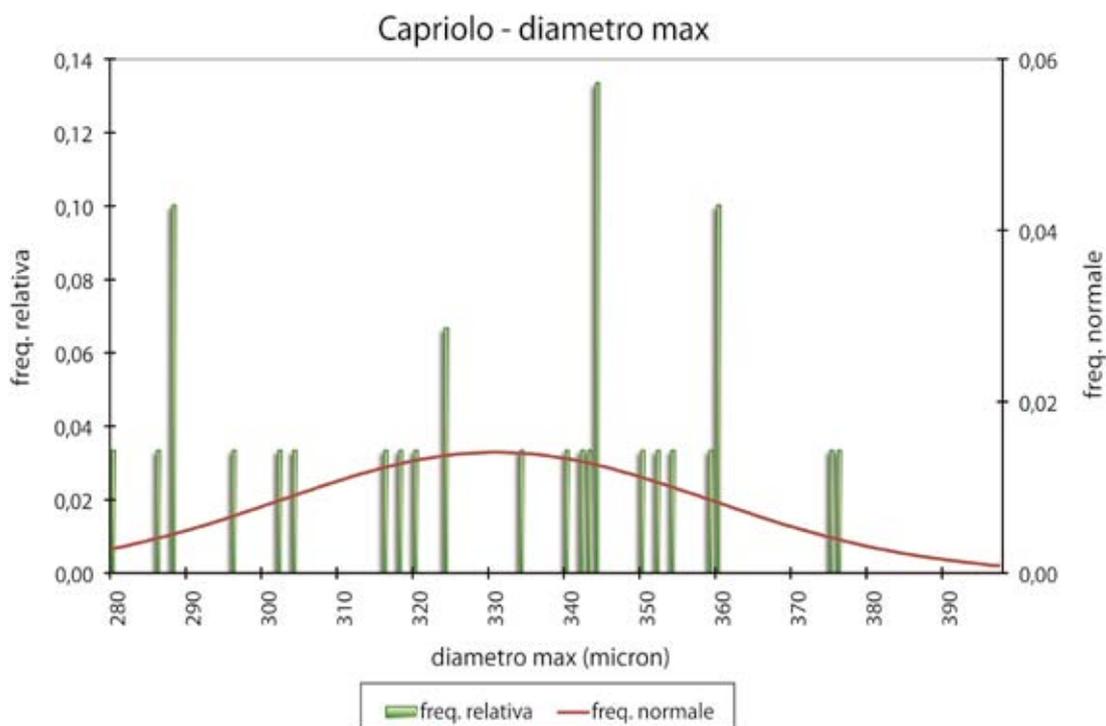


**Scaglie con margini lisci
lungo tutto il decorso del pelo**

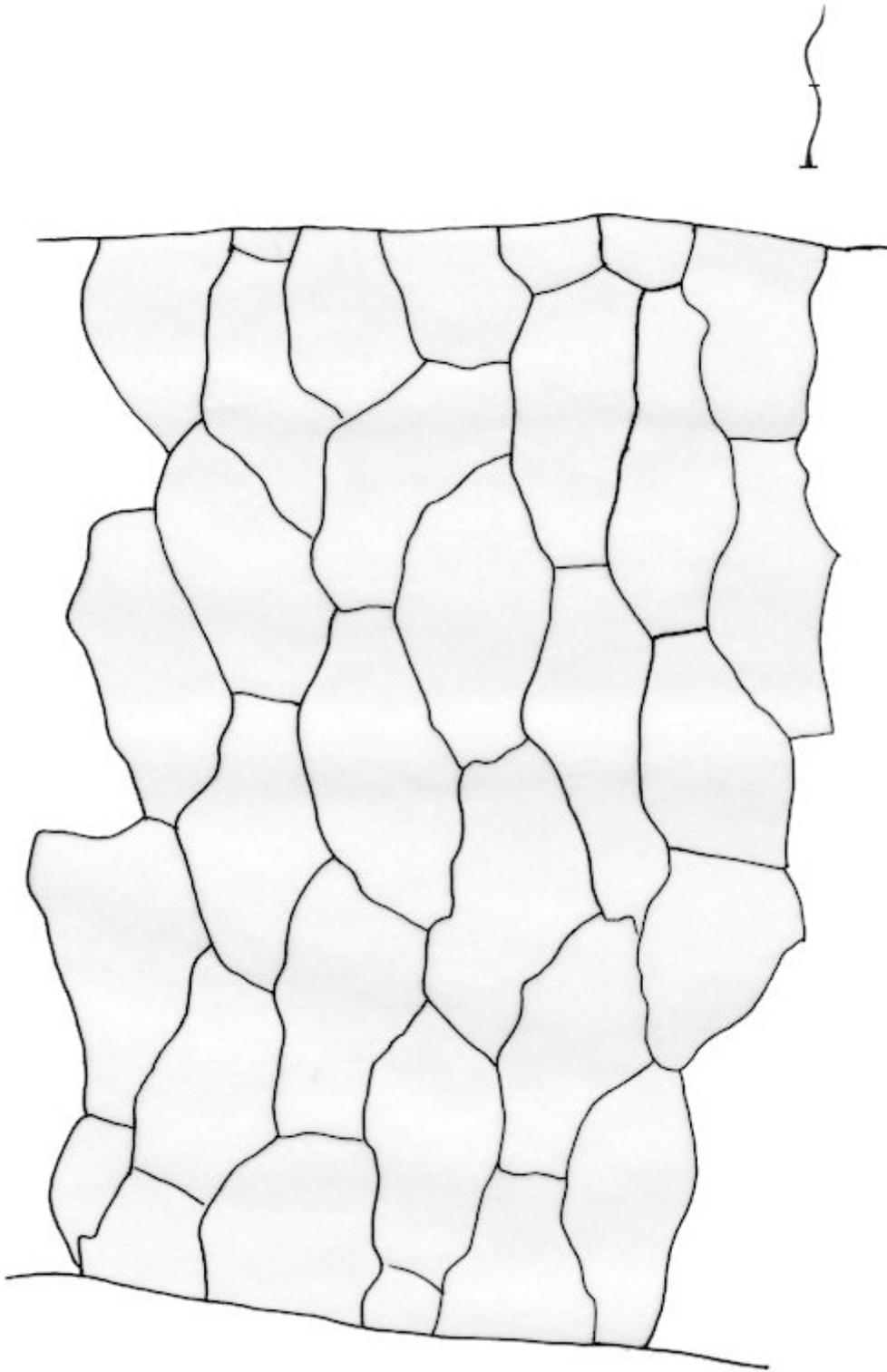
CAPRIOLO - *Capreolus capreolus*



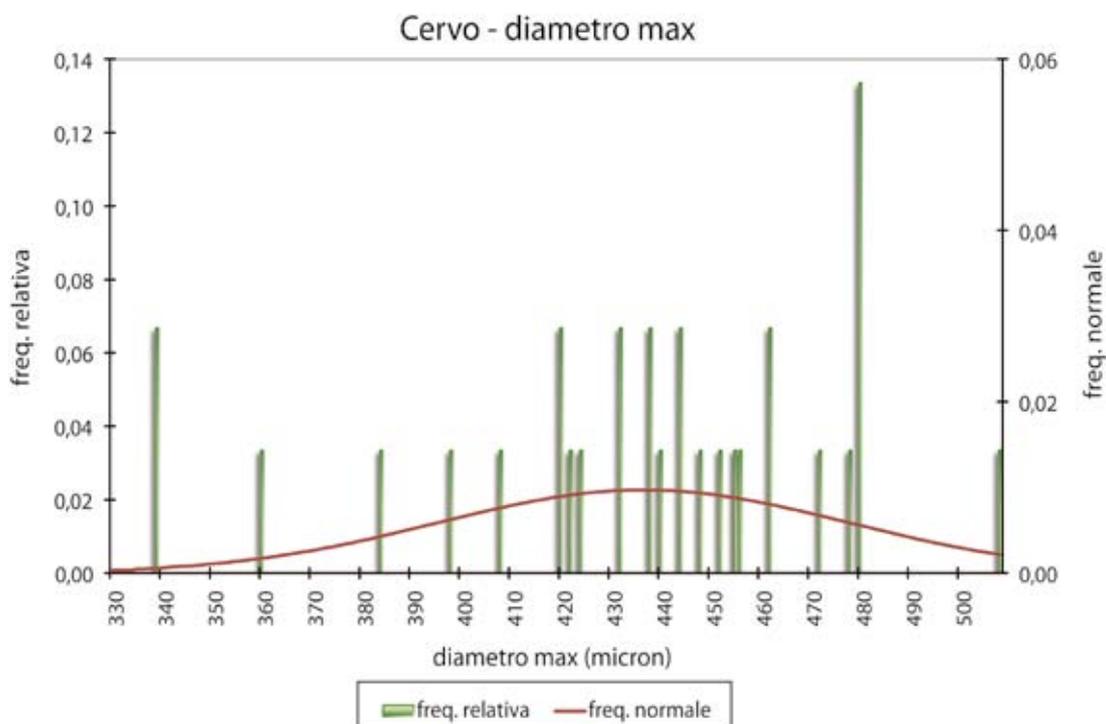
CAPRIOLO	
diametro max μm	
Media	330,50
Errore standard	5,16
Mediana	341,00
Moda	344,00
Deviazione standard	28,29
Varianza campionaria	800,12
Curtosi	-1,03
Asimmetria	-0,34
Intervallo	96,00
Minimo	280,00
Massimo	376,00
Somma	9915,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	14,23

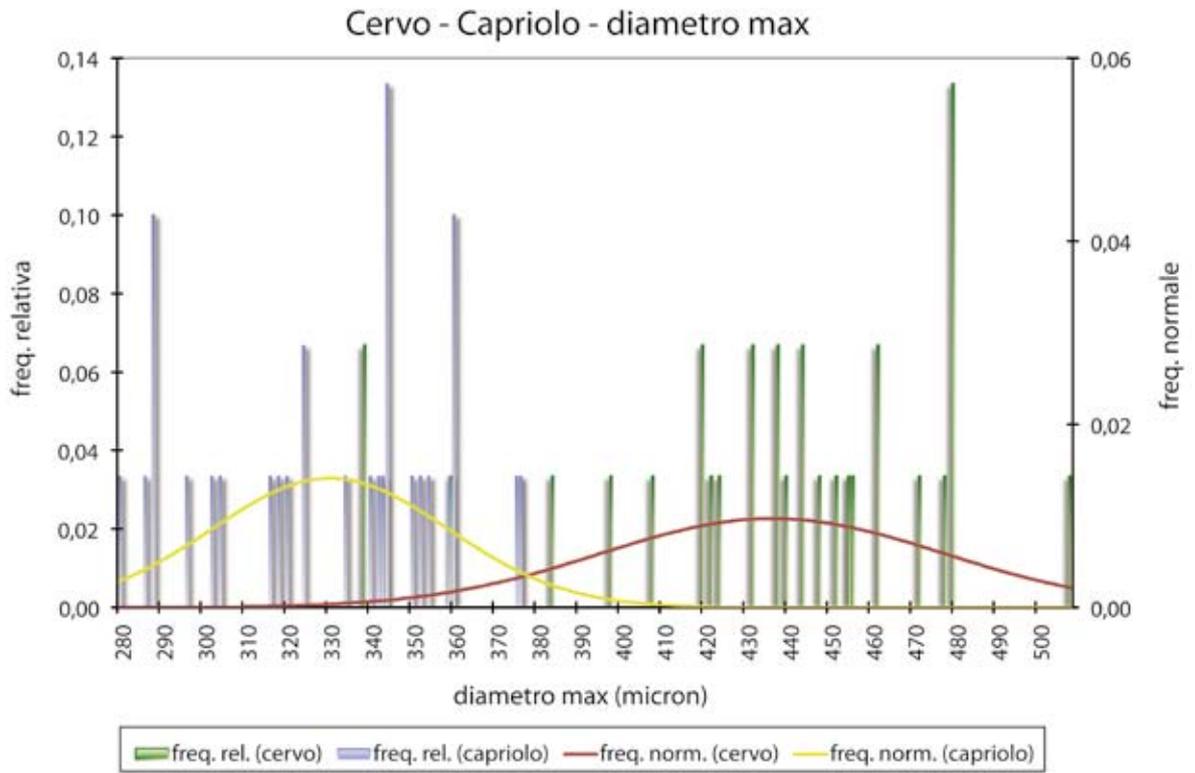


CERVO - *Cervus elaphus*



CERVO	
diametro max μm	
Media	436,50
Errore standard	7,51
Mediana	442,00
Moda	480,00
Deviazione standard	41,13
Varianza campionaria	1691,57
Curtosi	0,69
Asimmetria	-0,89
Intervallo	169,00
Minimo	339,00
Massimo	508,00
Somma	13095,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	20,70

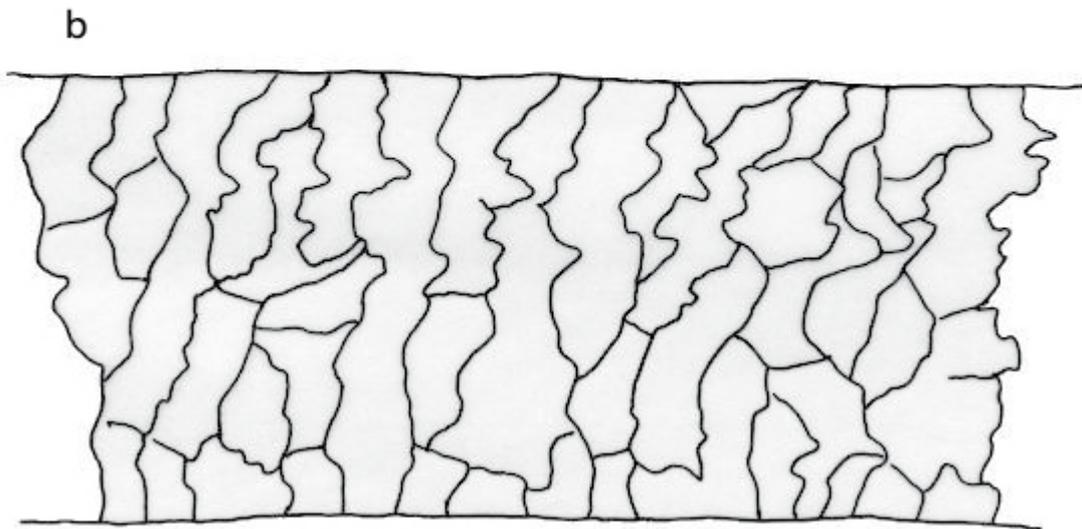
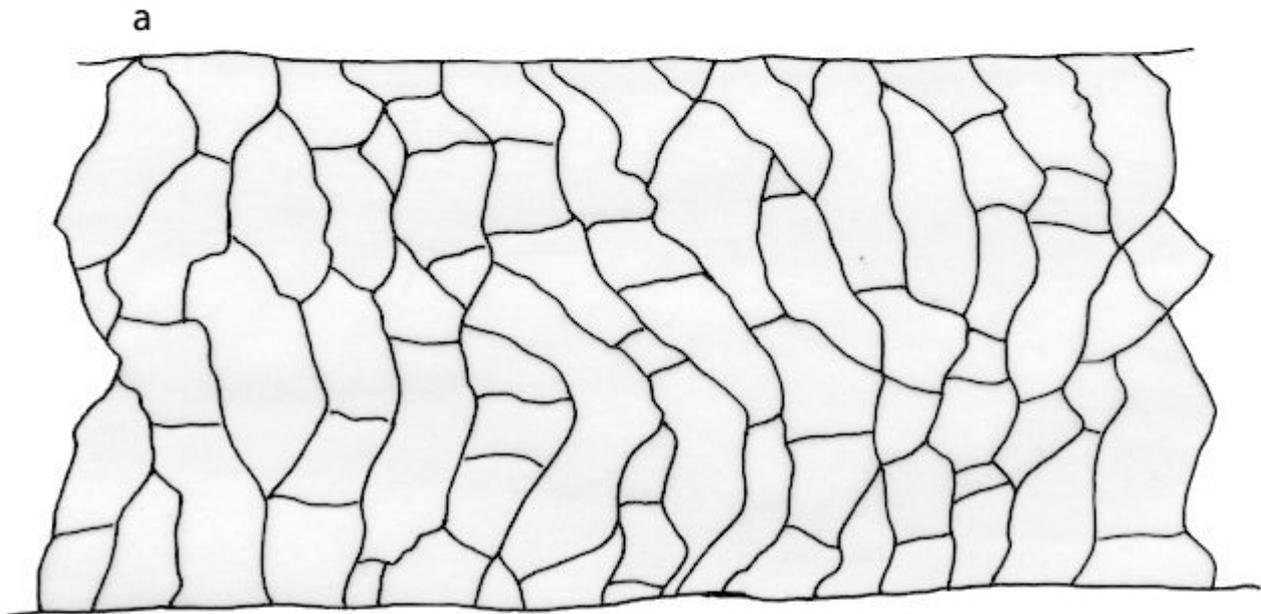




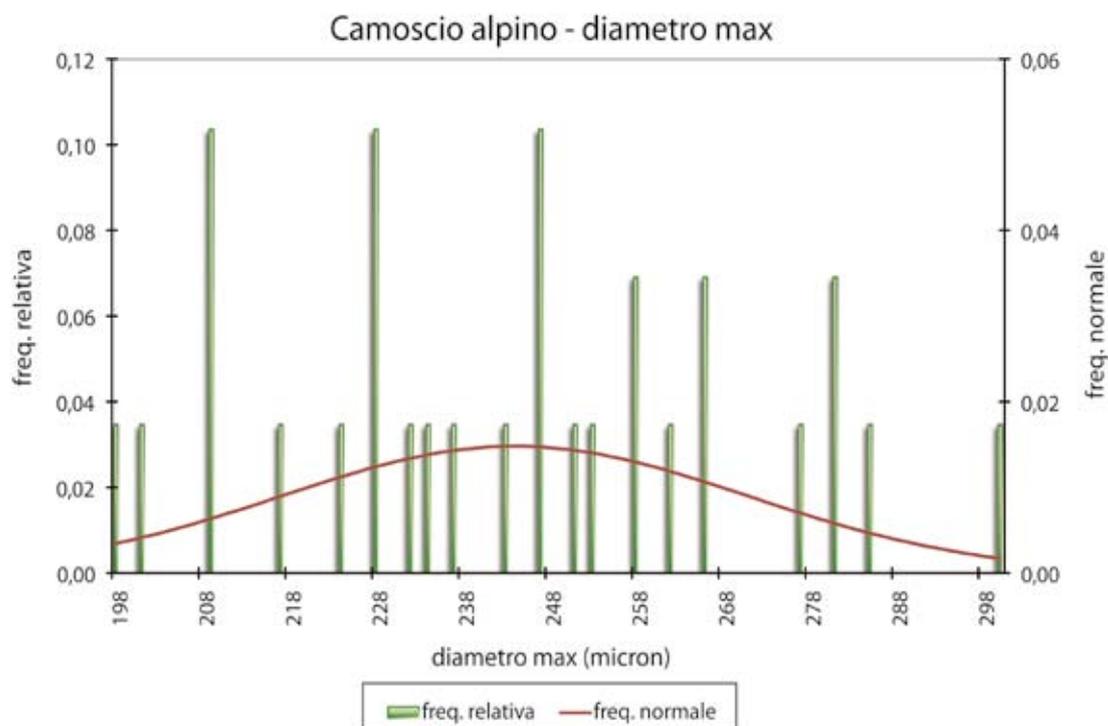


**Scaglie con margini lisci ad
eccezione dell'estremità distale**

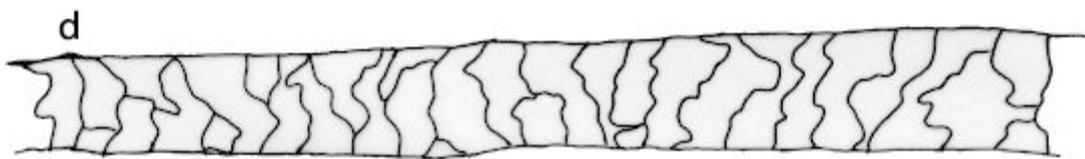
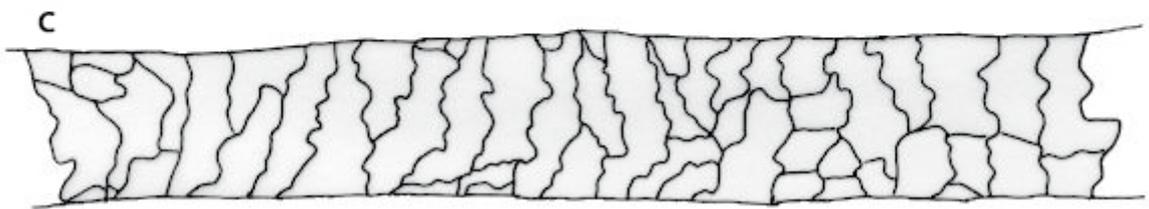
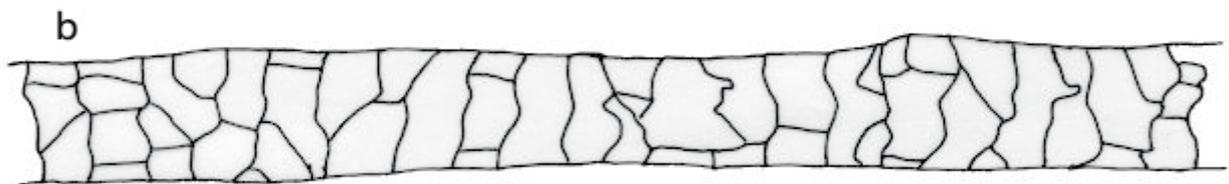
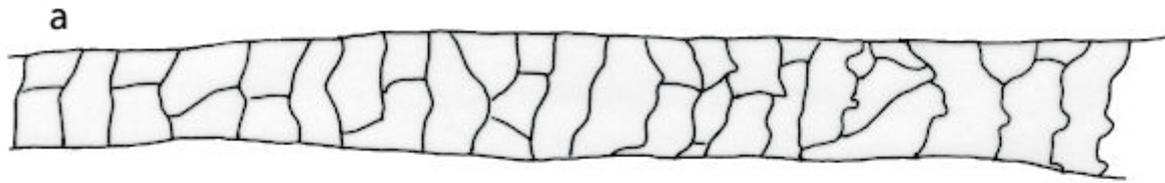
CAMOSCIO ALPINO - *Rupicapra rupicapra*



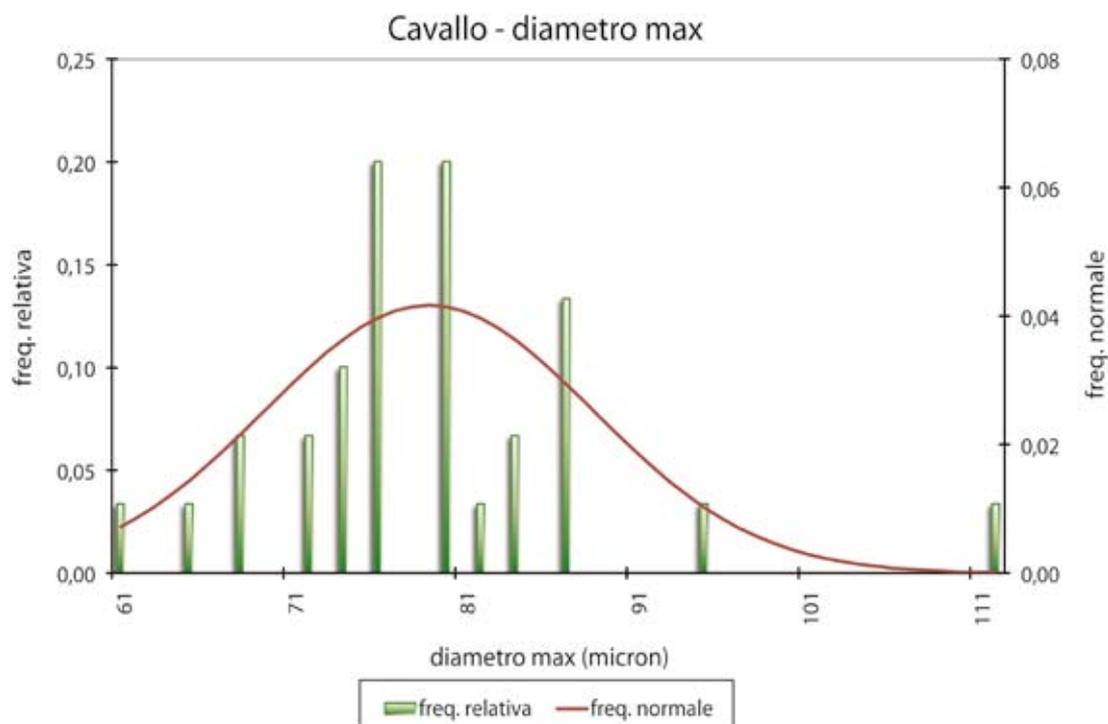
CAMOSCIO ALPINO	
diametro max μm	
Media	244,00
Errore standard	5,00
Mediana	247,00
Moda	209,00
Deviazione standard	26,94
Varianza campionaria	725,57
Curtosi	-0,70
Asimmetria	0,13
Intervallo	102,00
Minimo	198,00
Massimo	300,00
Somma	7076,00
Conteggio	29,00
Livello di confidenza(99,0%)	13,82



CAVALLO - *Equus caballus*



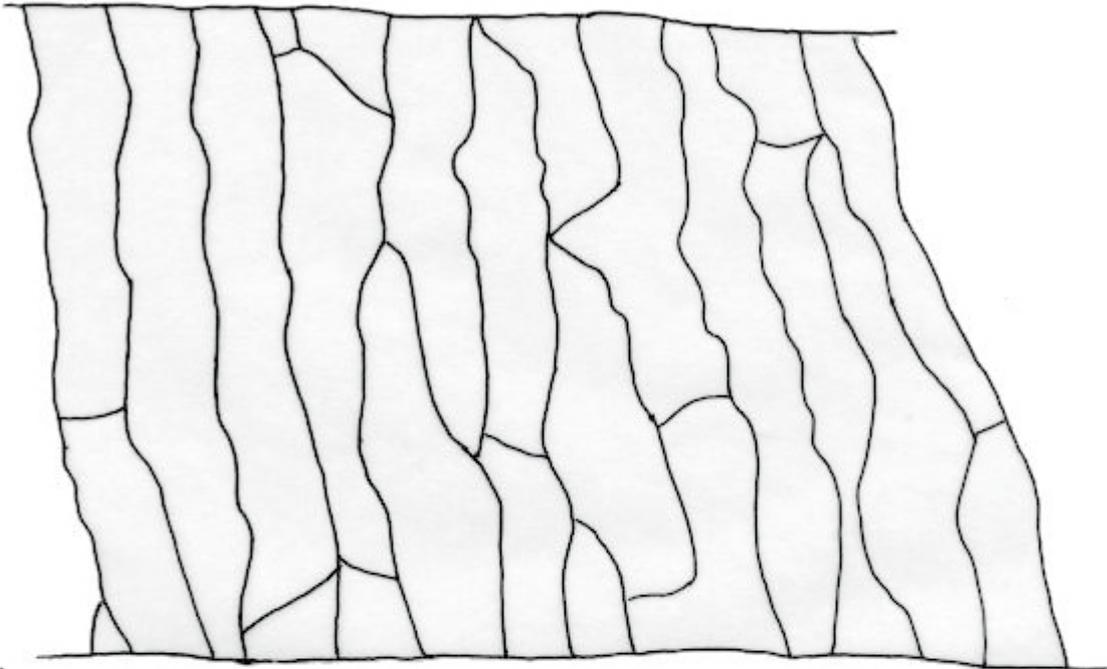
CAVALLO	
diametro max μm	
Media	78,97
Errore standard	1,75
Mediana	78,00
Moda	76,00
Deviazione standard	9,57
Varianza campionaria	91,55
Curtosi	4,02
Asimmetria	1,27
Intervallo	51,00
Minimo	61,00
Massimo	112,00
Somma	2369,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	4,82



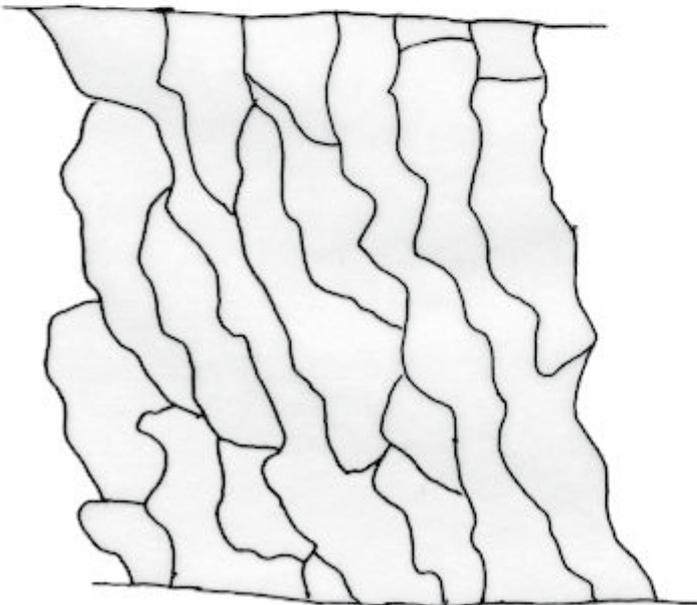
DAINO - *Dama dama*



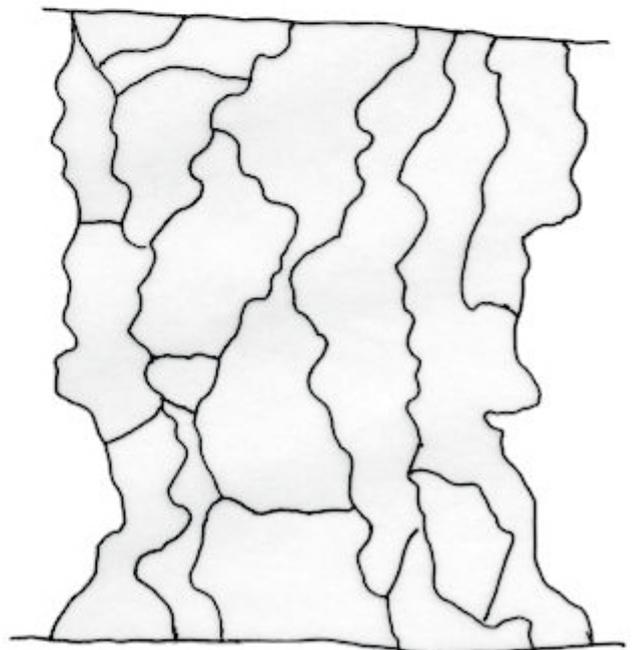
a



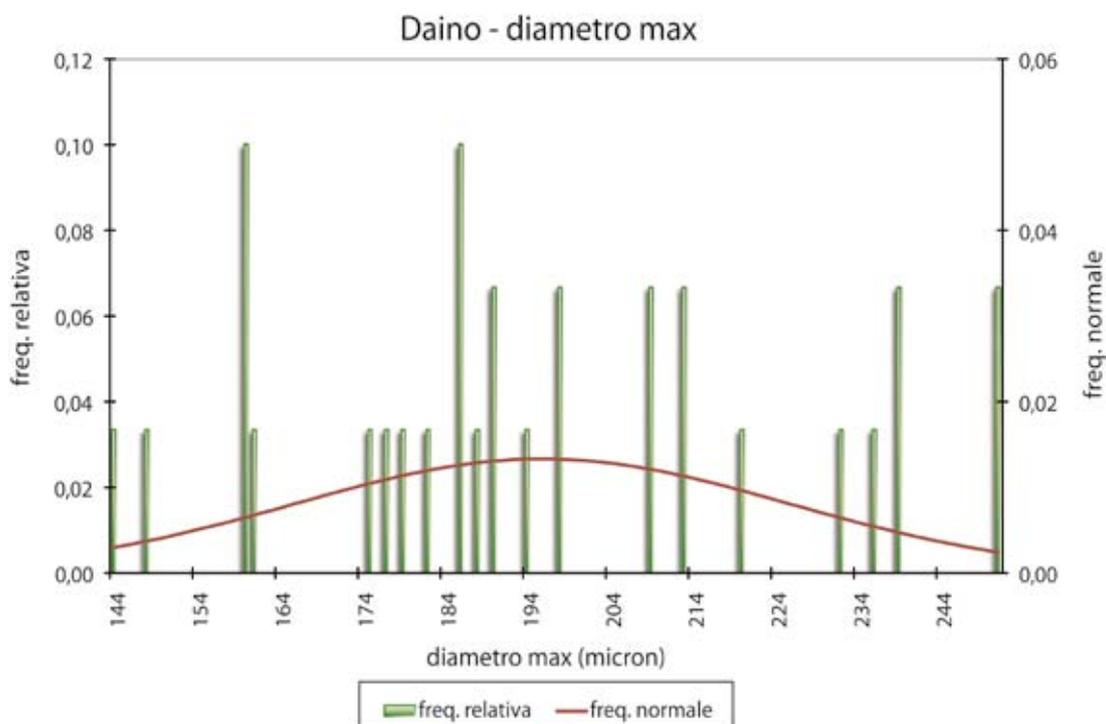
b



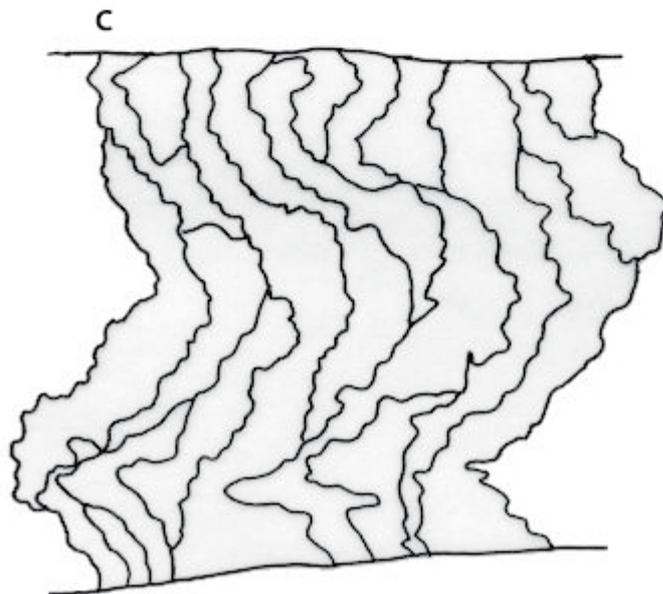
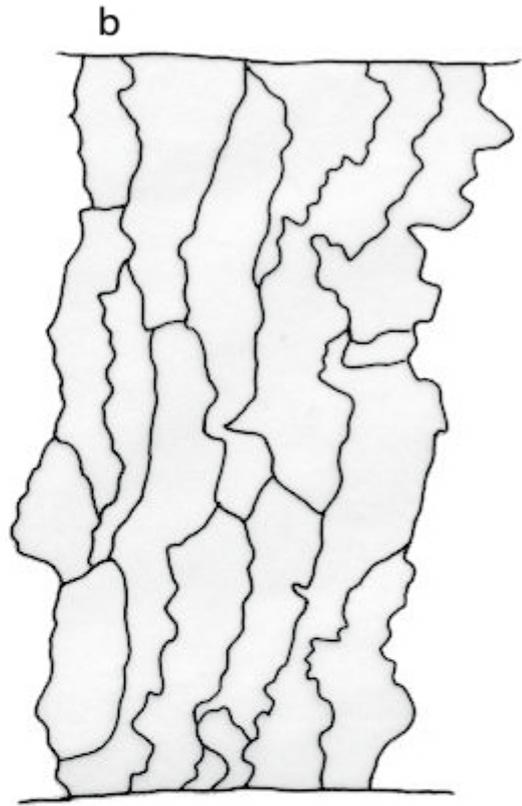
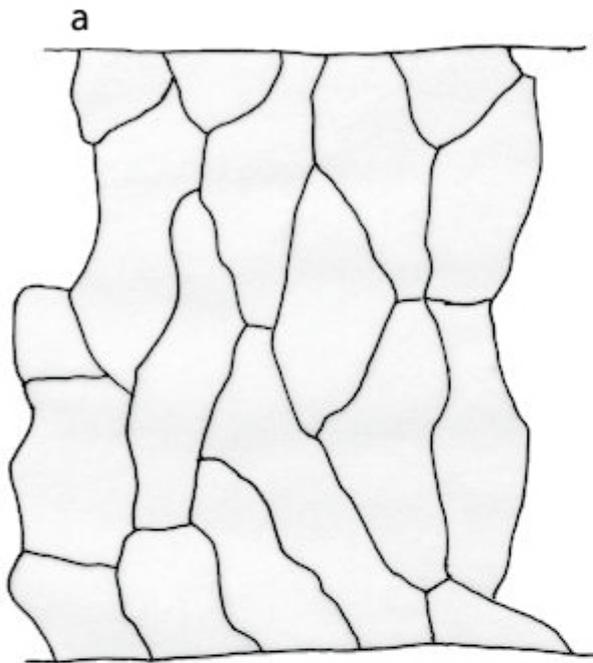
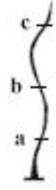
c



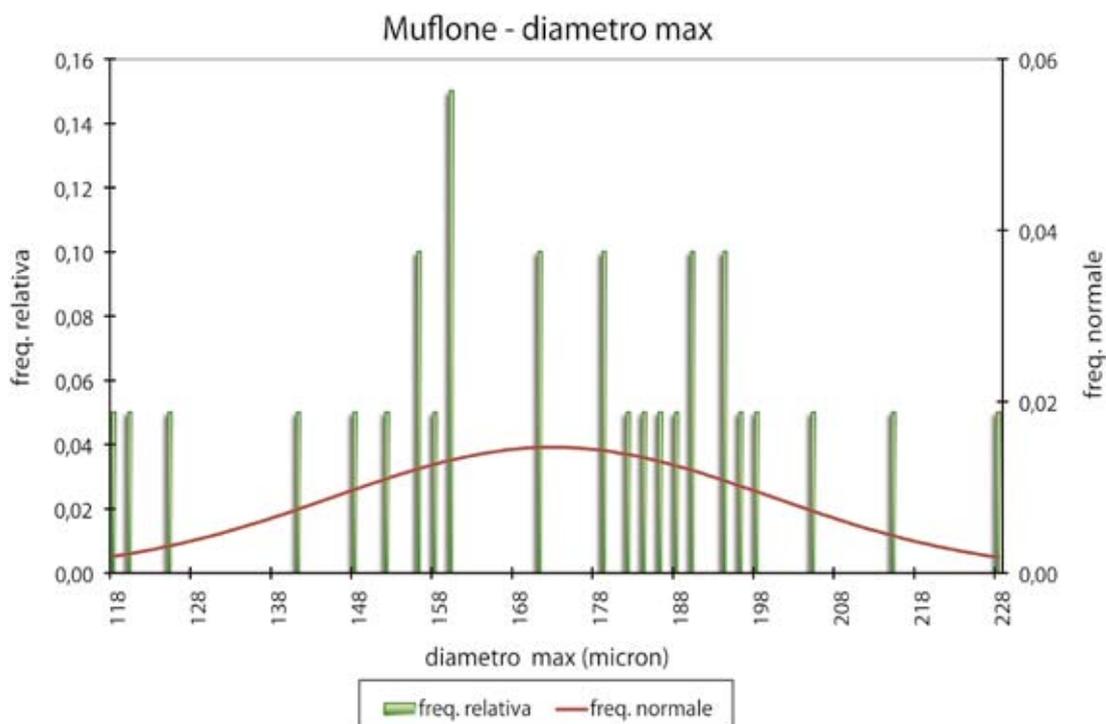
DAINO	
diametro max μm	
Media	195,80
Errore standard	5,47
Mediana	190,00
Moda	160,00
Deviazione standard	29,94
Varianza campionaria	896,23
Curtosi	-0,71
Asimmetria	0,25
Intervallo	107,00
Minimo	144,00
Massimo	251,00
Somma	5874,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	15,07



MUFLONE - *Ovis musimon*



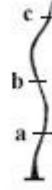
MUFLONE	
diametro max μm	
Media	172,55
Errore standard	5,04
Mediana	179,00
Moda	160,00
Deviazione standard	27,15
Varianza campionaria	736,97
Curtosi	-0,20
Asimmetria	-0,26
Intervallo	110,00
Minimo	118,00
Massimo	228,00
Somma	5004,00
Conteggio	29,00
Livello di confidenza(99,0%)	13,93



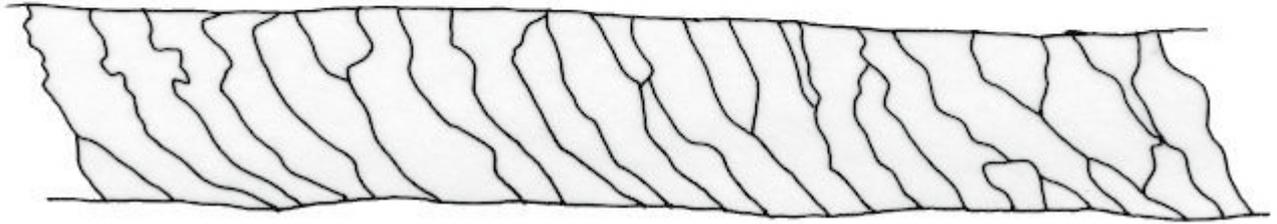


**Scaglie a margini lisci nella
metà prossimale e increspati
nella metà distale**

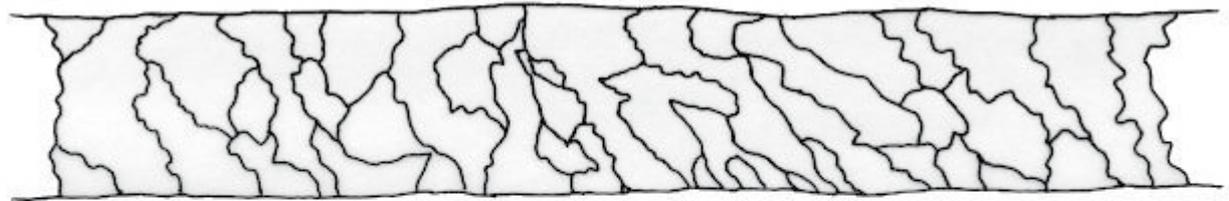
BUE - *Bos taurus*



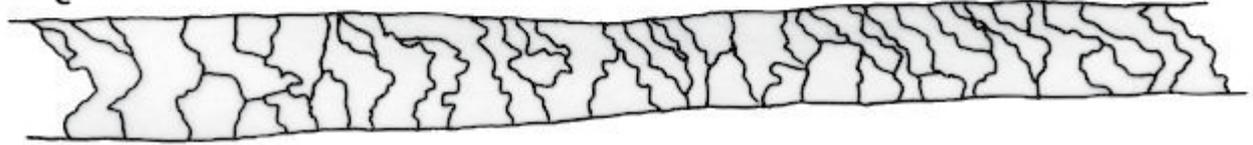
a



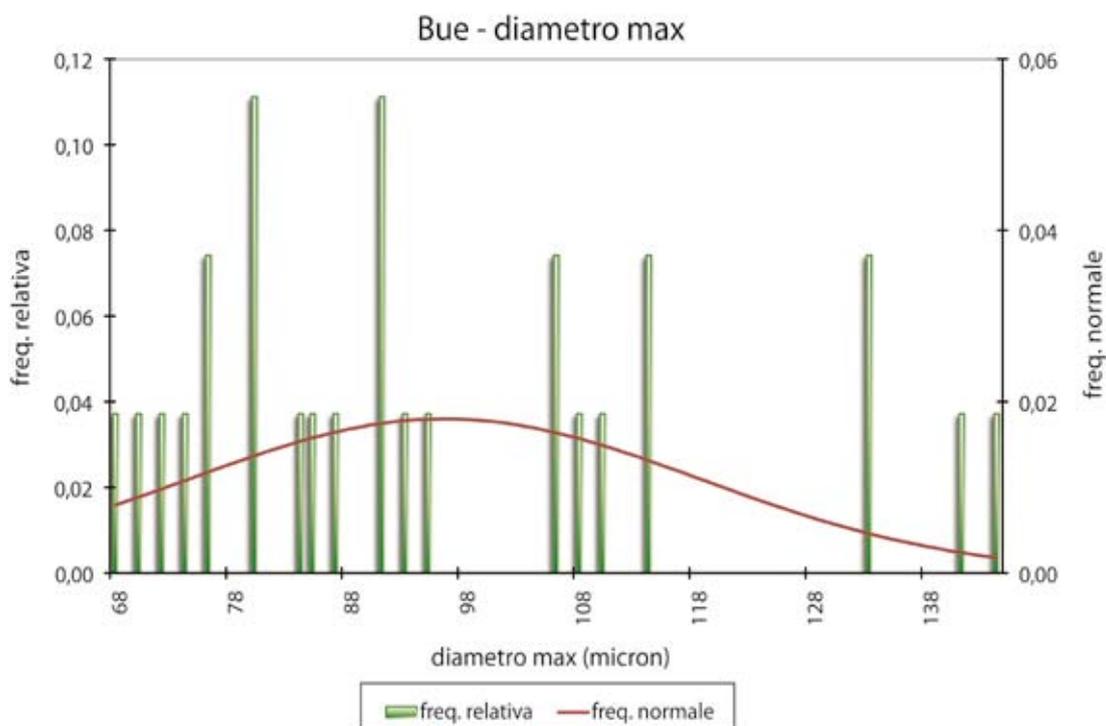
b



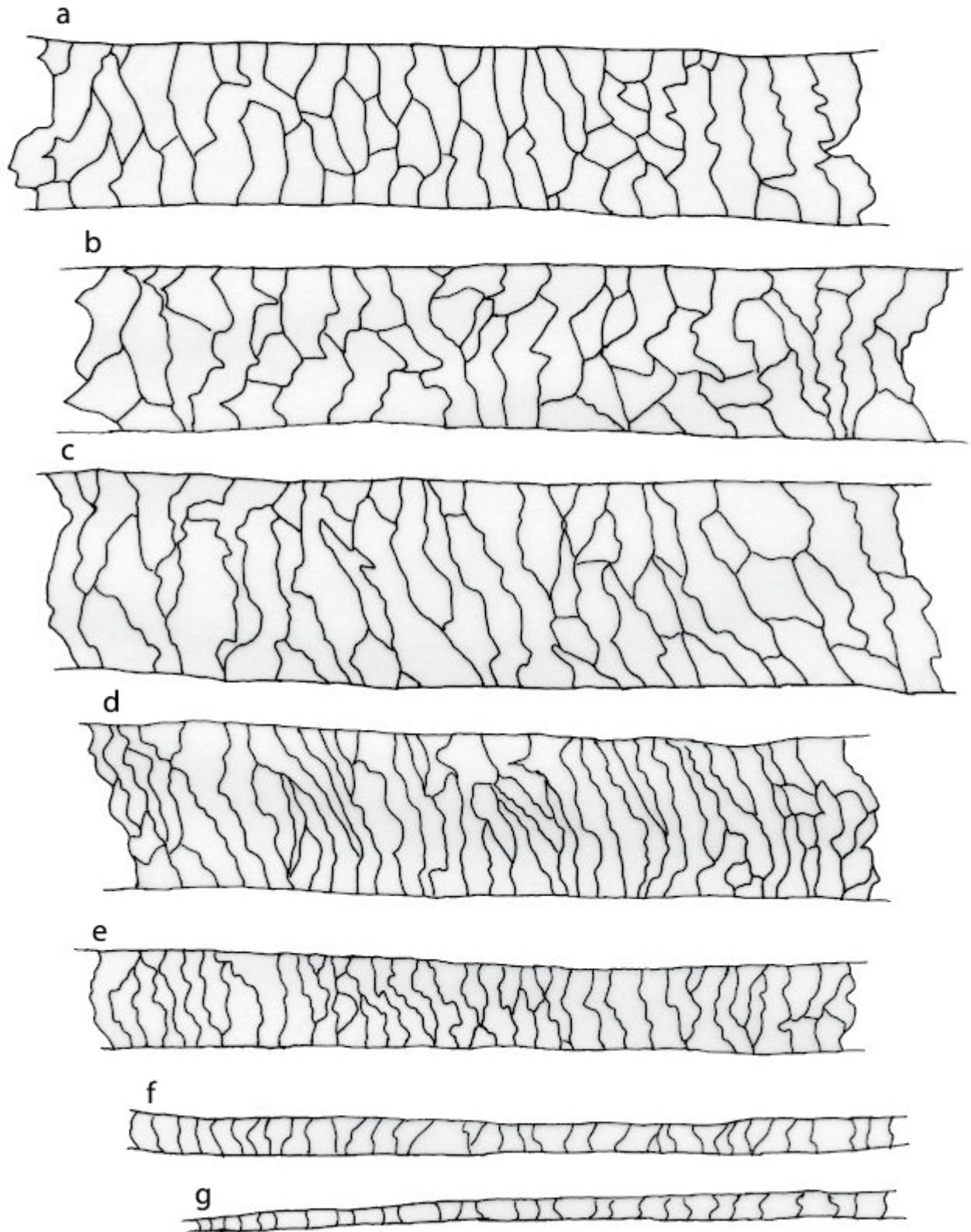
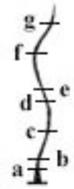
c



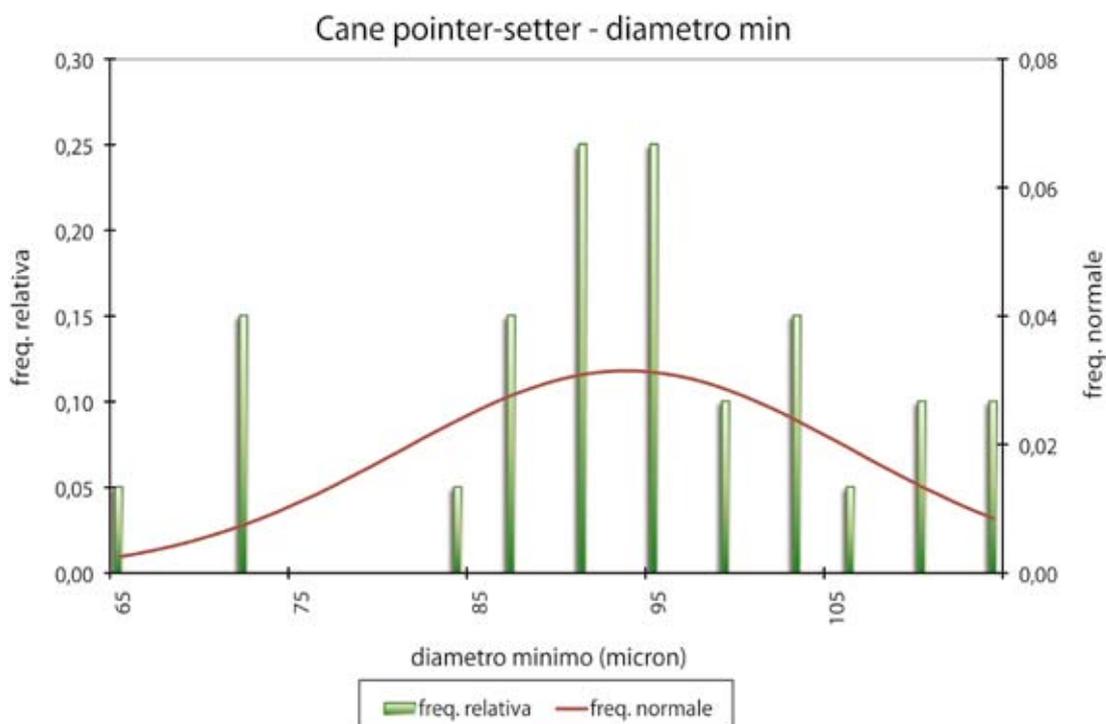
BUE	
diametro max μm	
Media	96,37
Errore standard	4,27
Mediana	91,00
Moda	80,00
Deviazione standard	22,16
Varianza campionaria	491,17
Curtosi	-0,30
Asimmetria	0,80
Intervallo	76,00
Minimo	68,00
Massimo	144,00
Somma	2602,00
Conteggio	27,00
Livello di confidenza(99,0%)	11,85



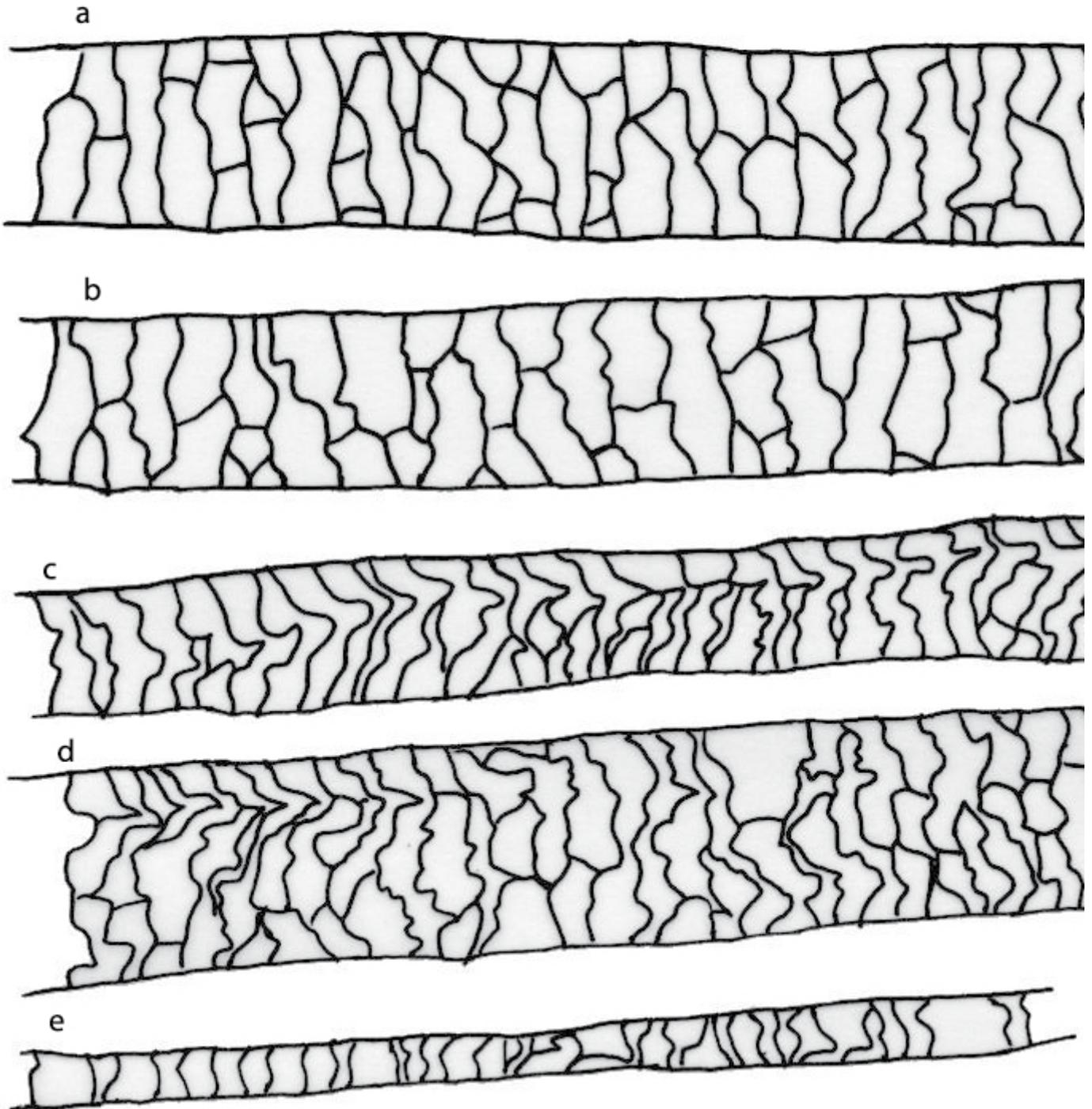
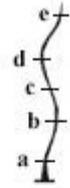
CANE POINTER-SETTER - *Canis lupus familiaris*



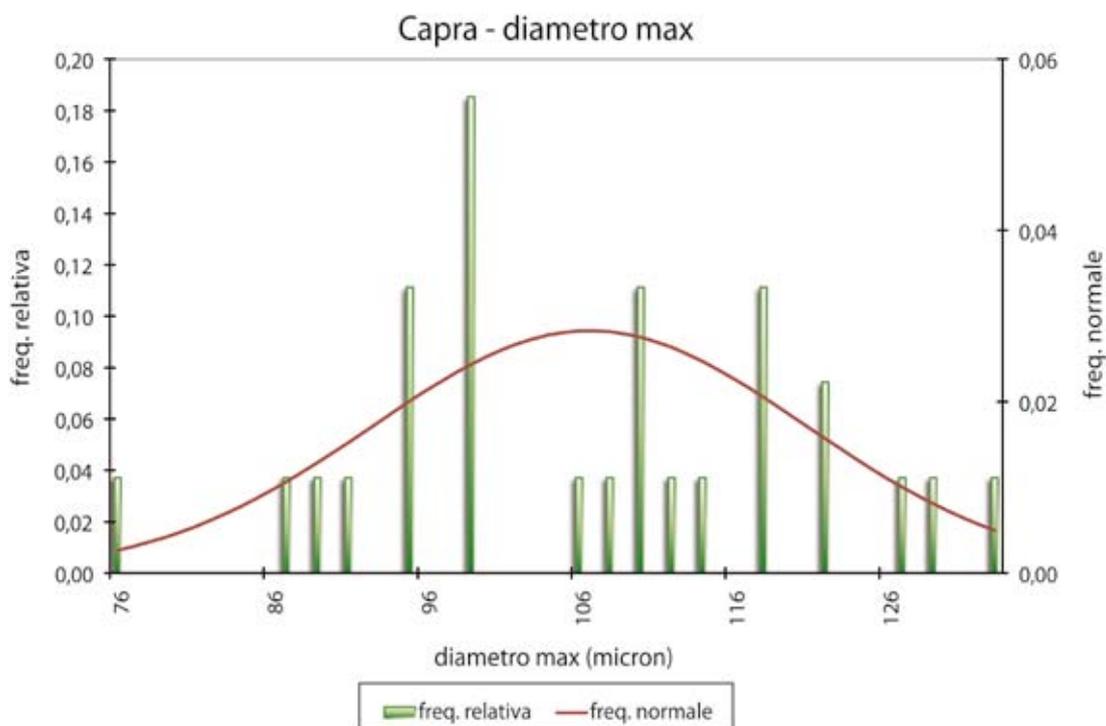
CANE POINTER-SETTER	
diametro min μm	
Media	93,46
Errore standard	2,39
Mediana	95,00
Moda	91,00
Deviazione standard	12,67
Varianza campionaria	160,41
Curtosi	-0,01
Asimmetria	-0,45
Intervallo	49,00
Minimo	65,00
Massimo	114,00
Somma	2617,00
Conteggio	28,00
Livello di confidenza(99,0%)	6,63



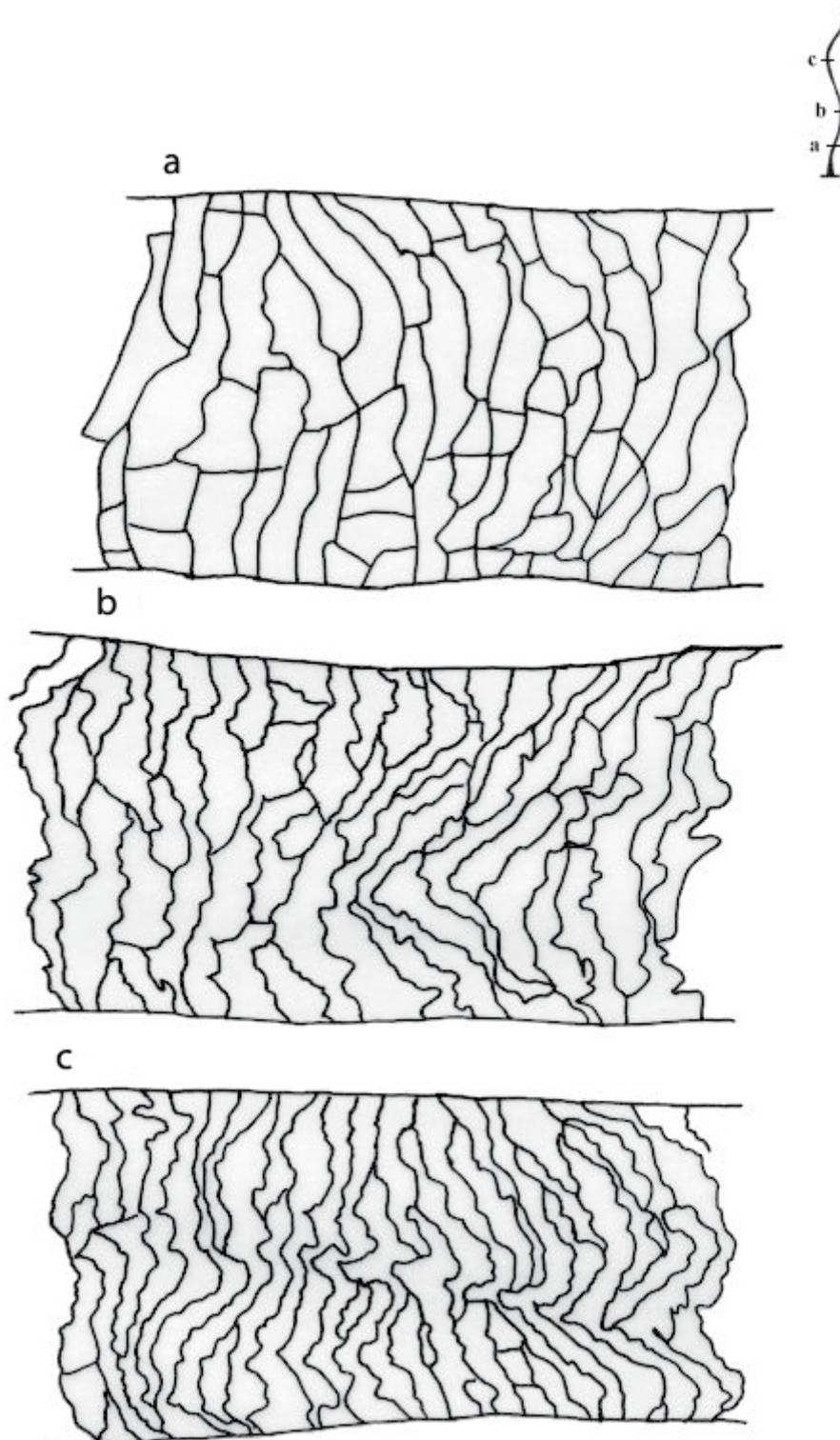
CAPRA - *Capra aegagrus hircus*



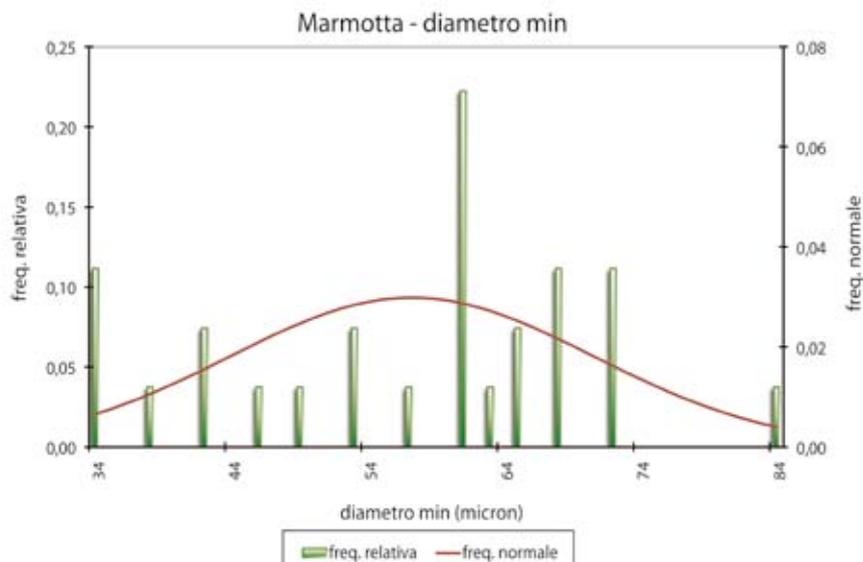
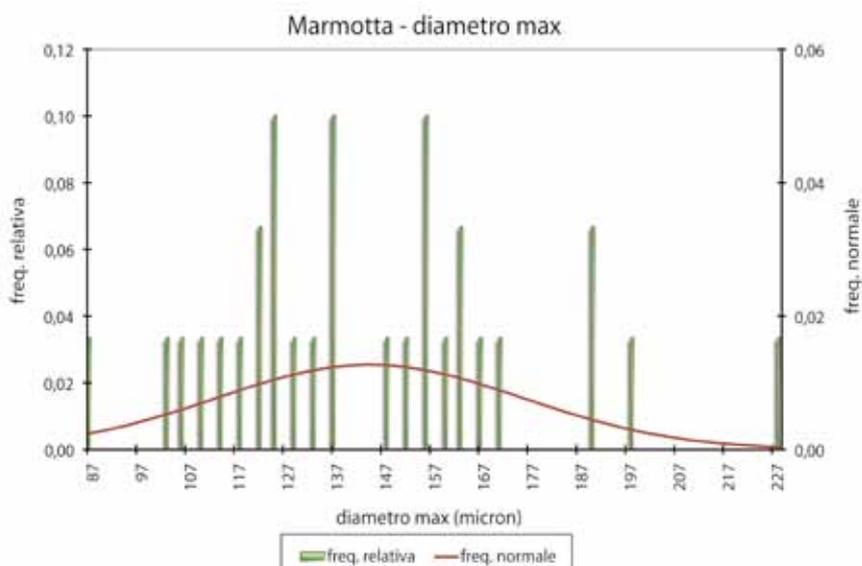
CAPRA	
diametro max μm	
Media	106,67
Errore standard	2,71
Mediana	108,00
Moda	99,00
Deviazione standard	14,10
Varianza campionaria	198,69
Curtosi	-0,52
Asimmetria	-0,04
Intervallo	57,00
Minimo	76,00
Massimo	133,00
Somma	2880,00
Conteggio	27,00
Livello di confidenza(99,0%)	7,54



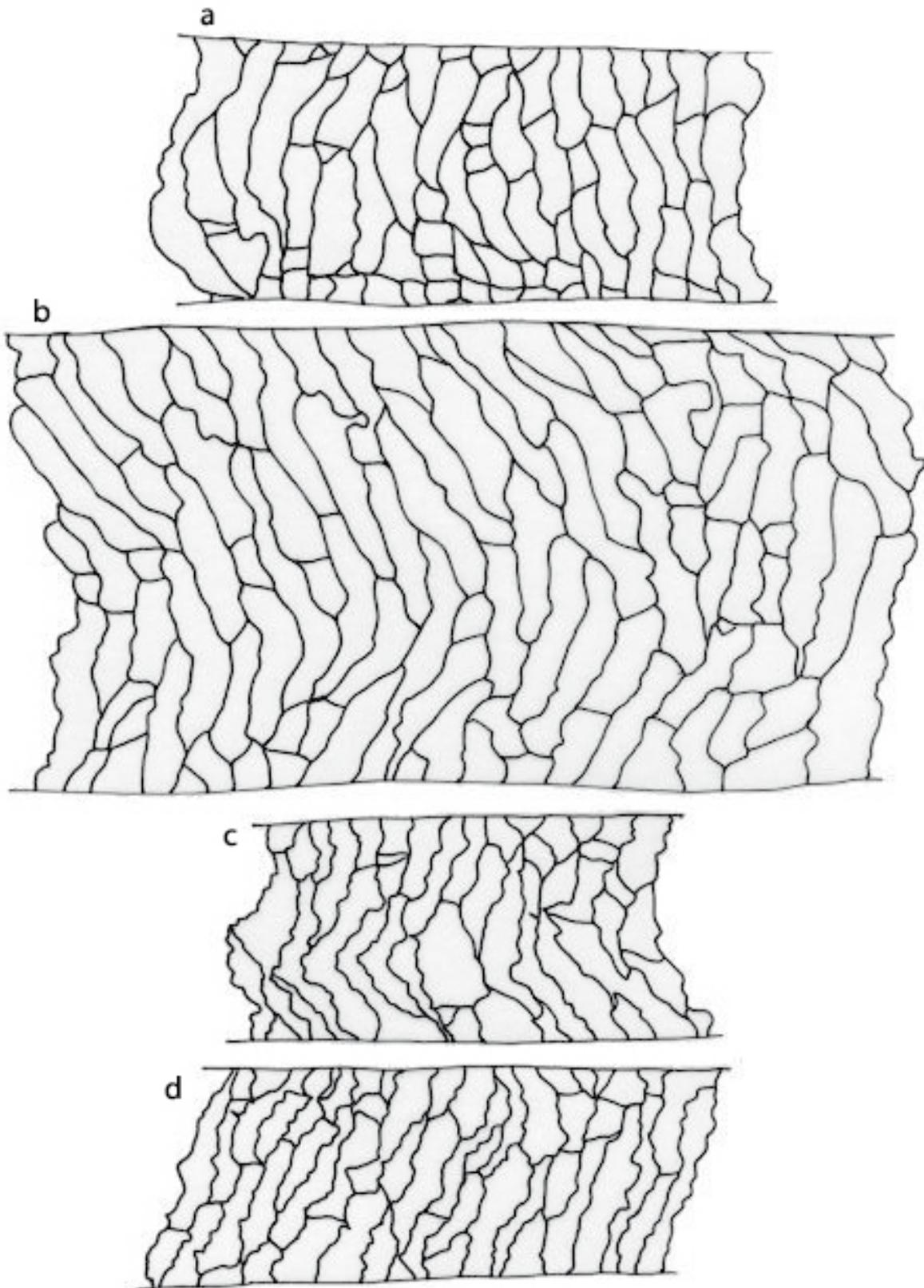
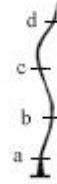
MARMOTTA - *Marmota marmota*



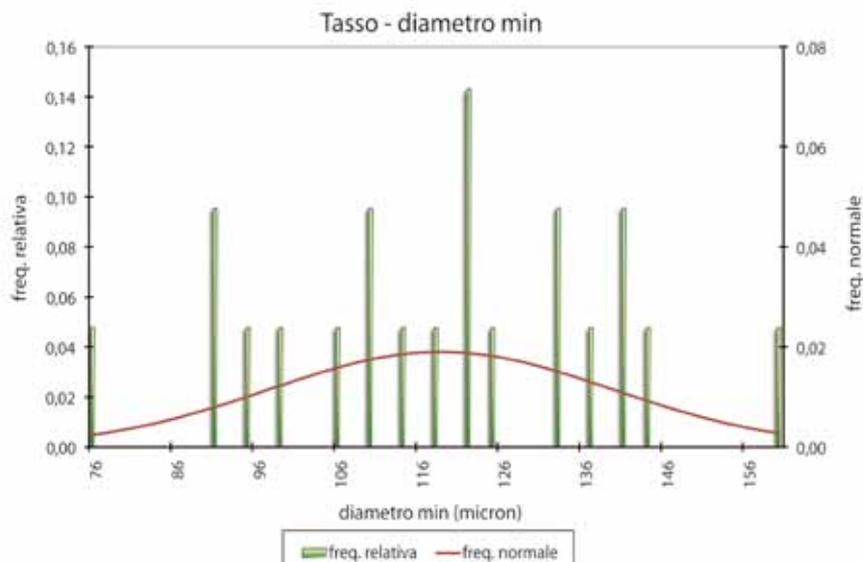
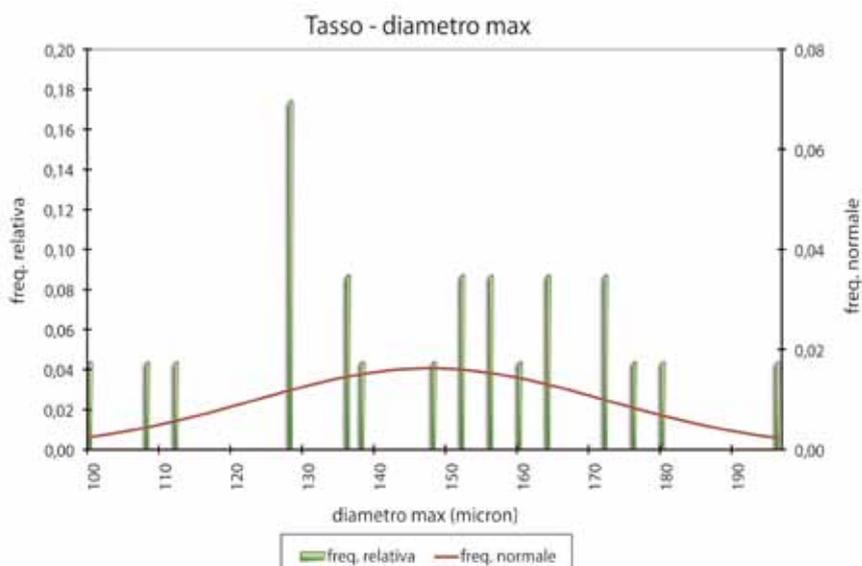
MARMOTTA		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	144,27	57,22
Errore standard	5,73	2,57
Mediana	137,00	61,00
Moda	125,00	61,00
Deviazione standard	31,40	13,36
Varianza campionaria	986,20	178,49
Curtosi	0,45	-0,57
Asimmetria	0,64	-0,34
Intervallo	141,00	50,00
Minimo	87,00	34,00
Massimo	228,00	84,00
Somma	4328,00	1545,00
Conteggio	30,00	27,00
Livello di confidenza(99,0%)	15,80	7,14



TASSO - *Meles meles*



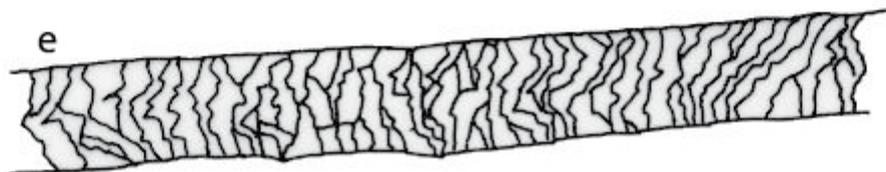
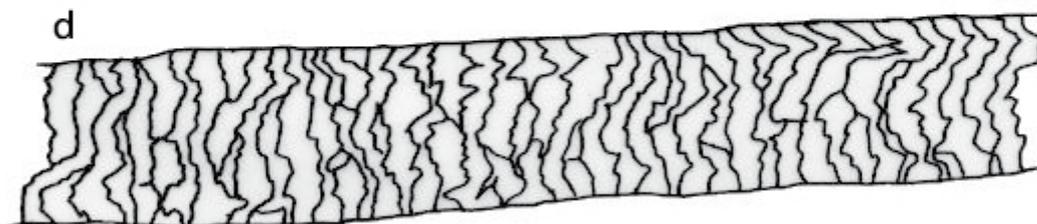
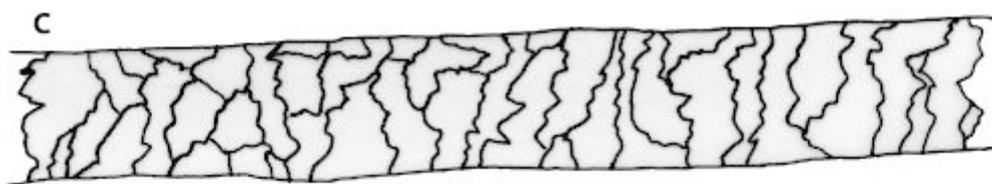
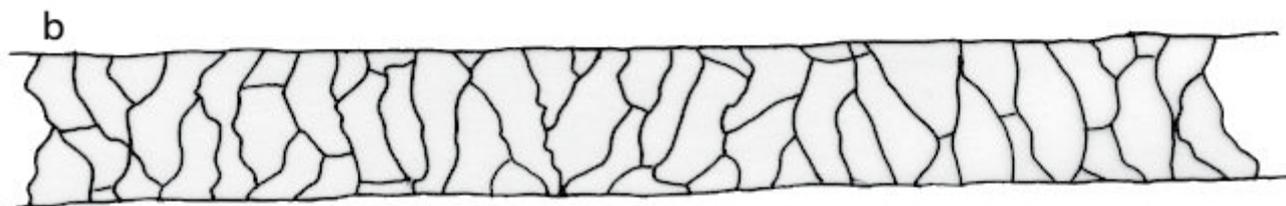
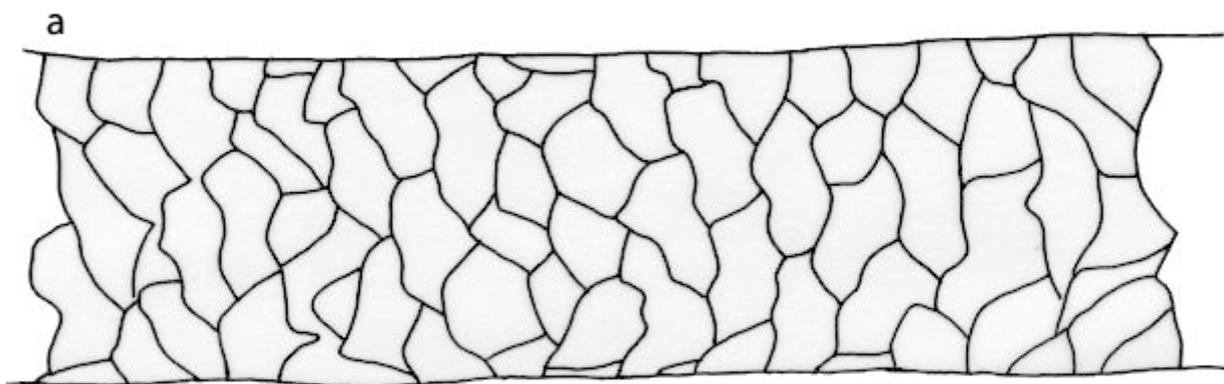
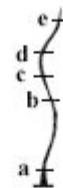
TASSO		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	147,39	118,57
Errore standard	5,12	4,58
Mediana	152,00	122,00
Moda	128,00	122,00
Deviazione standard	24,55	20,98
Varianza campionaria	602,70	439,96
Curtosi	-0,51	-0,37
Asimmetria	-0,10	-0,12
Intervallo	96,00	84,00
Minimo	100,00	76,00
Massimo	196,00	160,00
Somma	3390,00	2490,00
Conteggio	23,00	21,00
Livello di confidenza(99,0%)	14,43	13,02



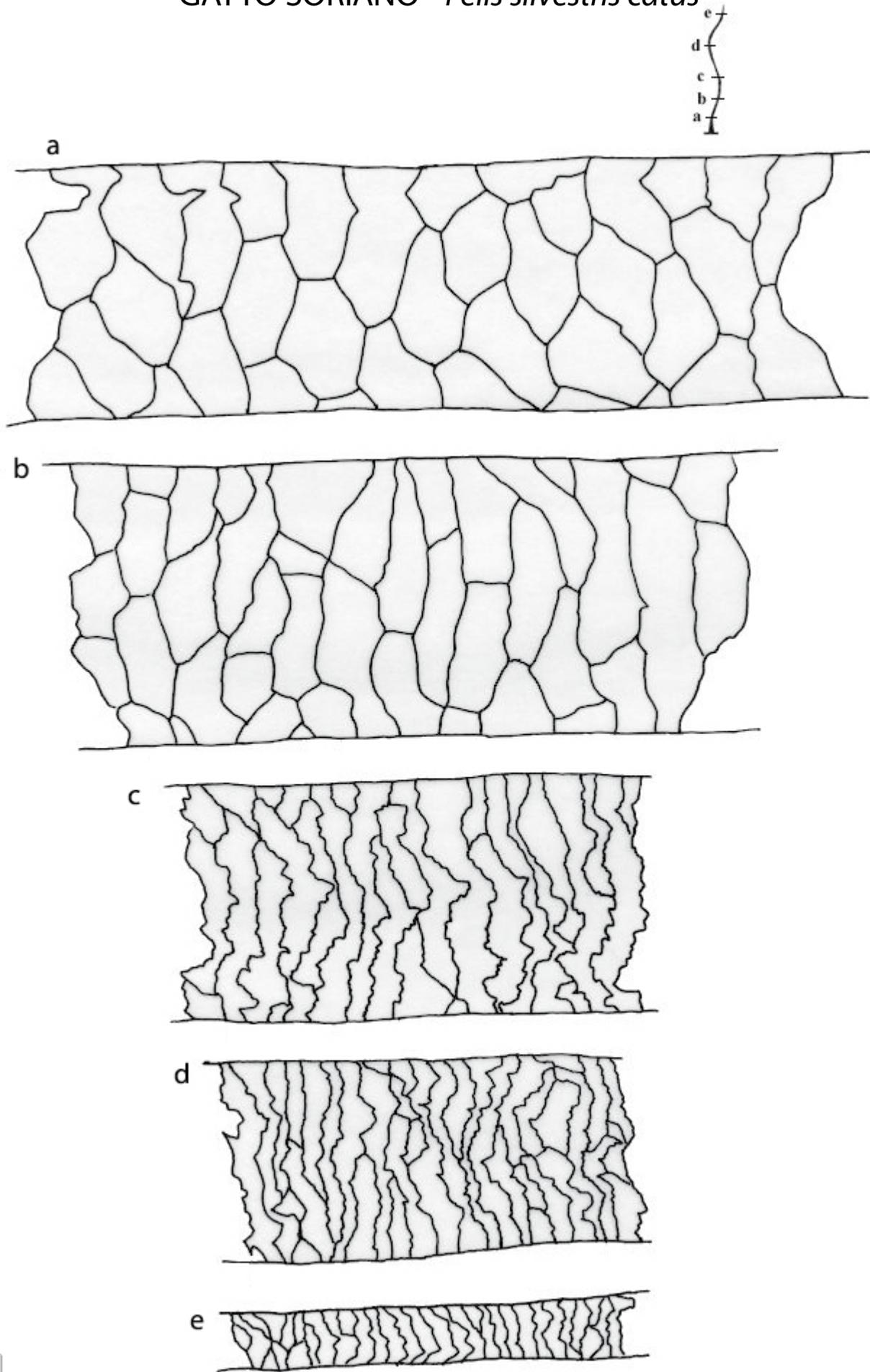


**Scaglie a margini lisci nella
metà prossimale e crenati
nella metà distale**

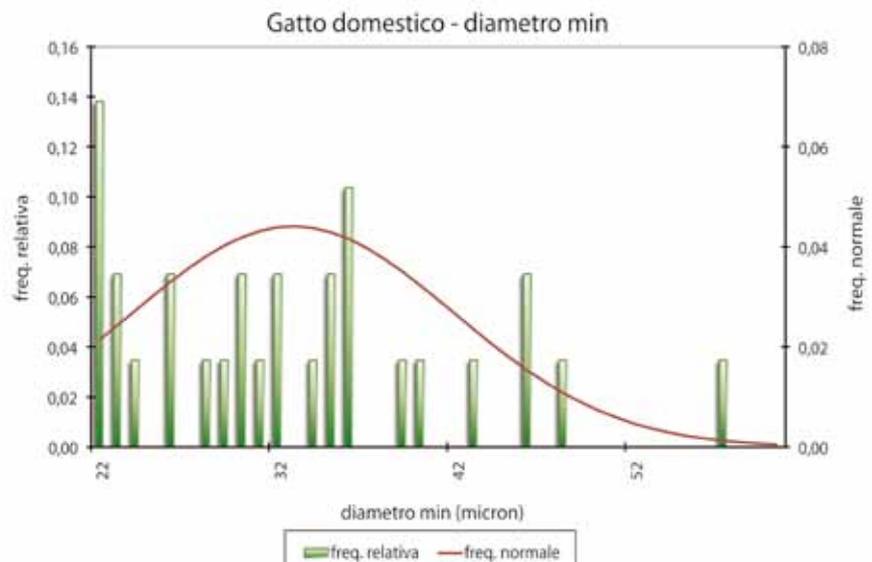
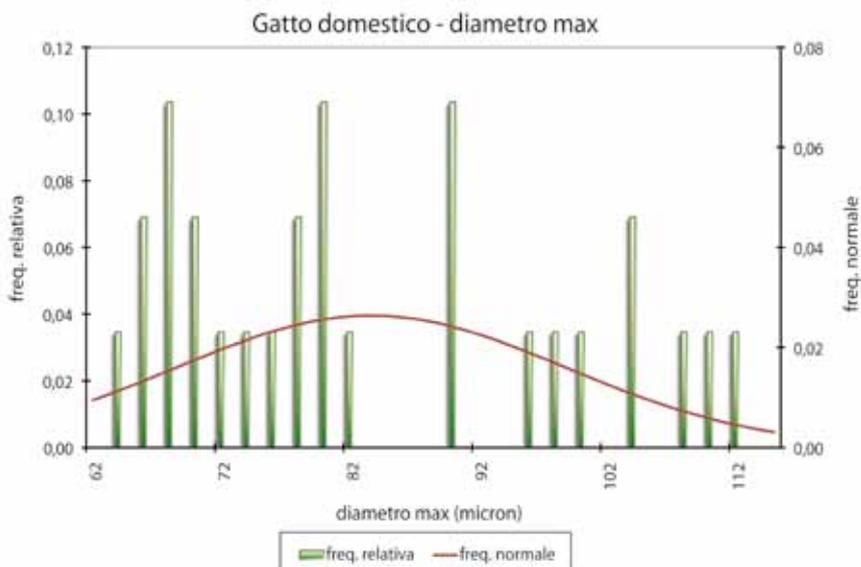
GATTO BIANCO NERO - *Felis silvestris catus*



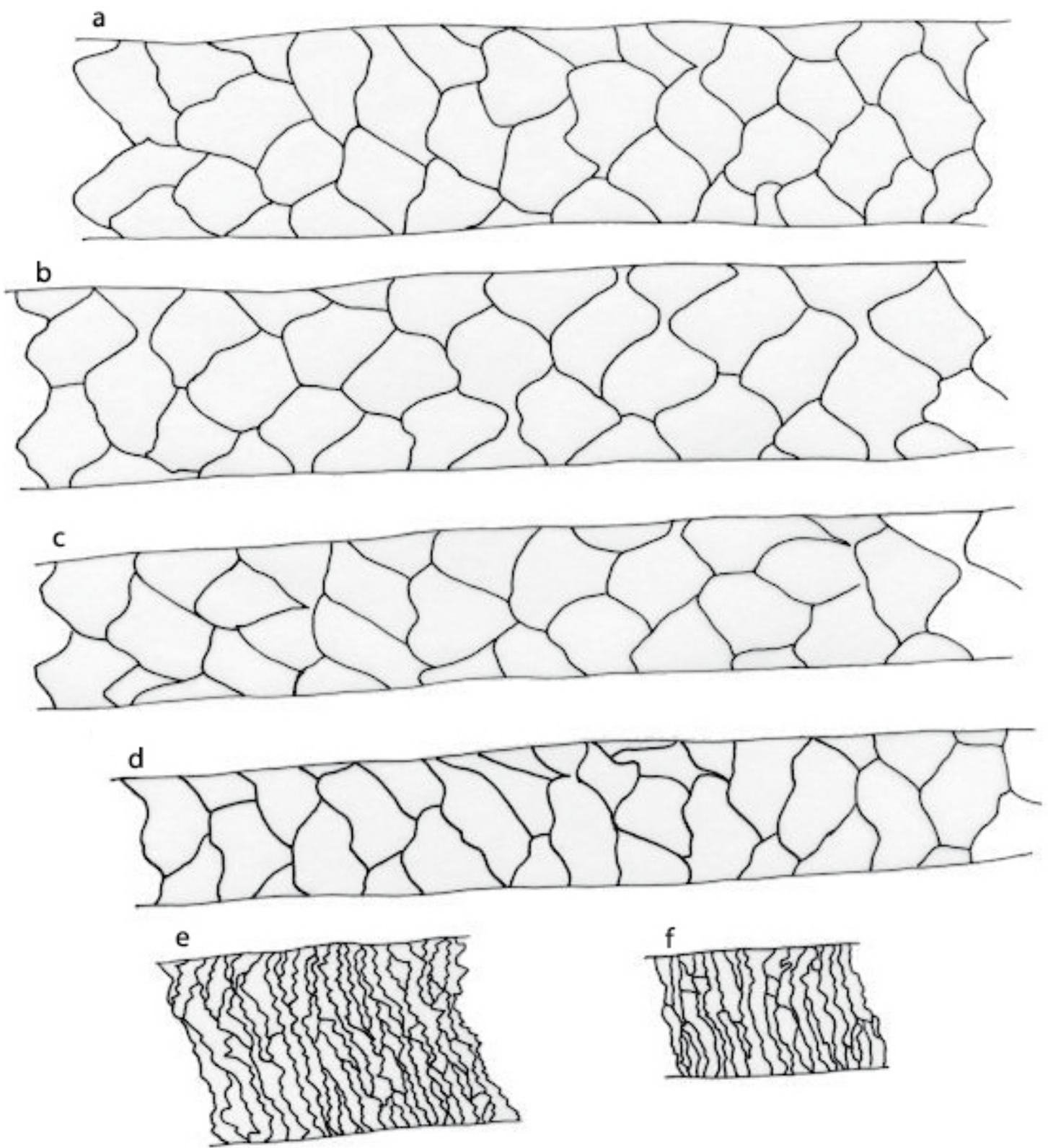
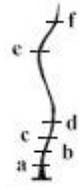
GATTO SORIANO - *Felis silvestris catus*



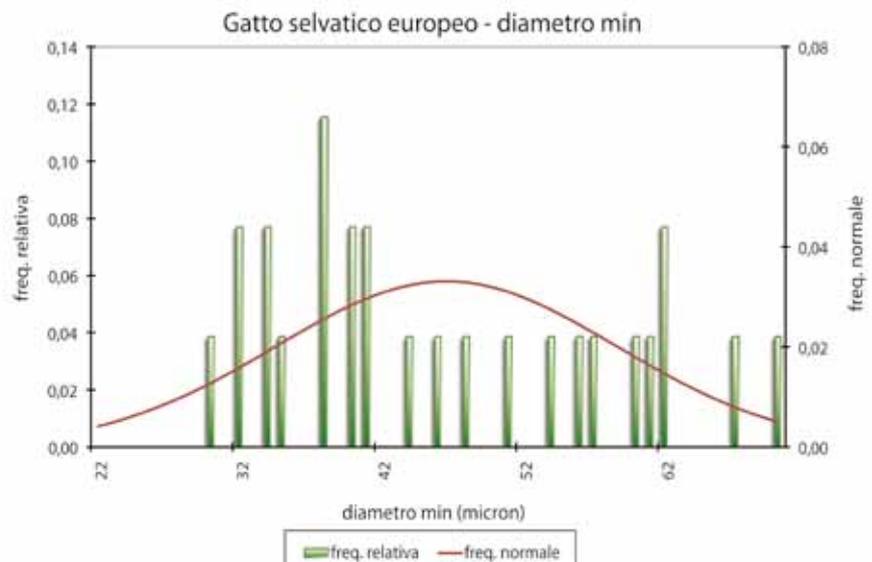
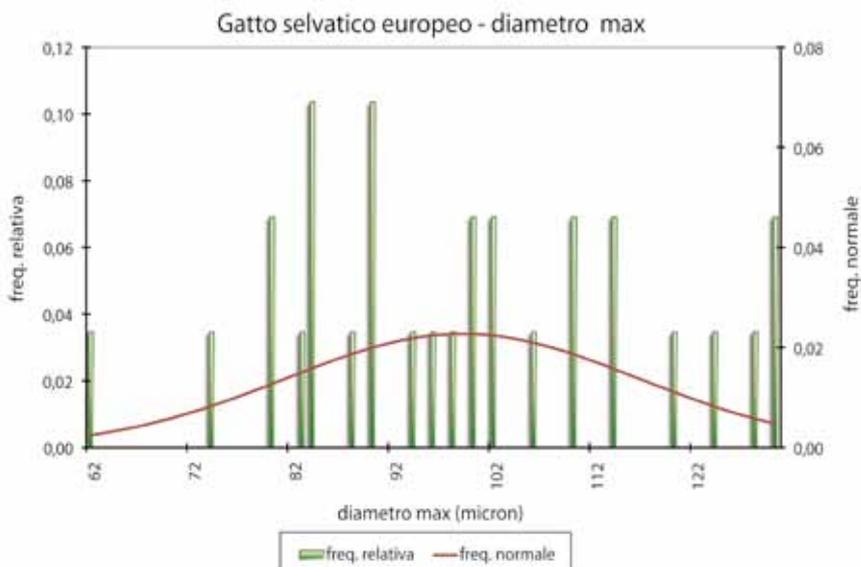
GATTO DOMESTICO		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	83,64	32,86
Errore standard	2,86	1,68
Mediana	80,00	32,00
Moda	68,00	22,00
Deviazione standard	15,12	9,04
Varianza campionaria	228,76	81,69
Curtosi	-1,07	0,31
Asimmetria	0,51	0,79
Intervallo	48,00	35,00
Minimo	64,00	22,00
Massimo	112,00	57,00
Somma	2342,00	953,00
Conteggio	28,00	29,00
Livello di confidenza(99,0%)	7,92	4,64

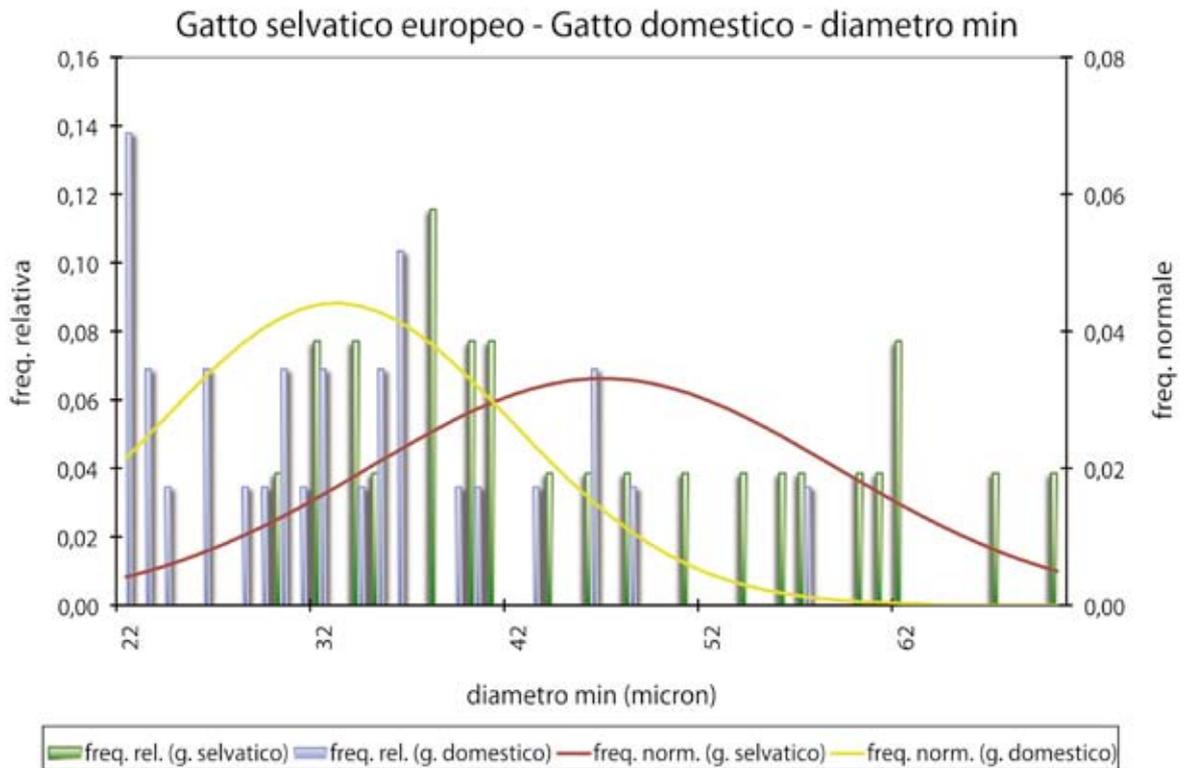
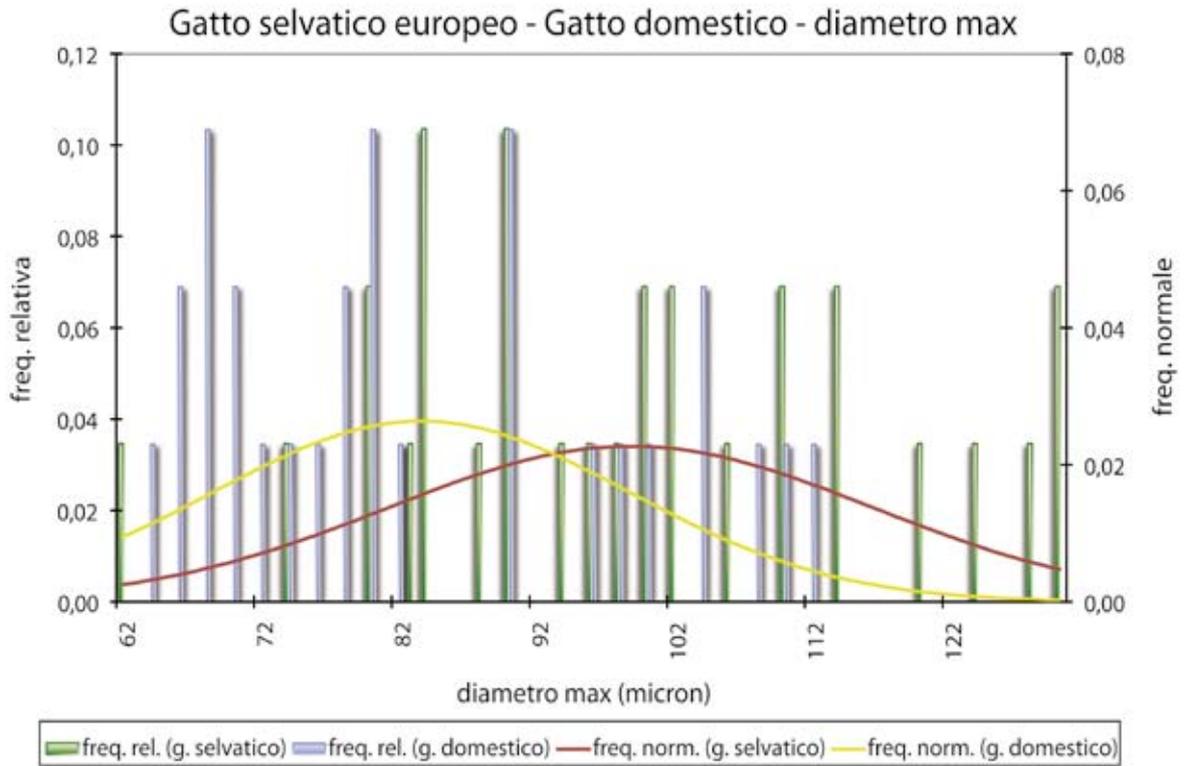


GATTO SELVATICO EUROPEO - *Felis silvestris silvestris*

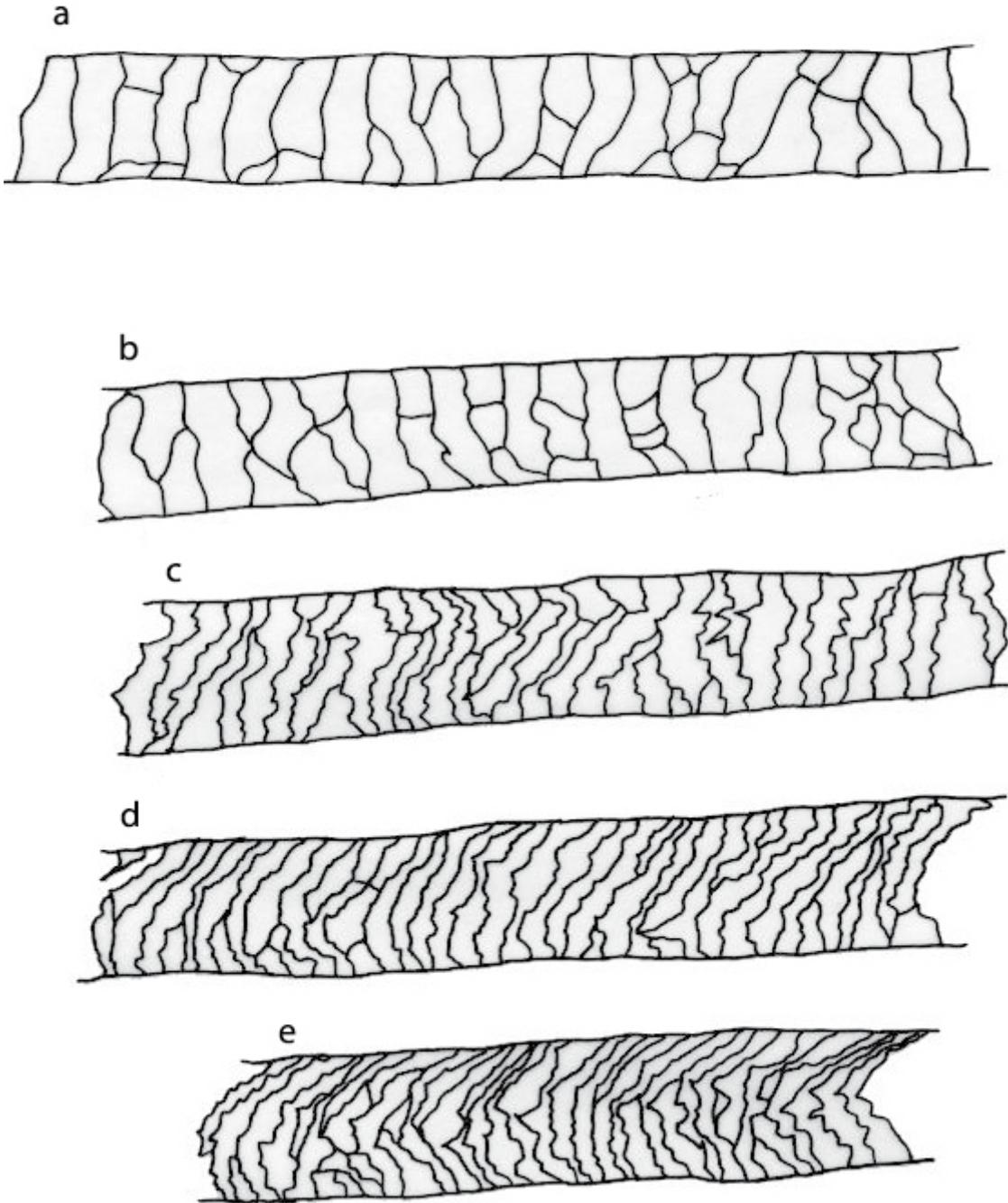
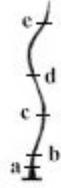


GATTO SELVATICO EUROPEO		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	98,86	46,58
Errore standard	3,26	2,36
Mediana	98,00	42,50
Moda	84,00	38,00
Deviazione standard	17,56	12,05
Varianza campionaria	308,41	145,21
Curtosi	-0,53	-1,12
Asimmetria	0,17	0,43
Intervallo	68,00	40,00
Minimo	62,00	30,00
Massimo	130,00	70,00
Somma	2867,00	1211,00
Conteggio	29,00	26,00
Livello di confidenza(99,0%)	9,01	6,59

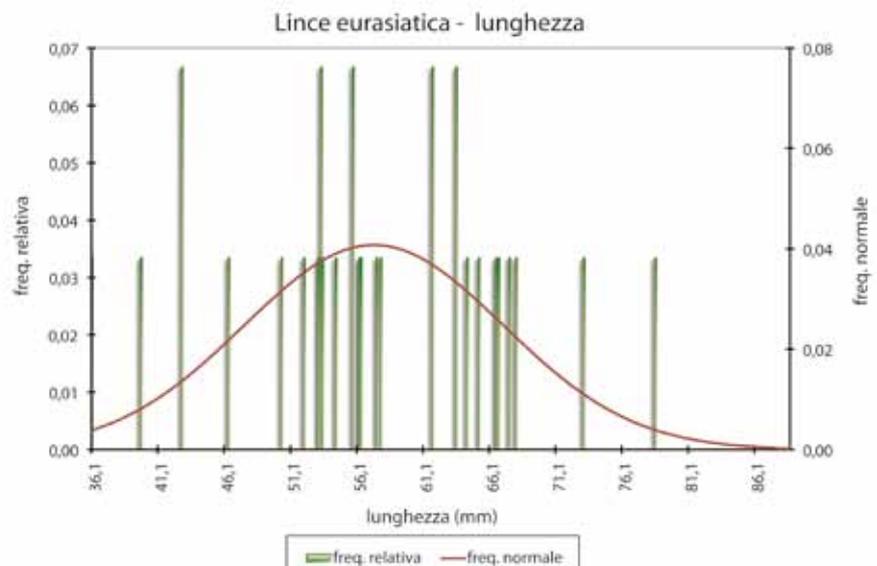
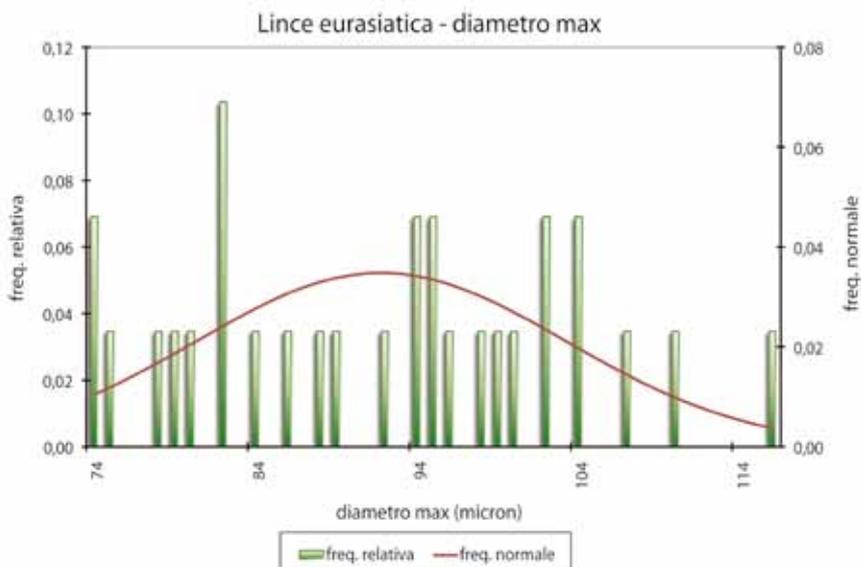




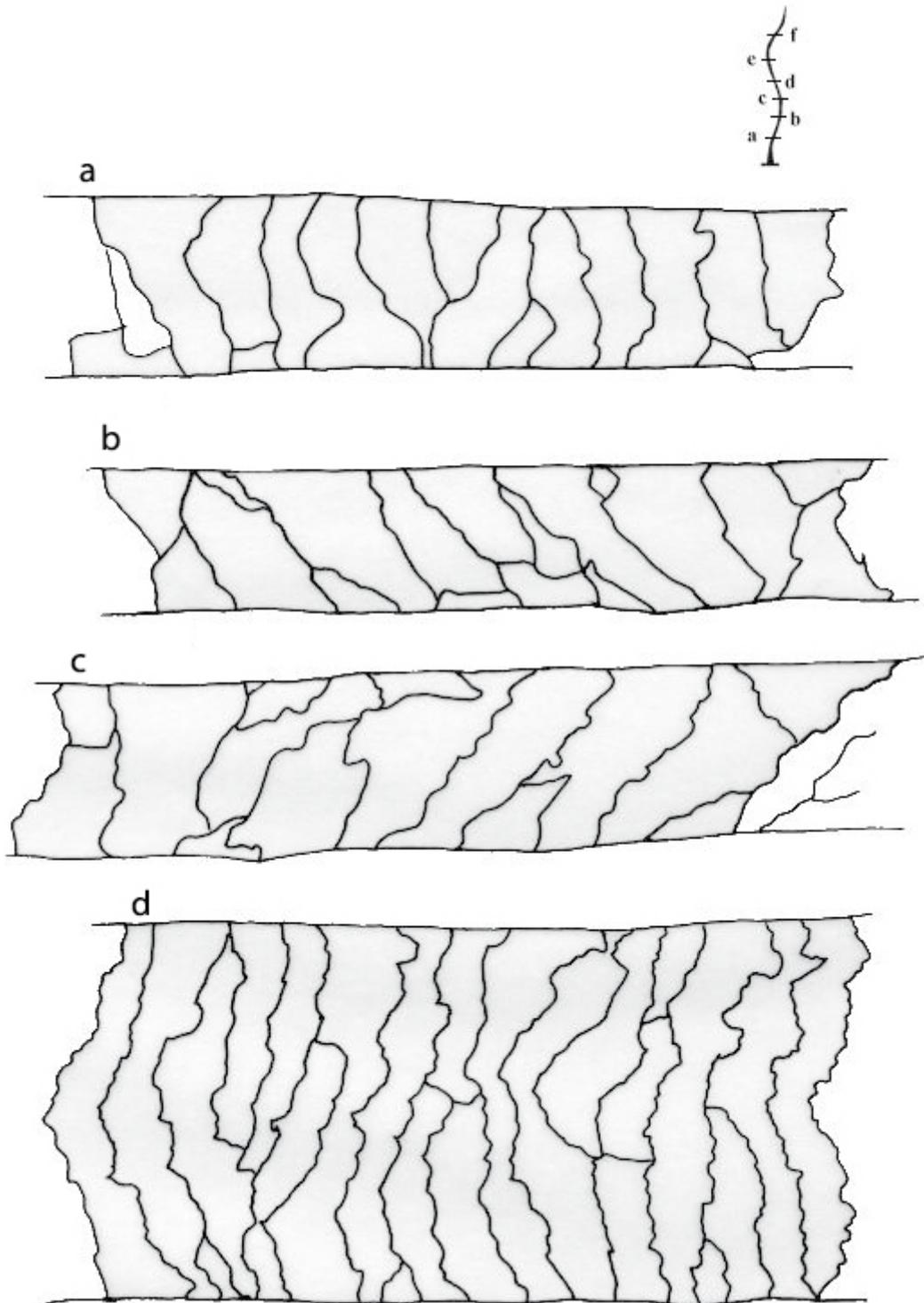
LINCE EURASIATICA - *Lynx lynx*

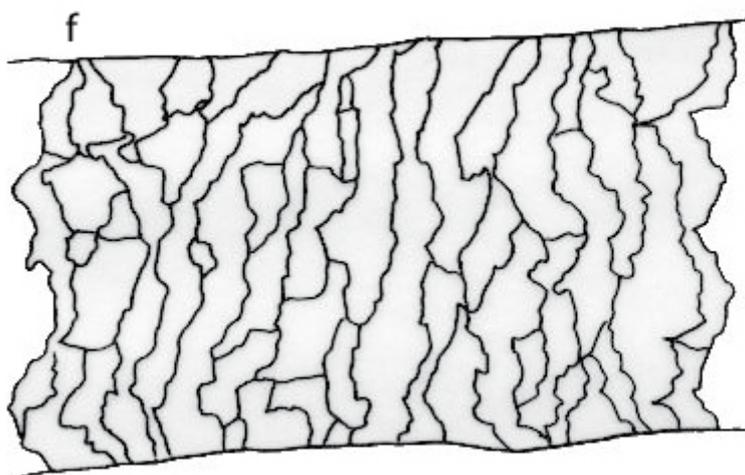
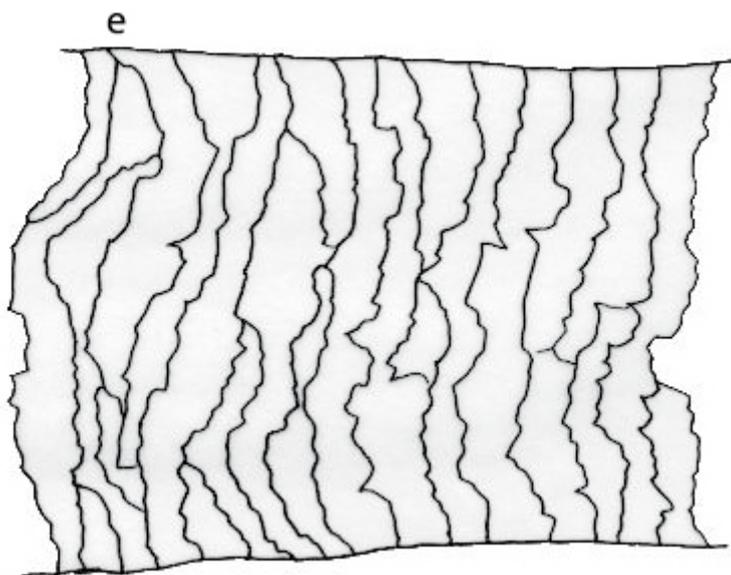


LINCE EURASIATICA		
	diametro max μm	lunghezza mm
Media	91,76	57,35
Errore standard	2,13	1,79
Mediana	94,00	56,40
Moda	82,00	42,95
Deviazione standard	11,45	9,79
Varianza campionaria	131,19	95,86
Curtosi	-0,84	-0,01
Asimmetria	0,13	-0,15
Intervallo	42,00	42,50
Minimo	74,00	36,15
Massimo	116,00	78,65
Somma	2661,00	1720,60
Conteggio	29,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	5,88	4,93

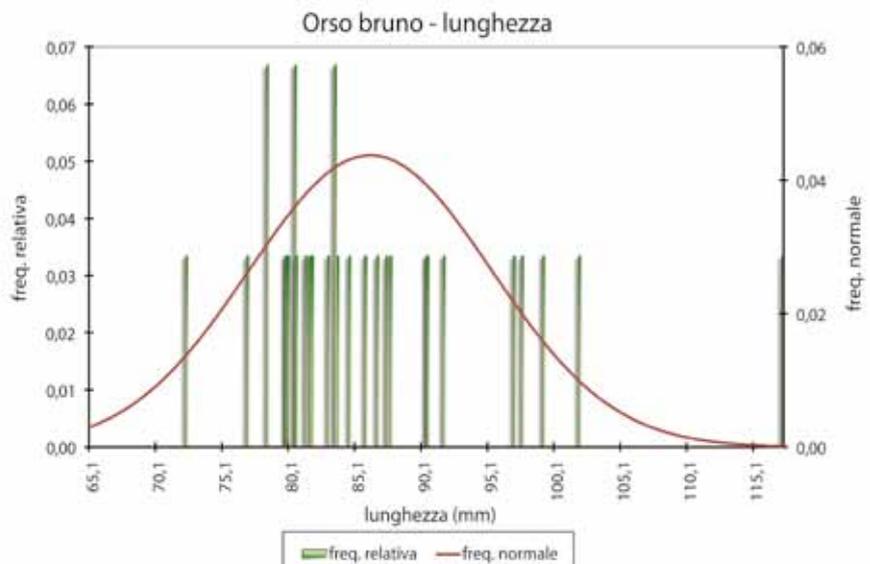
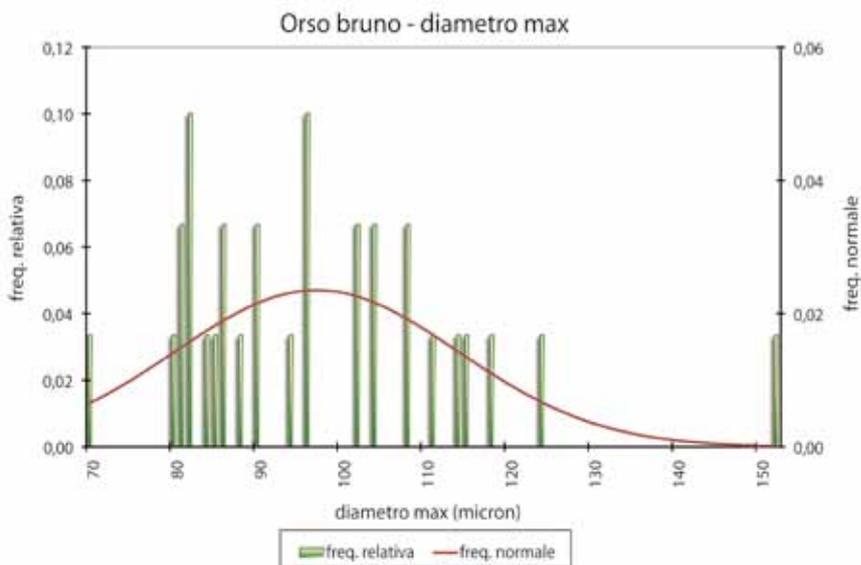


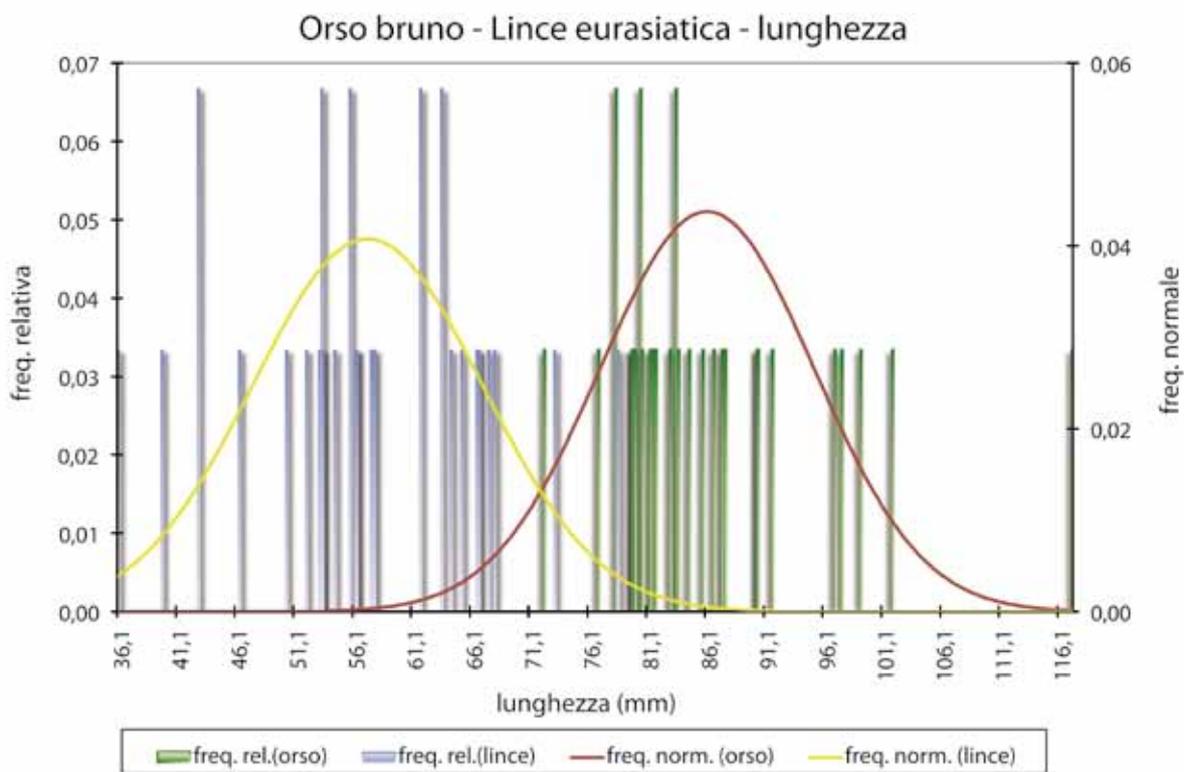
ORSO BRUNO - *Ursus arctos*





ORSO BRUNO		
	diametro max μm	lunghezza mm
Media	97,03	86,24
Errore standard	3,10	1,67
Mediana	95,00	83,65
Moda	82,00	78,50
Deviazione standard	16,96	9,12
Varianza campionaria	287,76	83,19
Curtosi	2,35	3,54
Asimmetria	1,22	1,63
Intervallo	82,00	44,95
Minimo	70,00	72,40
Massimo	152,00	117,35
Somma	2911,00	2587,15
Conteggio	30,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	8,54	4,59



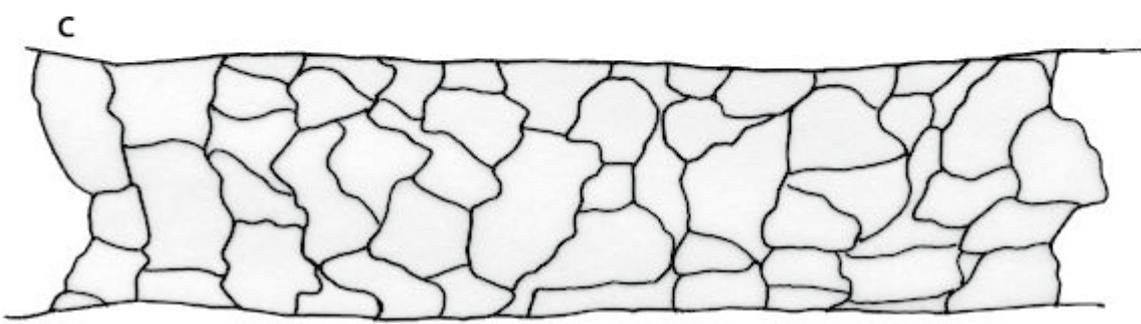
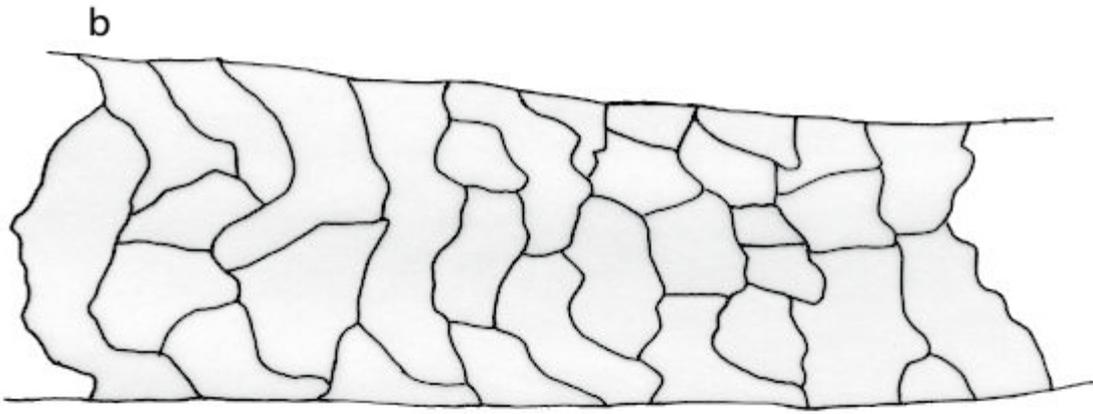
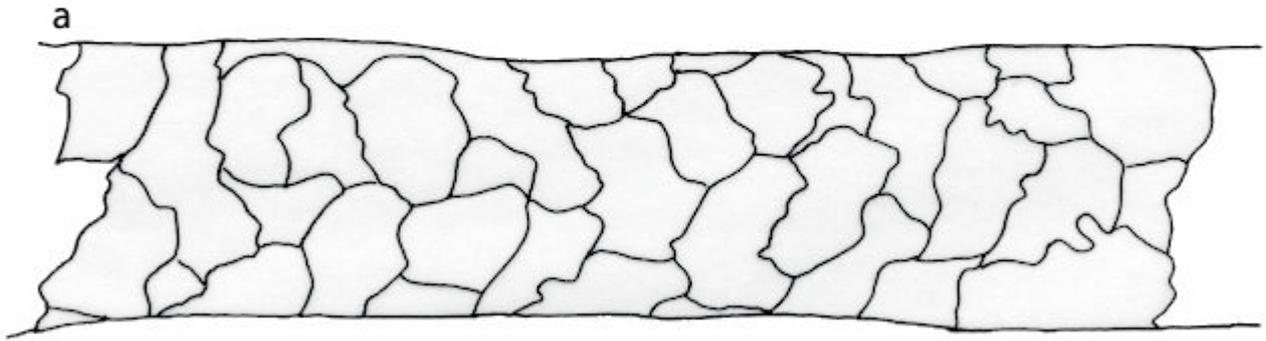
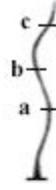




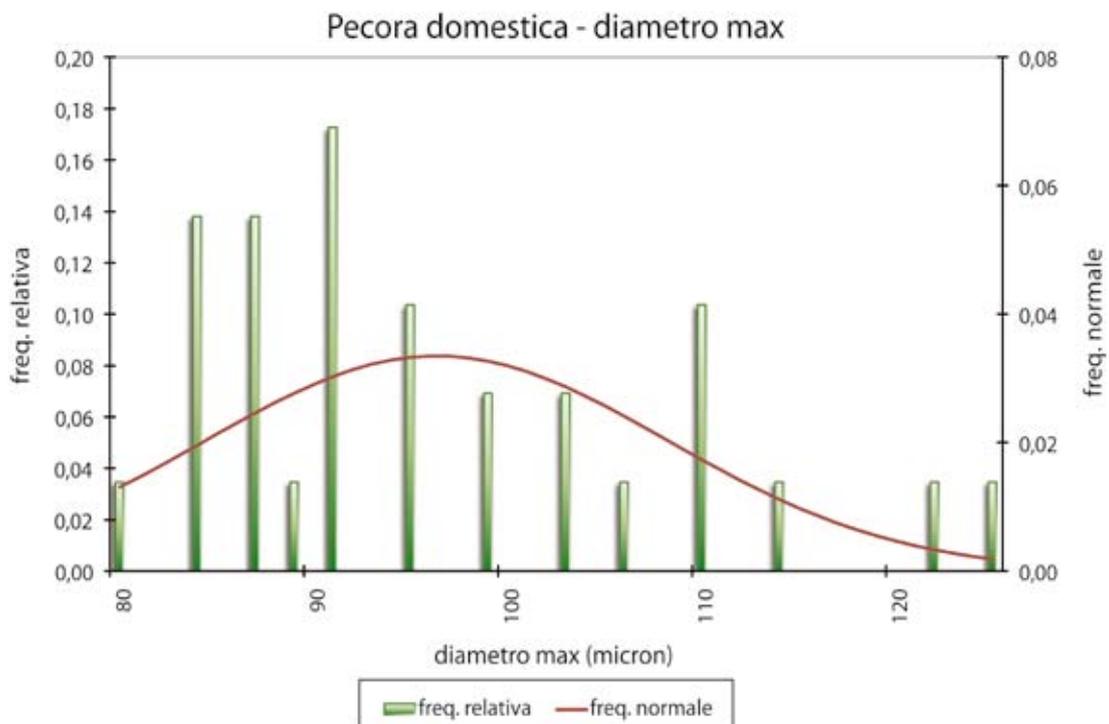
Scaglie a bordi increspati



PECORA DOMESTICA - *Ovis aries*



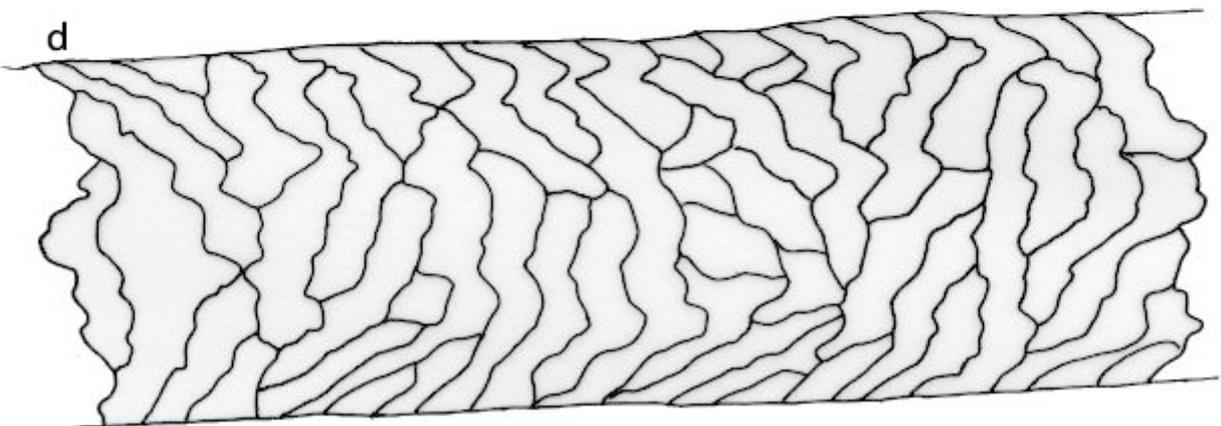
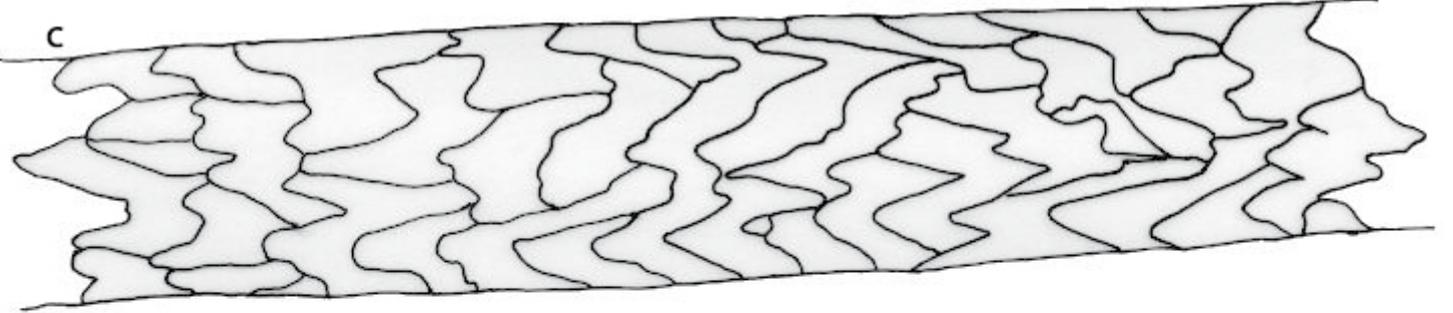
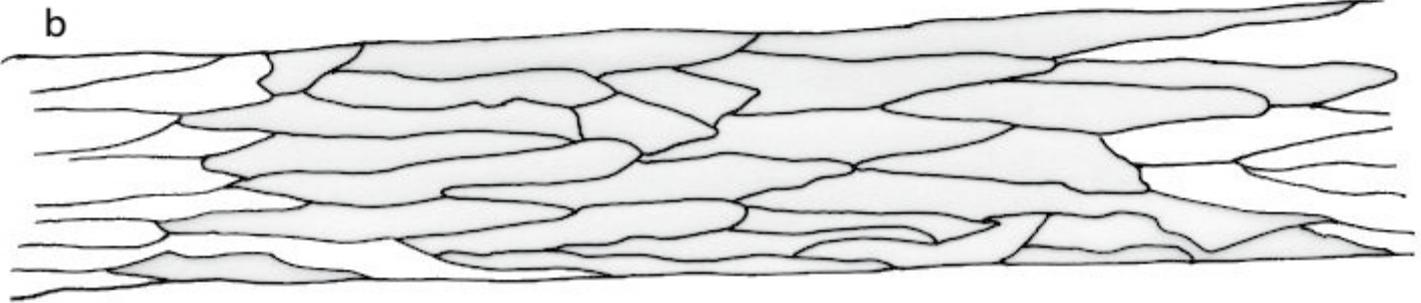
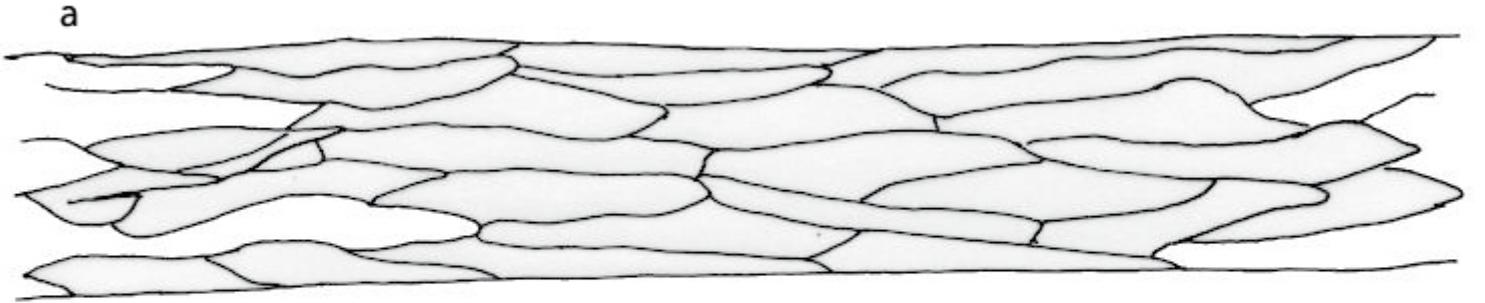
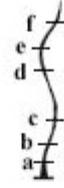
PECORA DOMESTICA	
diametro max μm	
Media	96,34
Errore standard	2,21
Mediana	91,00
Moda	91,00
Deviazione standard	11,91
Varianza campionaria	141,95
Curtosi	0,00
Asimmetria	0,88
Intervallo	45,00
Minimo	80,00
Massimo	125,00
Somma	2794,00
Conteggio	29,00
Livello di confidenza(99,0%)	6,11

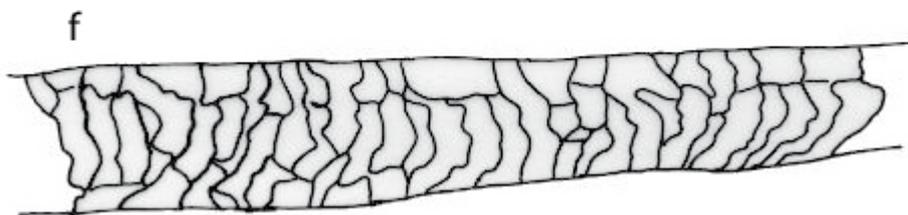
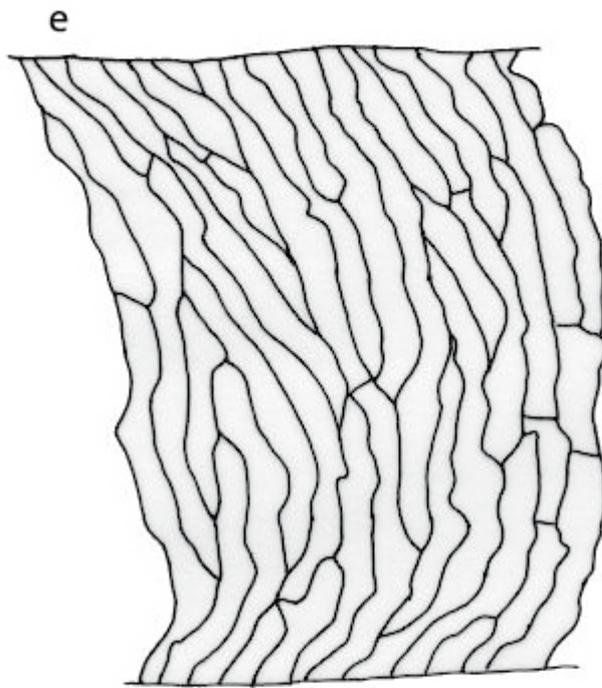




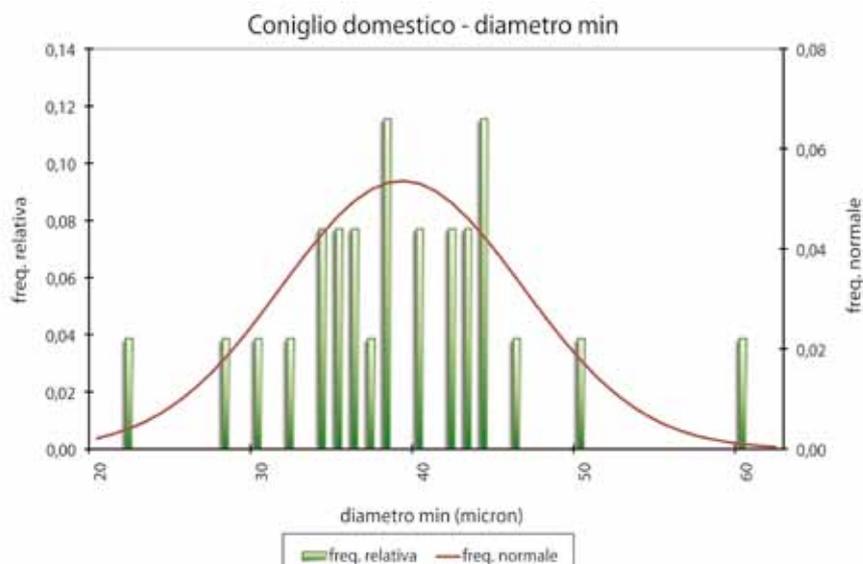
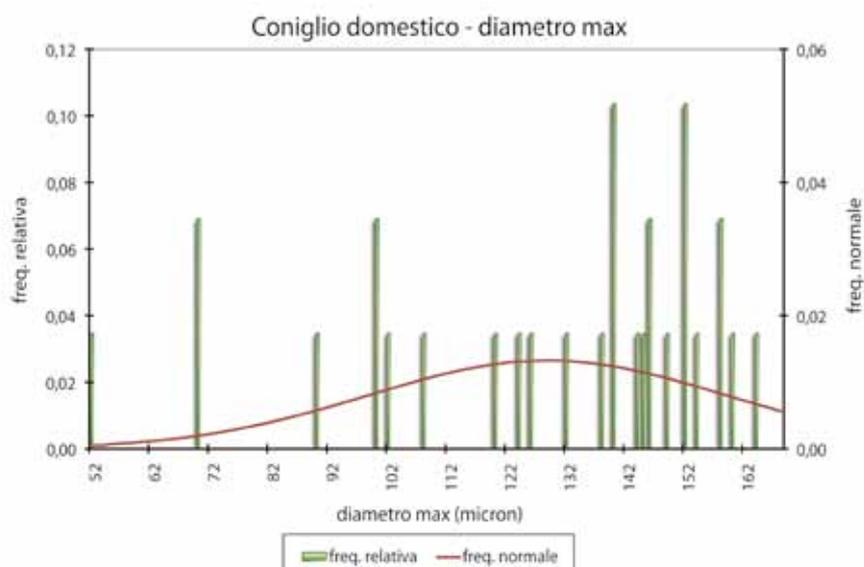
**Scaglie a puntale
nella parte prossimale**

CONIGLIO DOMESTICO - *Oryctolagus cuniculus*

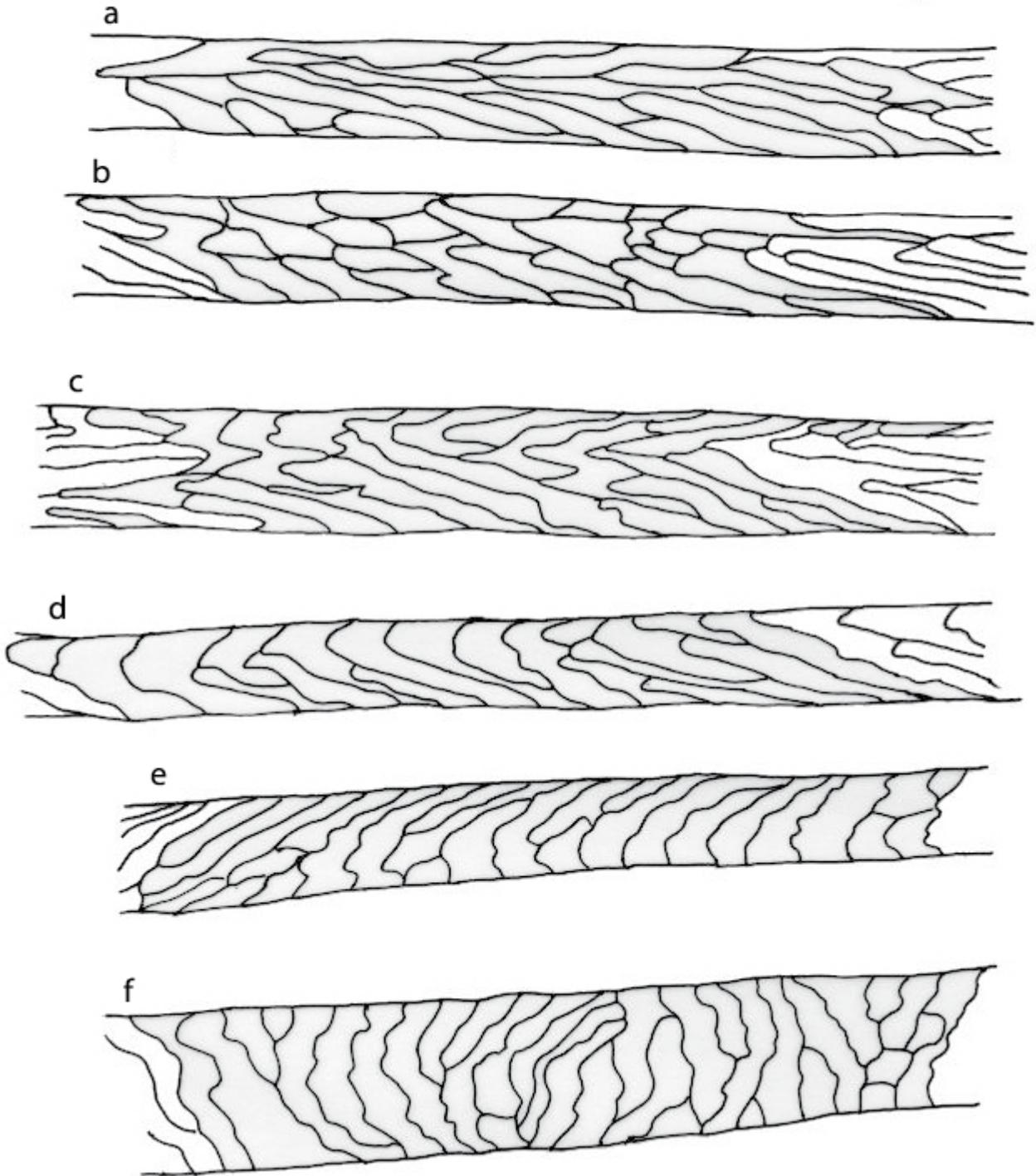
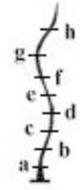


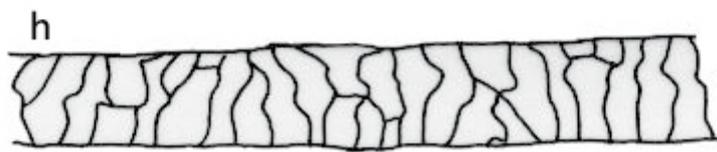
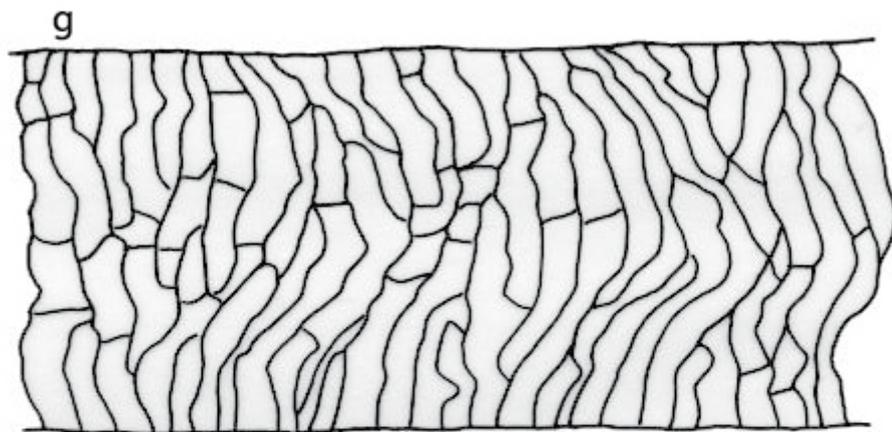


CONIGLIO DOMESTICO		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	128,69	38,88
Errore standard	5,59	1,46
Mediana	140,00	38,00
Moda	140,00	38,00
Deviazione standard	30,10	7,44
Varianza campionaria	906,01	55,39
Curtosi	0,34	1,99
Asimmetria	-1,09	0,44
Intervallo	112,00	38,00
Minimo	52,00	22,00
Massimo	164,00	60,00
Somma	3732,00	1011,00
Conteggio	29,00	26,00
Livello di confidenza(99,0%)	15,45	4,07

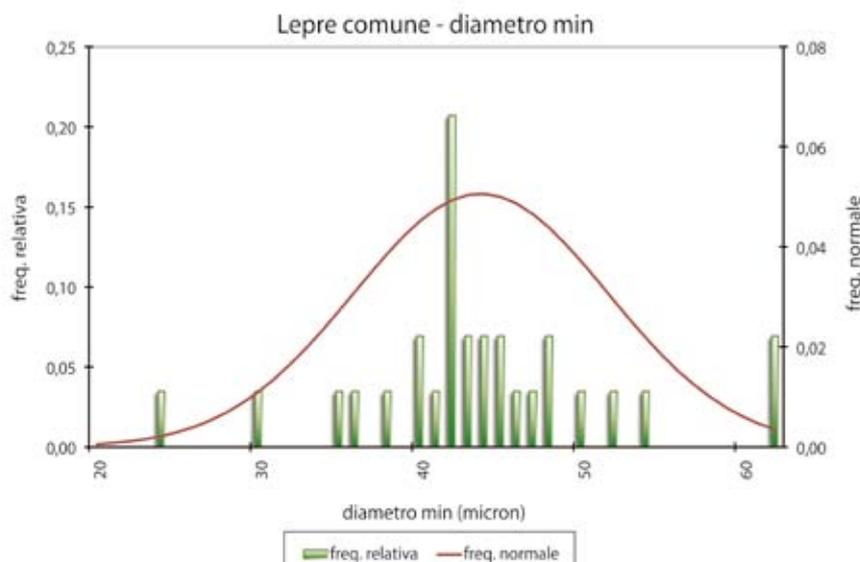
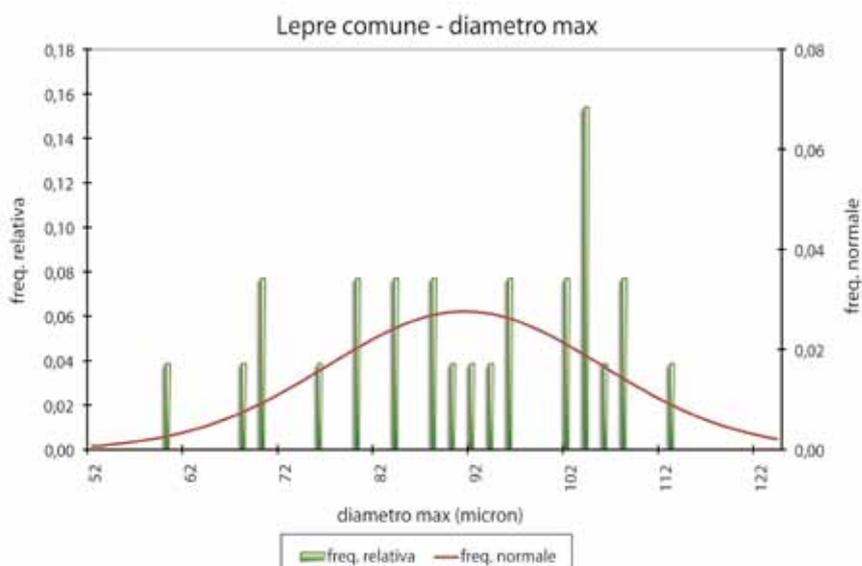


LEPRE COMUNE - *Lepus europaeus*

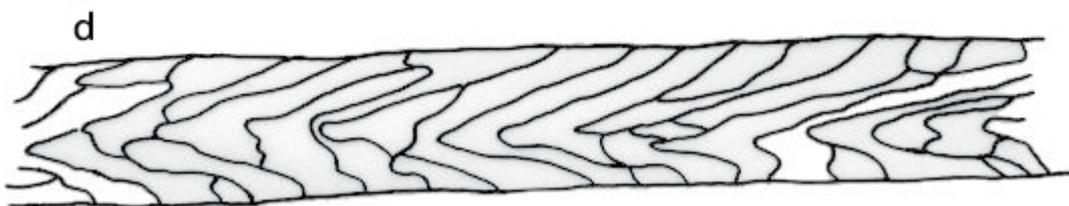
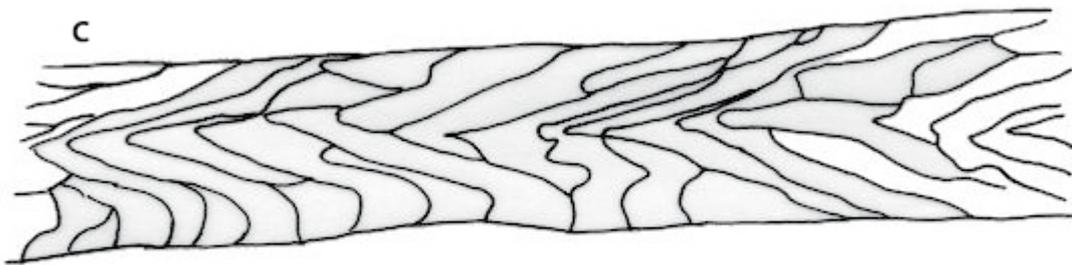
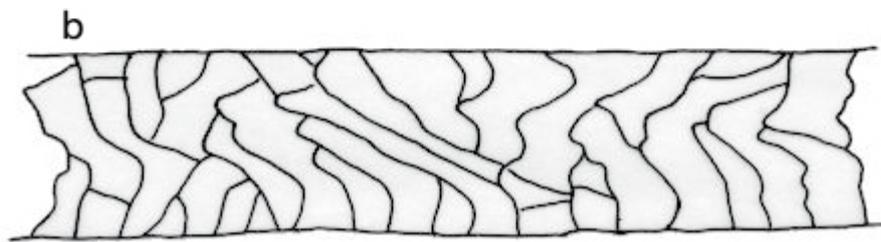
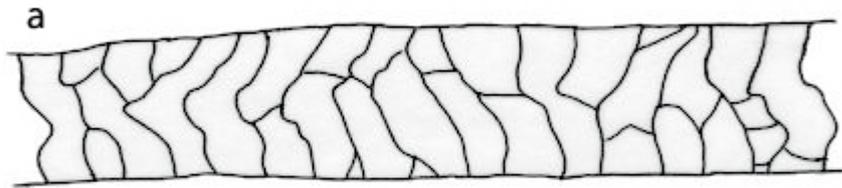
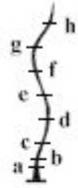


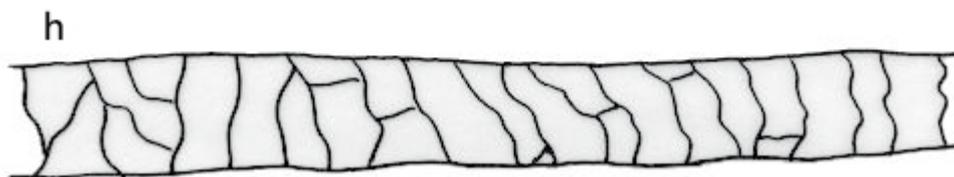
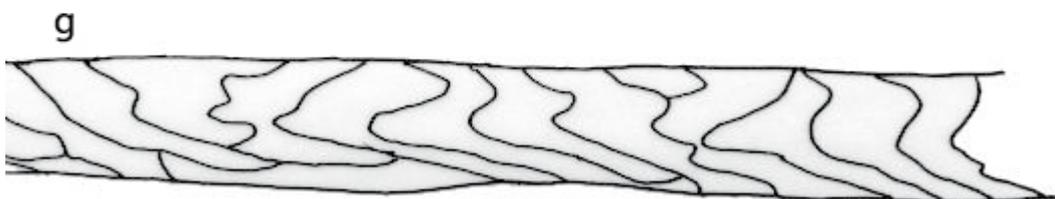
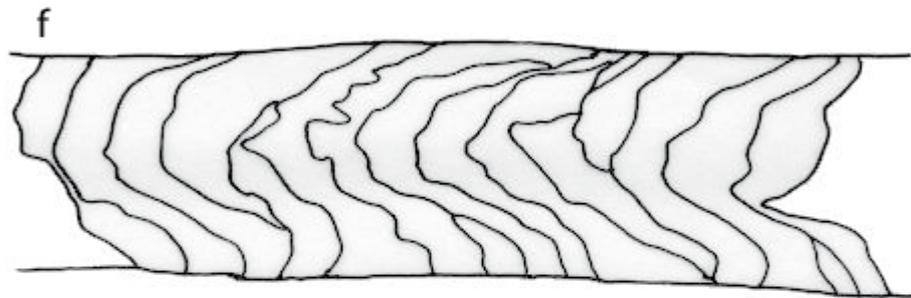
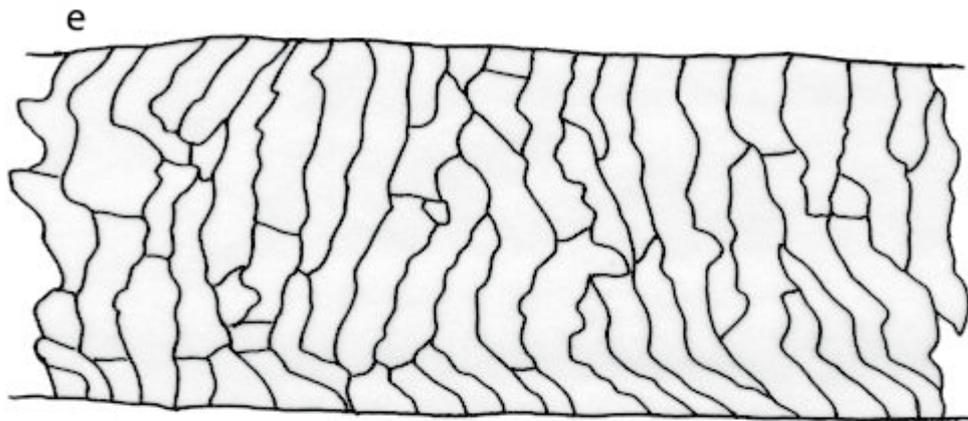


LEPRE COMUNE		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	91,19	43,76
Errore standard	2,83	1,46
Mediana	93,00	43,00
Moda	104,00	42,00
Deviazione standard	14,45	7,88
Varianza campionaria	208,80	62,05
Curtosi	-0,71	1,69
Asimmetria	-0,50	0,19
Intervallo	53,00	38,00
Minimo	60,00	24,00
Massimo	113,00	62,00
Somma	2371,00	1269,00
Conteggio	26,00	29,00
Livello di confidenza(99,0%)	7,90	4,04

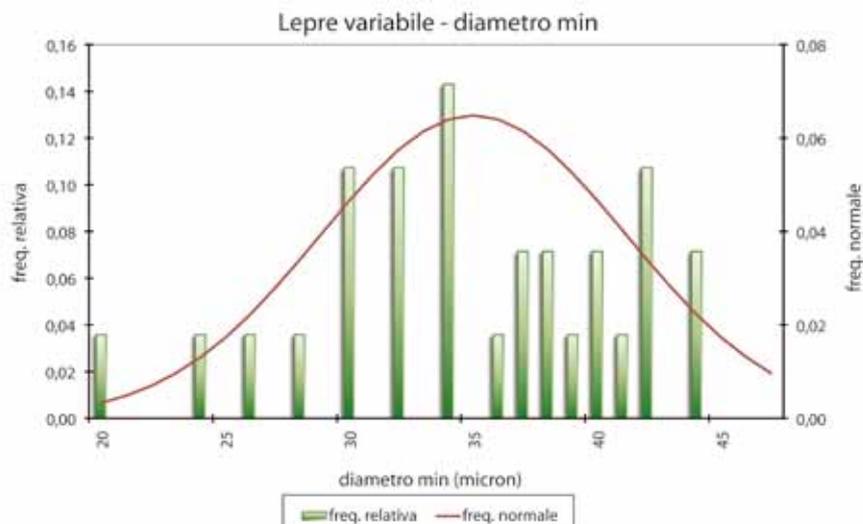
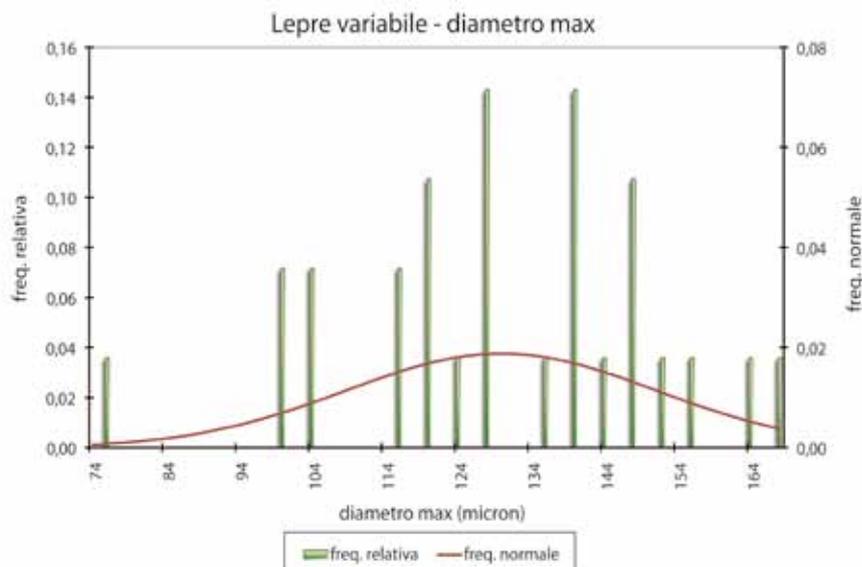


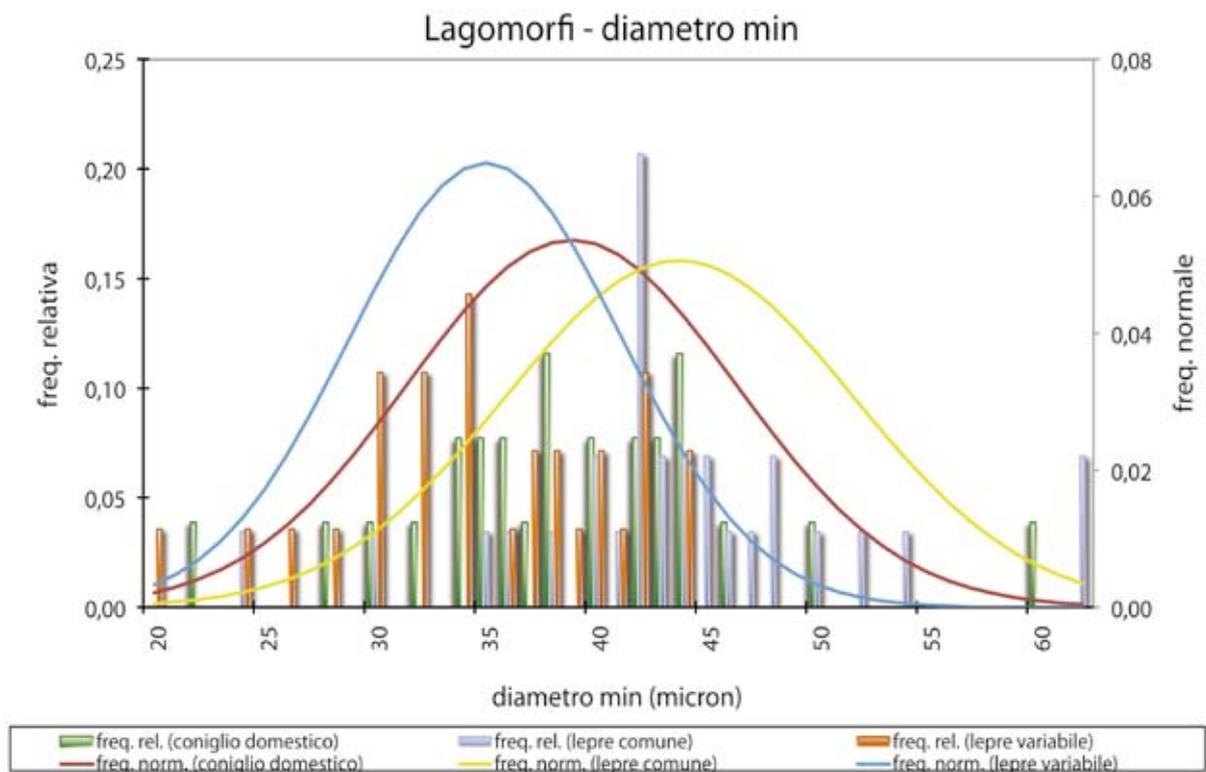
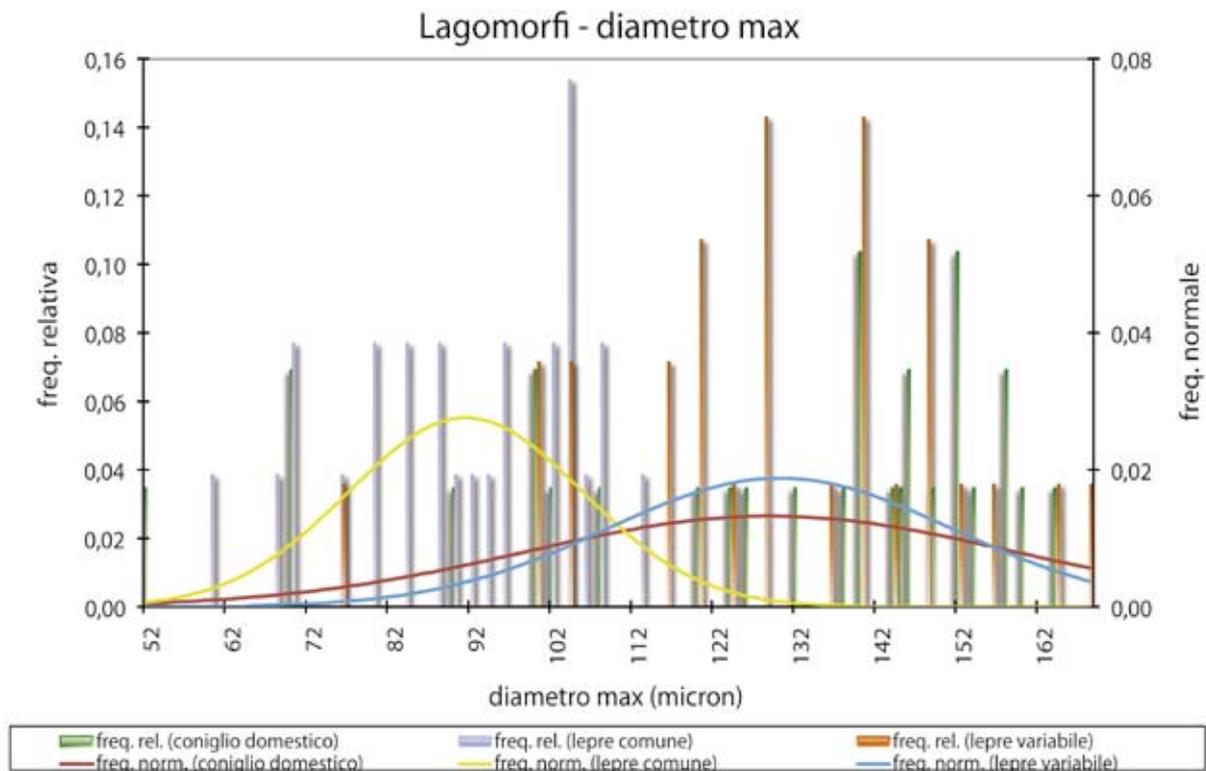
LEPRE VARIABILE - *Lepus timidus*





LEPRE VARIABILE		
	diametro max μm	diametro min μm
Media	129,86	35,00
Errore standard	4,01	1,16
Mediana	128,00	35,00
Moda	128,00	34,00
Deviazione standard	21,24	6,15
Varianza campionaria	450,94	37,78
Curtosi	0,18	-0,13
Asimmetria	-0,43	-0,54
Intervallo	92,00	24,00
Minimo	76,00	20,00
Massimo	168,00	44,00
Somma	3636,00	980,00
Conteggio	28,00	28,00
Livello di confidenza(99,0%)	11,12	3,22

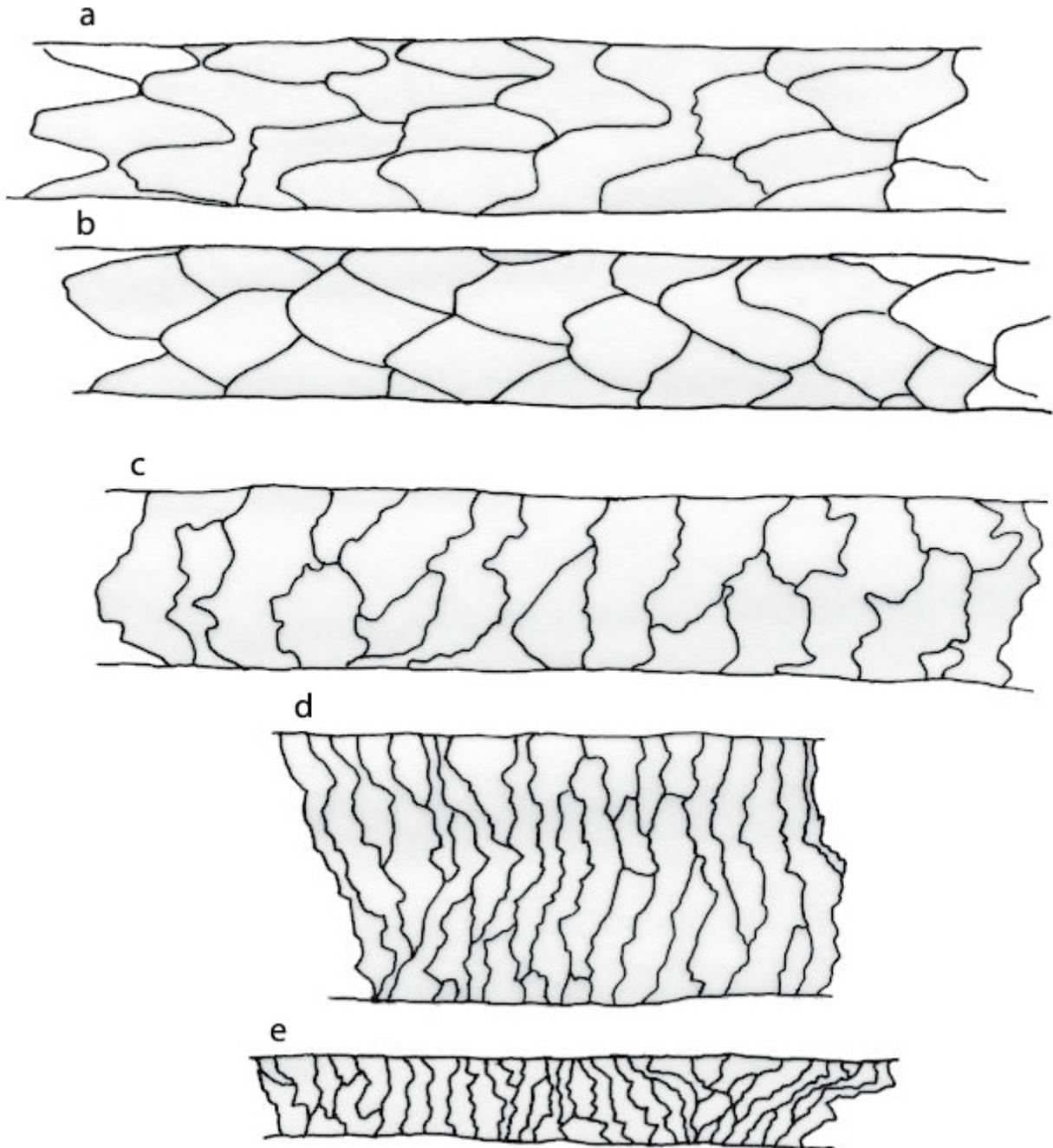
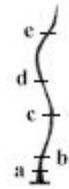




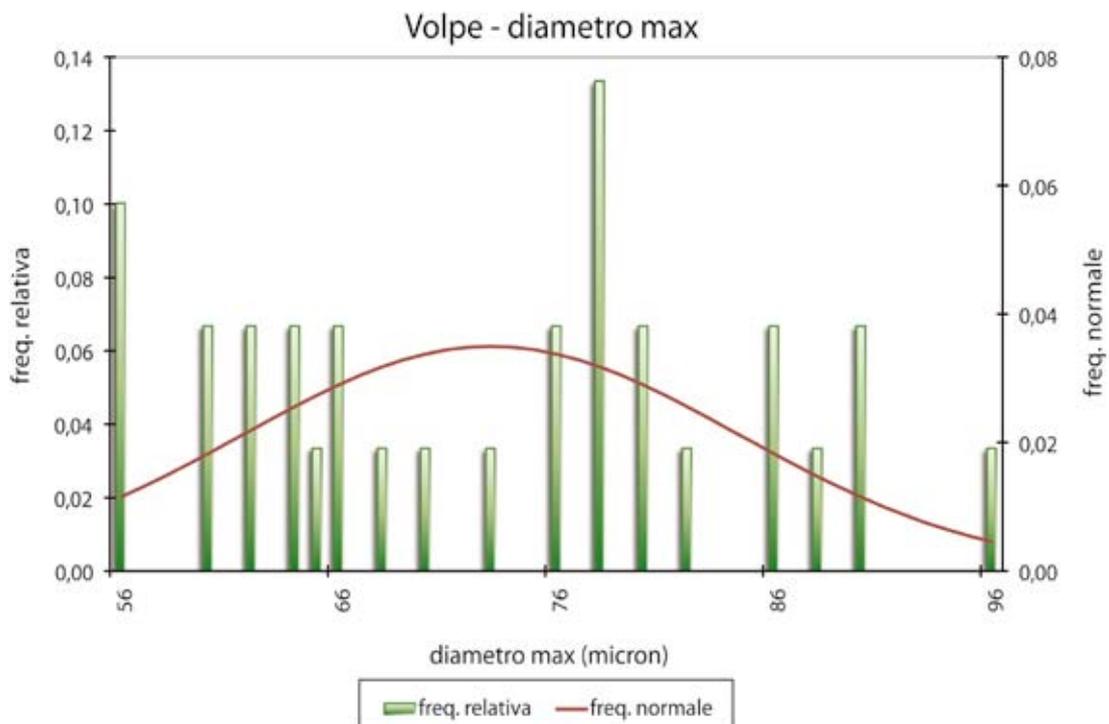


**Scaglie a petalo di diamante
largo nella parte prossimale**

VOLPE - *Vulpes vulpes*



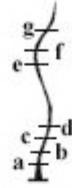
VOLPE	
diametro max μm	
Media	73,00
Errore standard	2,08
Mediana	74,50
Moda	78,00
Deviazione standard	11,40
Varianza campionaria	130,07
Curtosi	-1,01
Asimmetria	0,18
Intervallo	40,00
Minimo	56,00
Massimo	96,00
Somma	2190,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	5,74



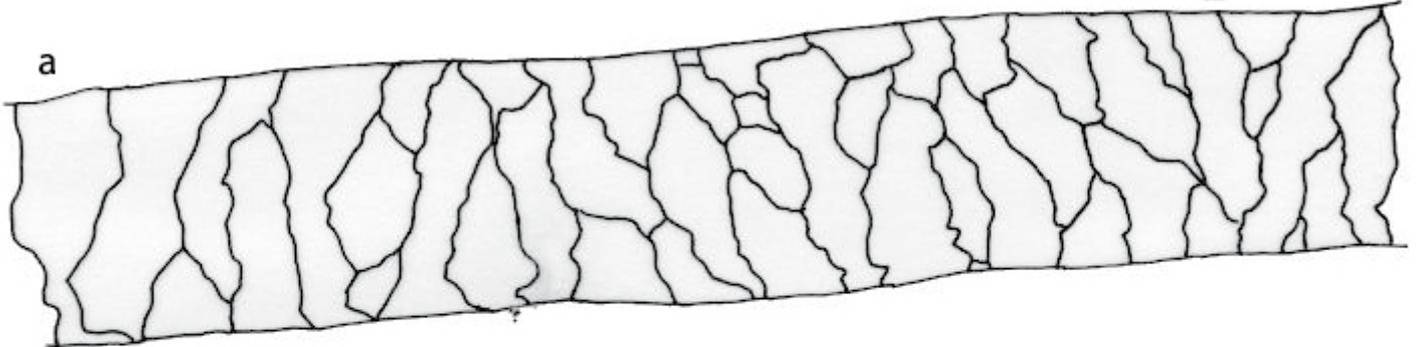


**Scaglie a petalo di diamante
stretto nella parte prossimale**

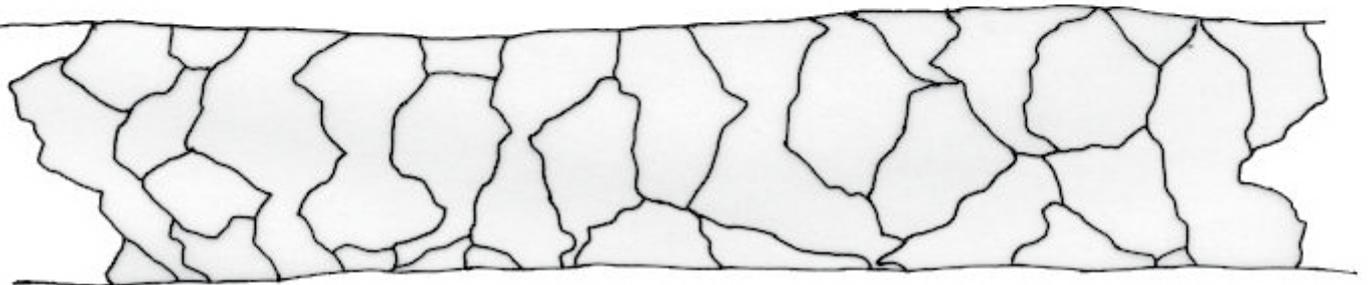
PASTORE TEDESCO - *Canis lupus familiaris*



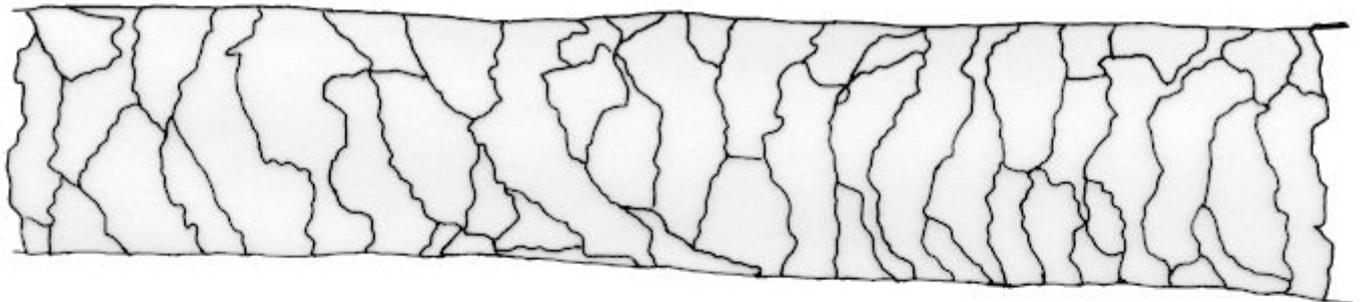
a



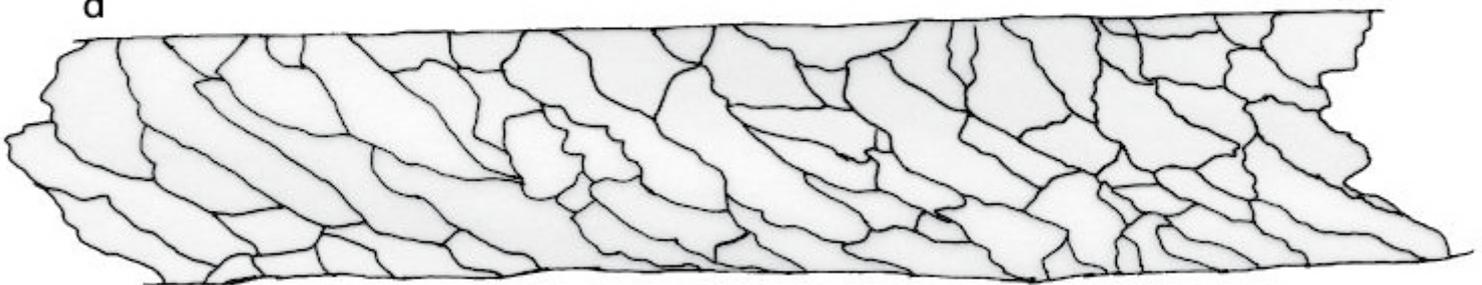
b



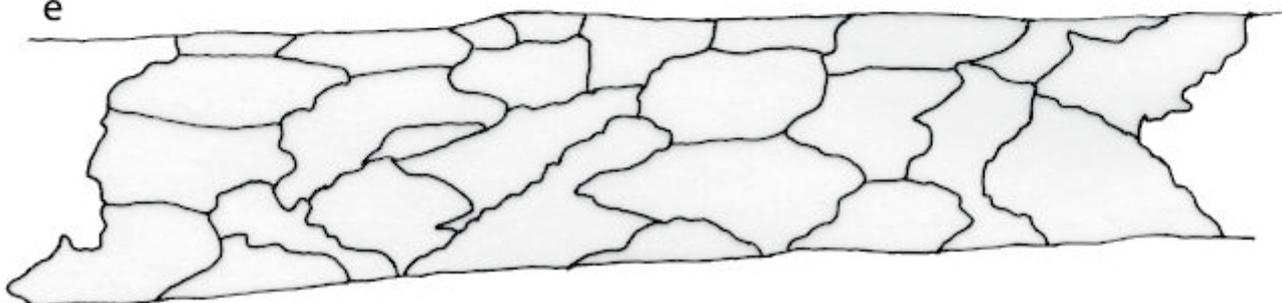
c



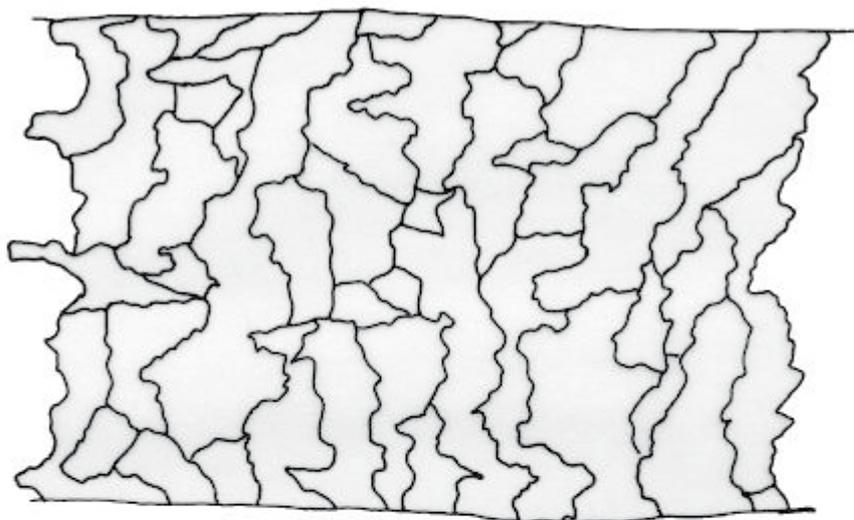
d



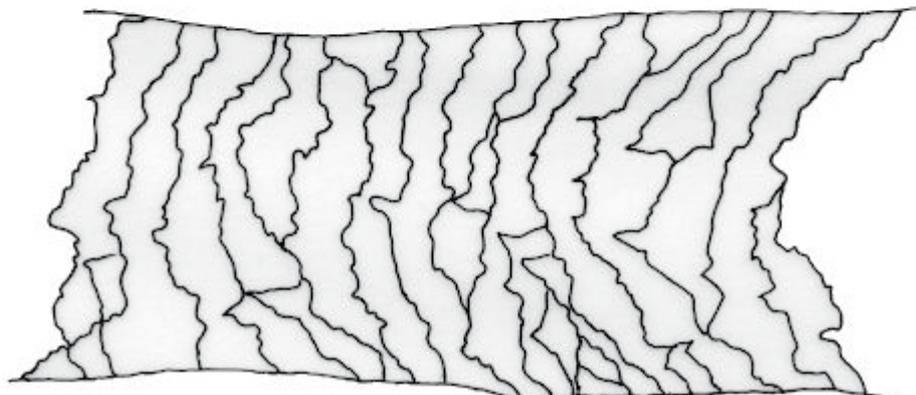
e



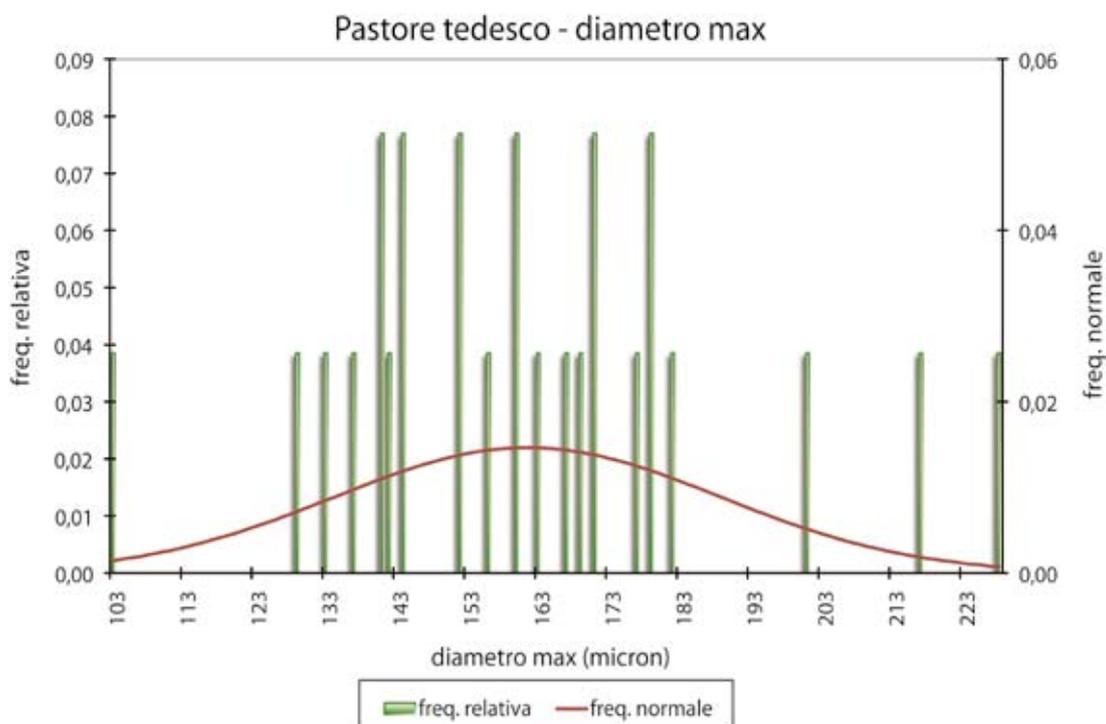
f



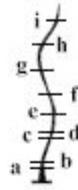
g



PASTORE TEDESCO	
diametro max μm	
Media	161,46
Errore standard	5,34
Mediana	160,00
Moda	141,00
Deviazione standard	27,24
Varianza campionaria	741,78
Curtosi	0,90
Asimmetria	0,52
Intervallo	125,00
Minimo	103,00
Massimo	228,00
Somma	4198,00
Conteggio	26,00
Livello di confidenza(99,0%)	14,89



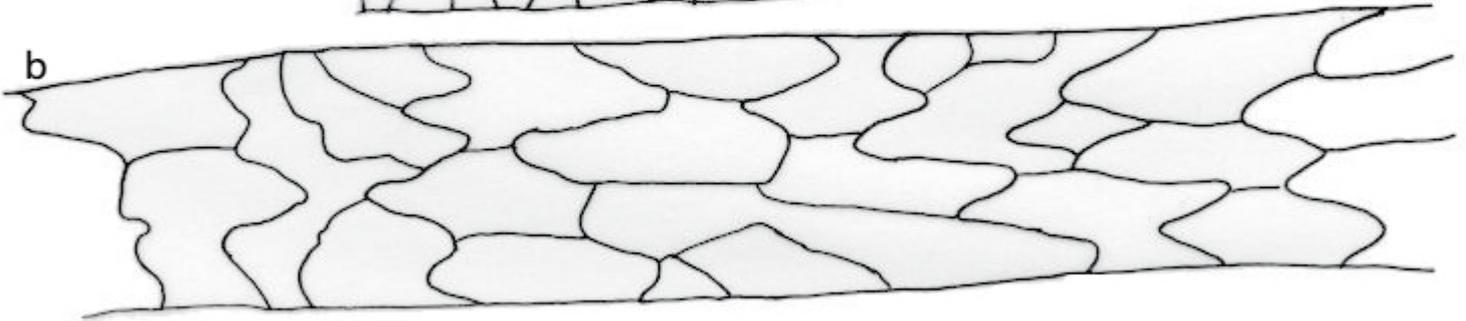
SIBERIAN HUSKY - *Canis lupus familiaris*



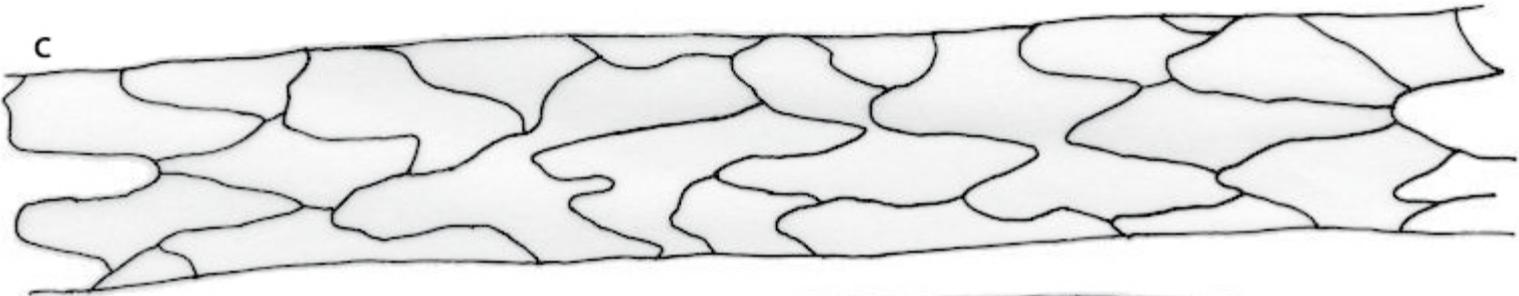
a



b



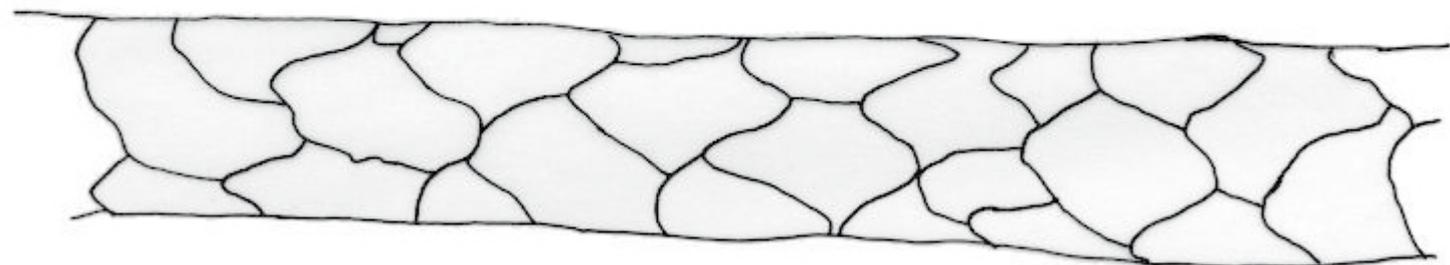
c



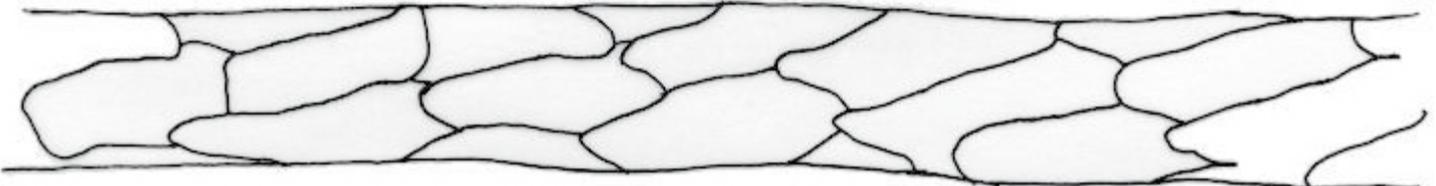
d

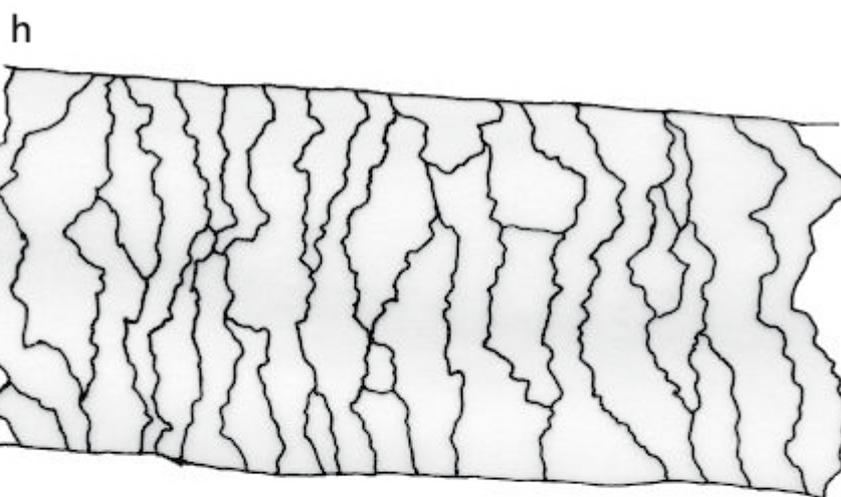
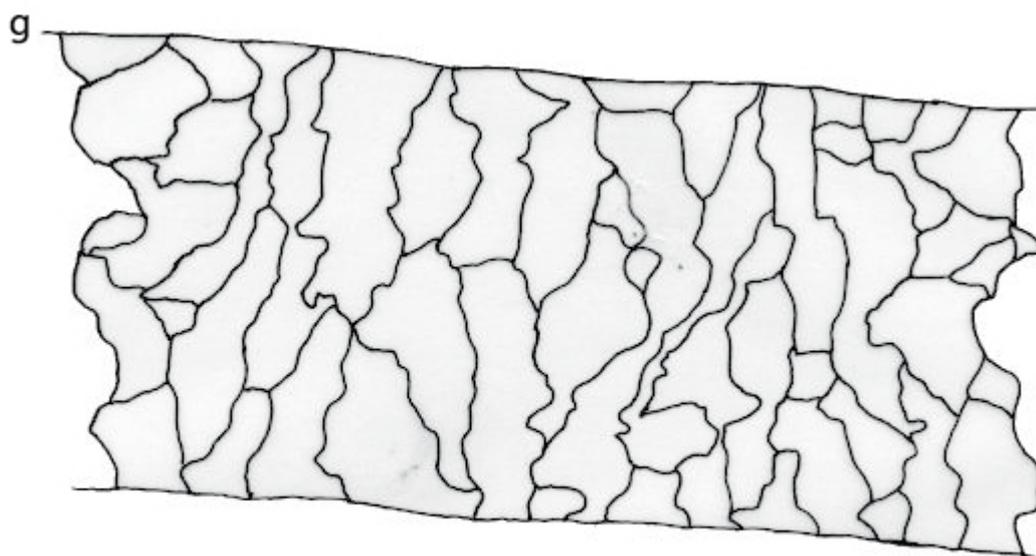


e

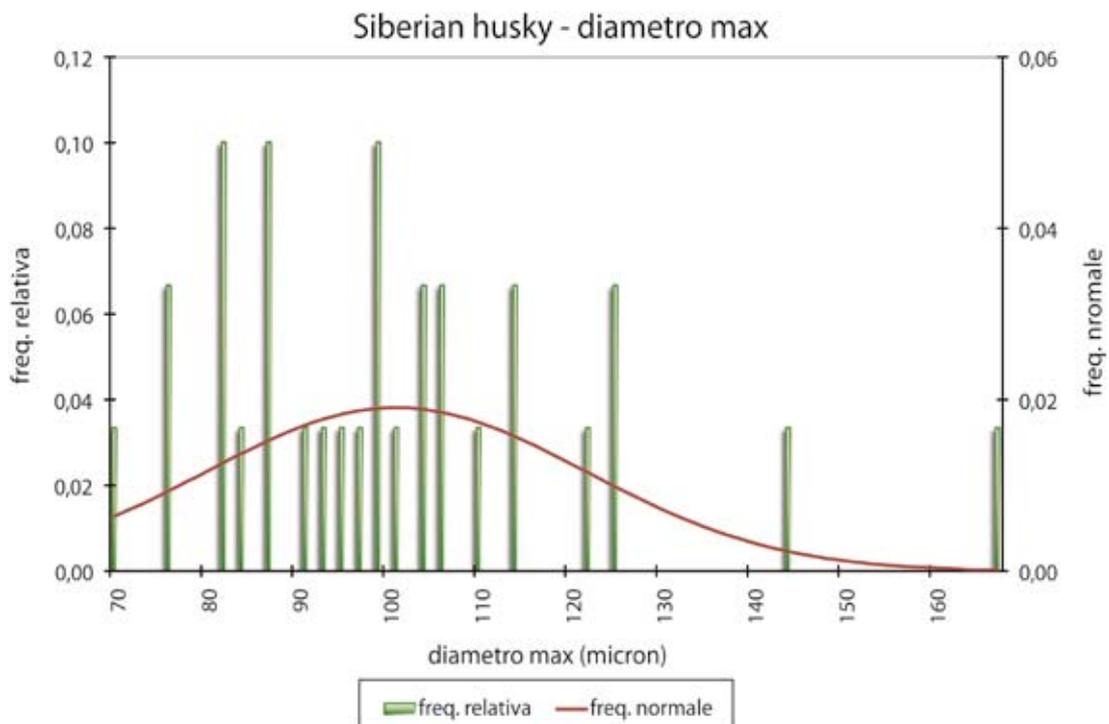


f

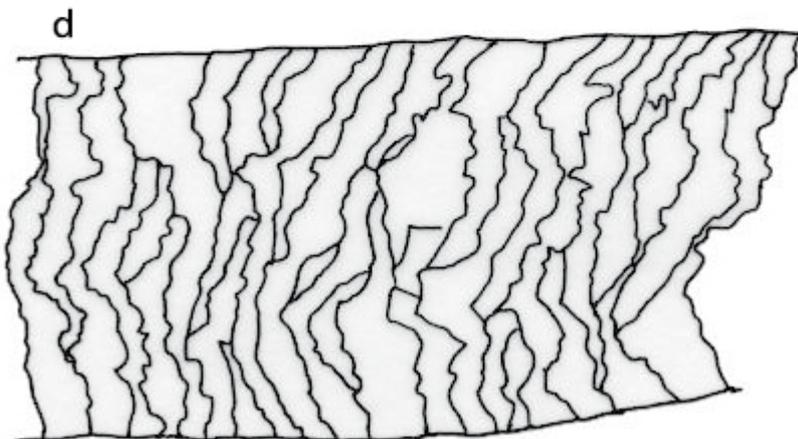
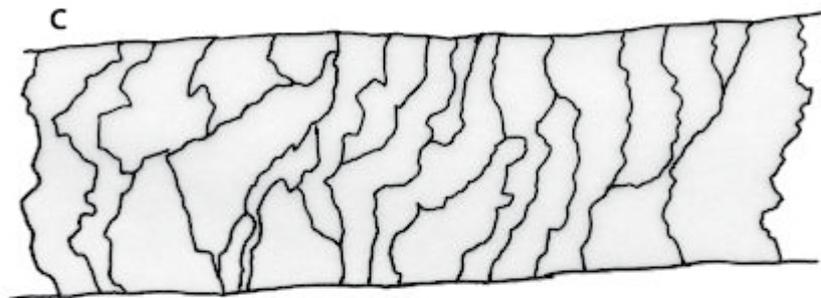
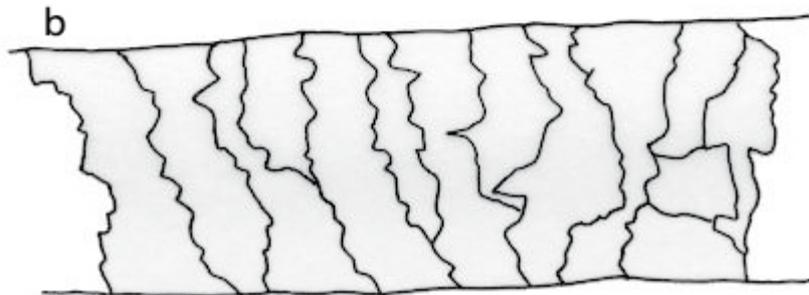
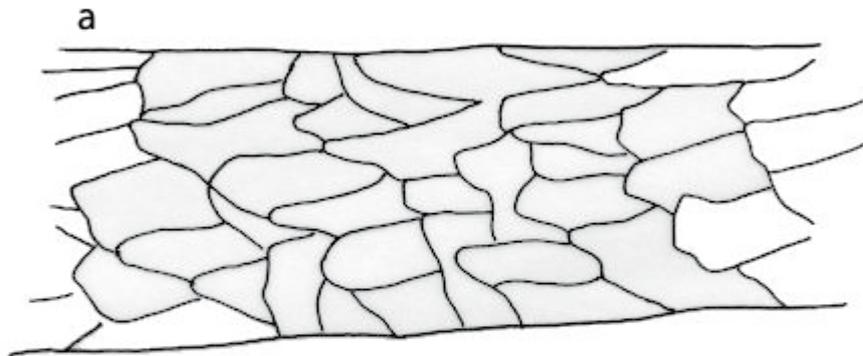
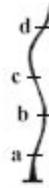




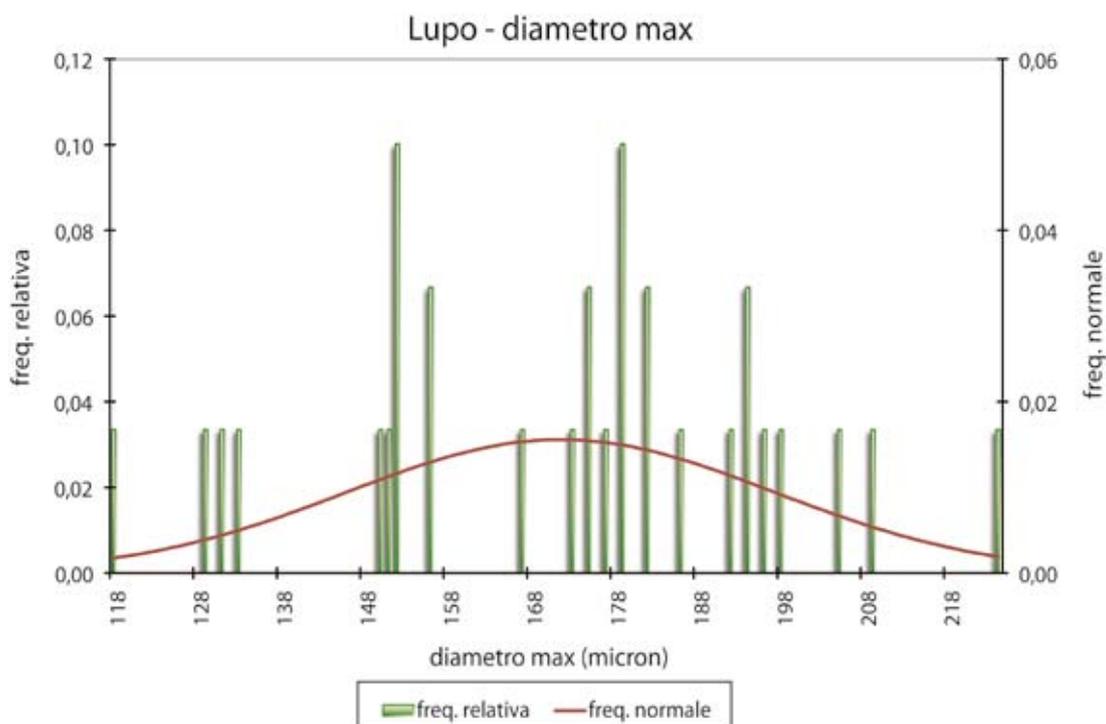
SIBERIAN HUSKY	
diametro max μm	
Media	100,93
Errore standard	3,82
Mediana	99,00
Moda	82,00
Deviazione standard	20,91
Varianza campionaria	437,37
Curtosi	2,36
Asimmetria	1,27
Intervallo	97,00
Minimo	70,00
Massimo	167,00
Somma	3028,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	10,52



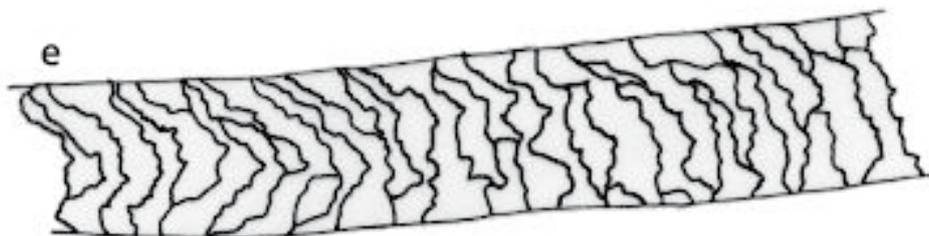
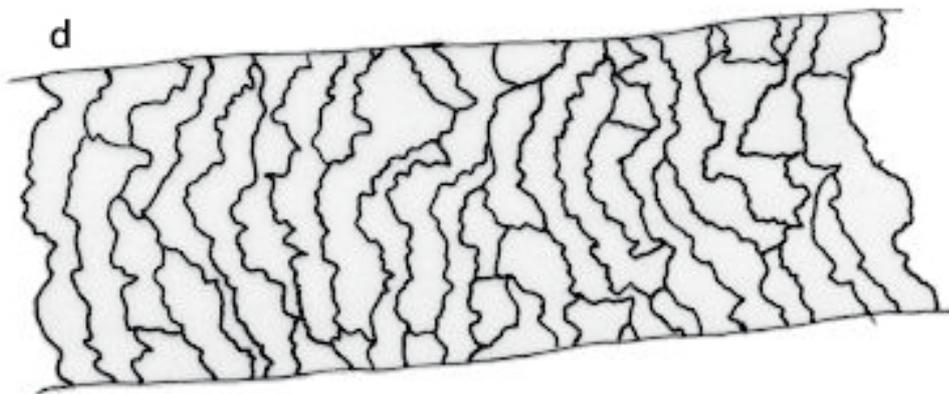
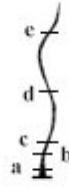
LUPO - *Canis lupus lupus*



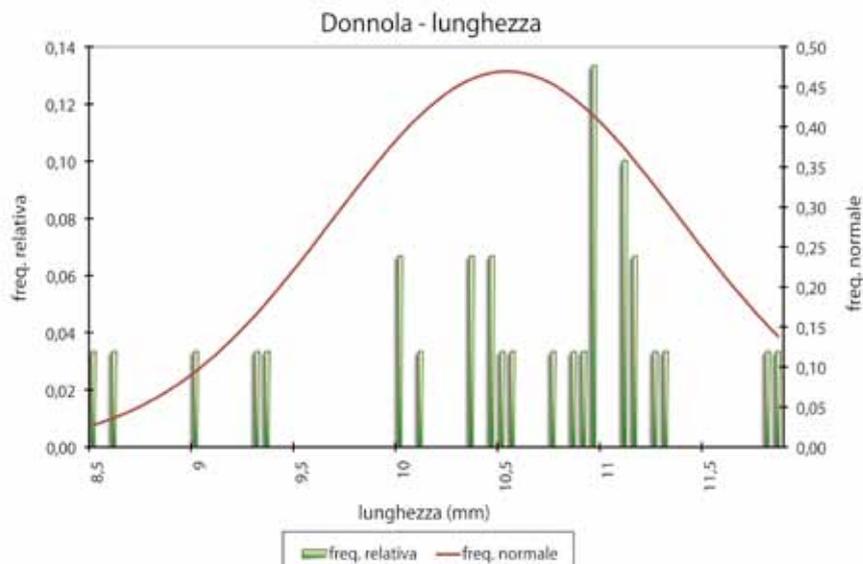
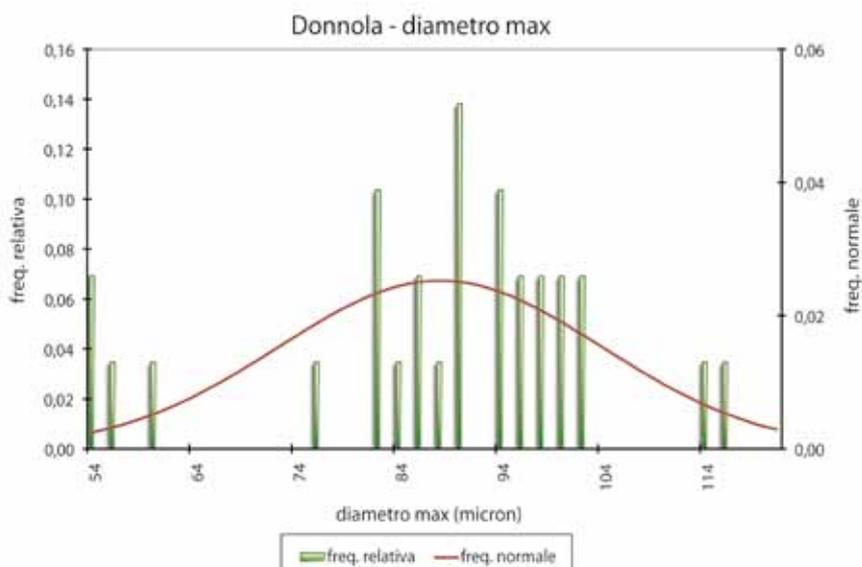
LUPO	
diametro max μm	
Media	171,53
Errore standard	4,67
Mediana	176,00
Moda	152,00
Deviazione standard	25,59
Varianza campionaria	654,88
Curtosi	-0,39
Asimmetria	-0,21
Intervallo	106,00
Minimo	118,00
Massimo	224,00
Somma	5146,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	12,88



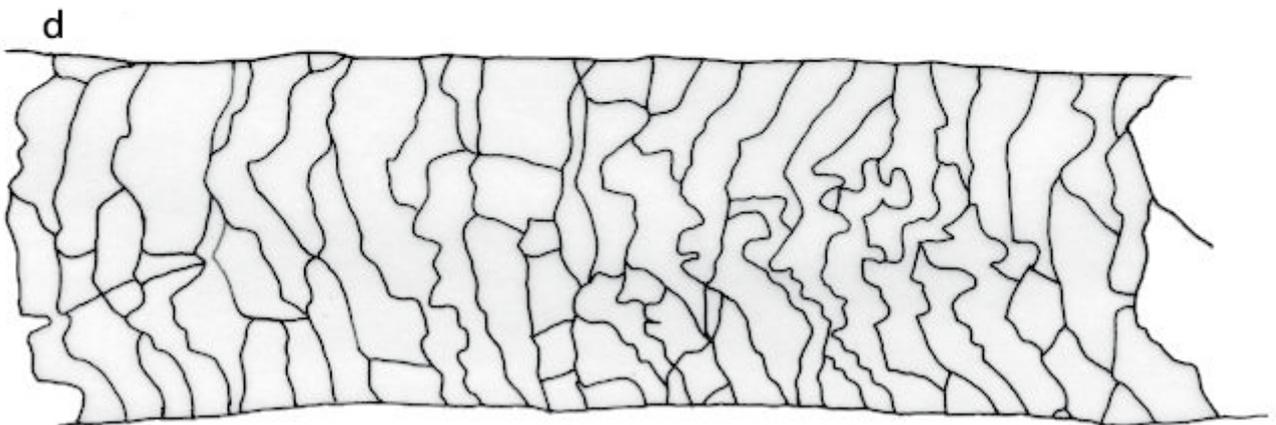
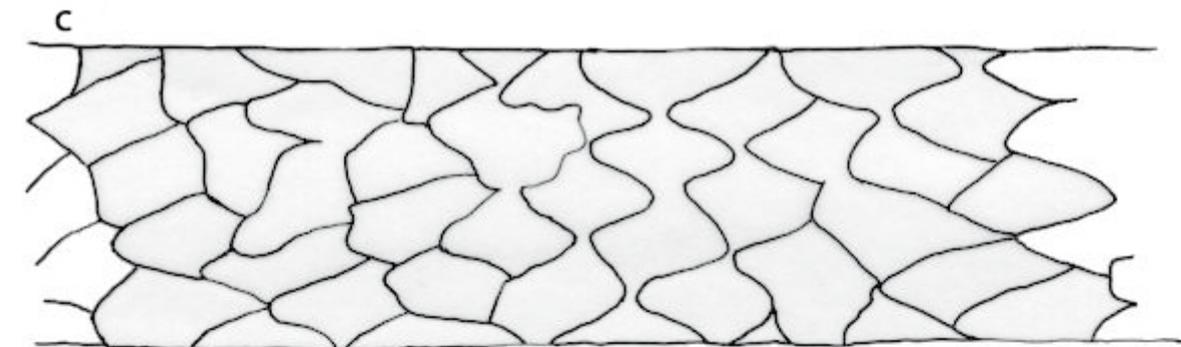
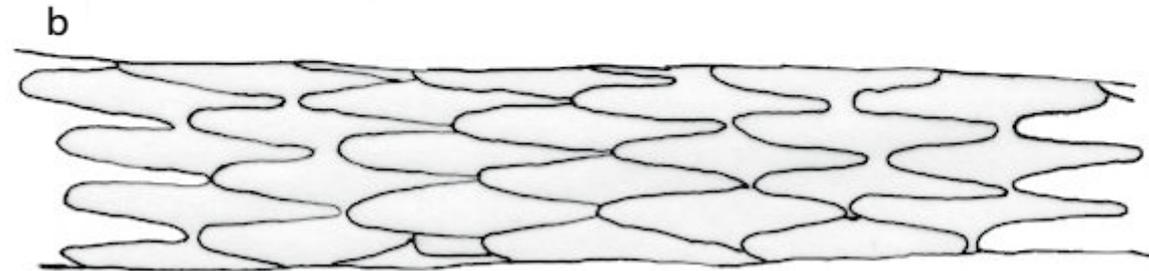
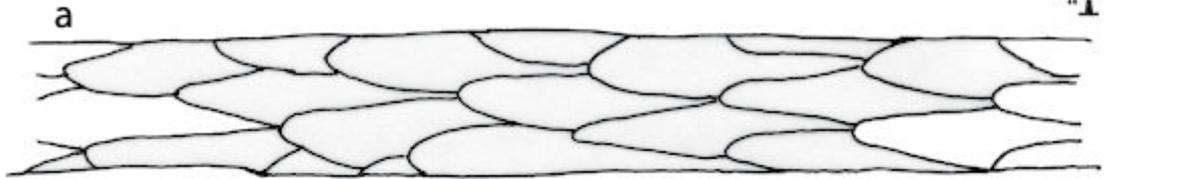
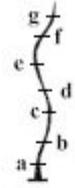
DONNOLA - *Mustela nivalis*

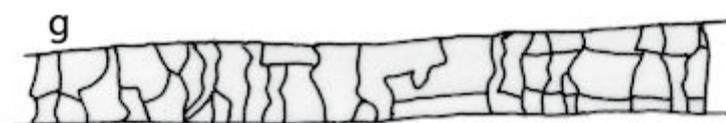
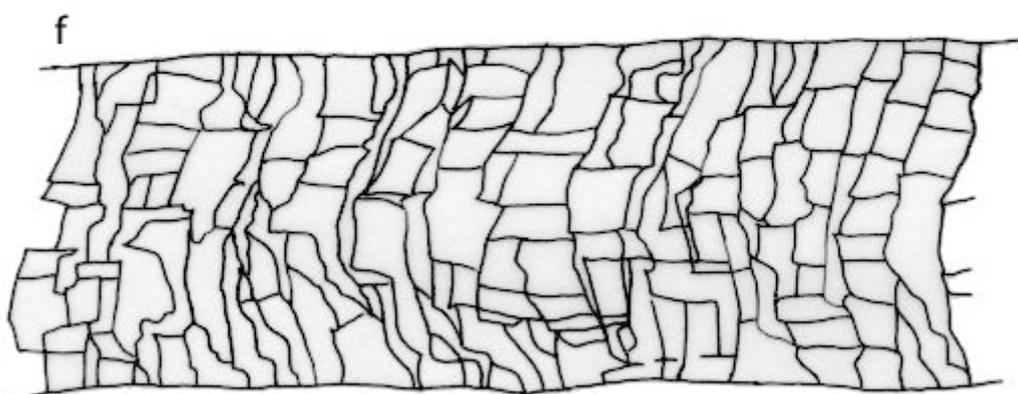
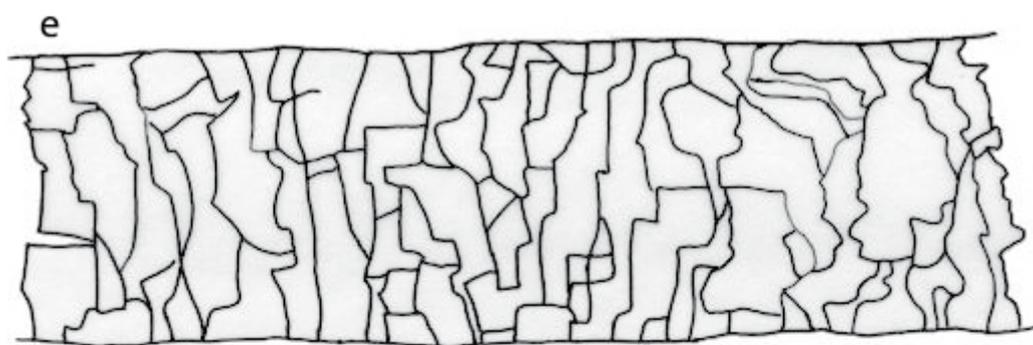


DONNOLA		
	diametro max μm	lunghezza mm
Media	88,07	10,52
Errore standard	2,93	0,16
Mediana	90,00	10,80
Moda	90,00	10,95
Deviazione standard	15,80	0,85
Varianza campionaria	249,57	0,73
Curtosi	0,63	0,43
Asimmetria	-0,83	-0,94
Intervallo	62,00	3,35
Minimo	54,00	8,50
Massimo	116,00	11,85
Somma	2554,00	315,60
Conteggio	29,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	8,11	0,43

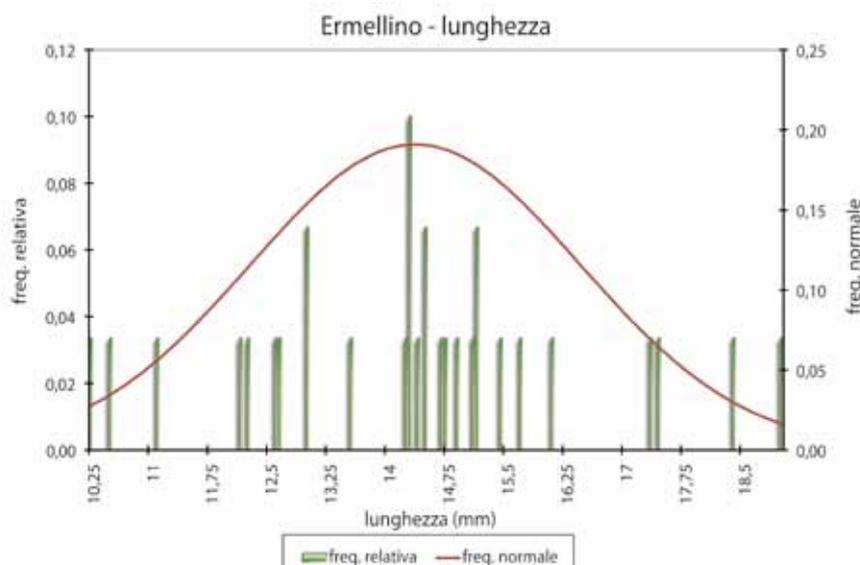
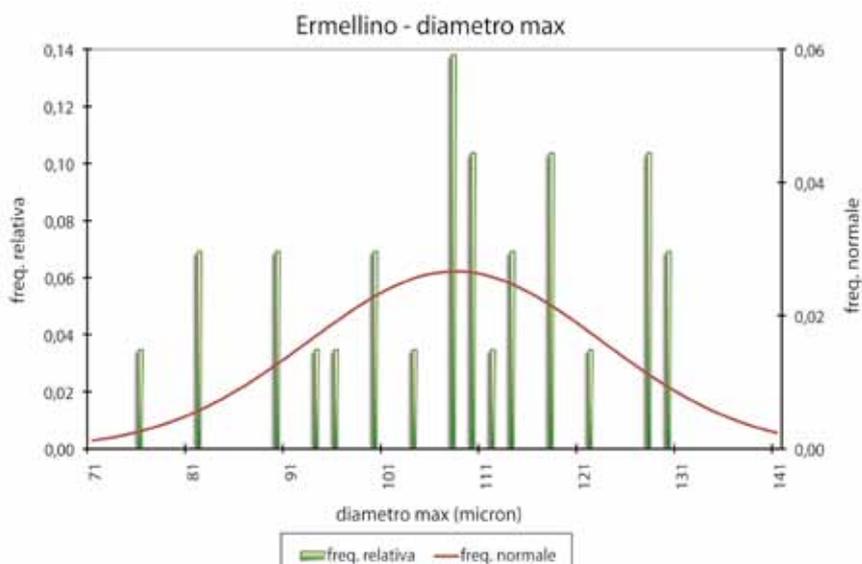


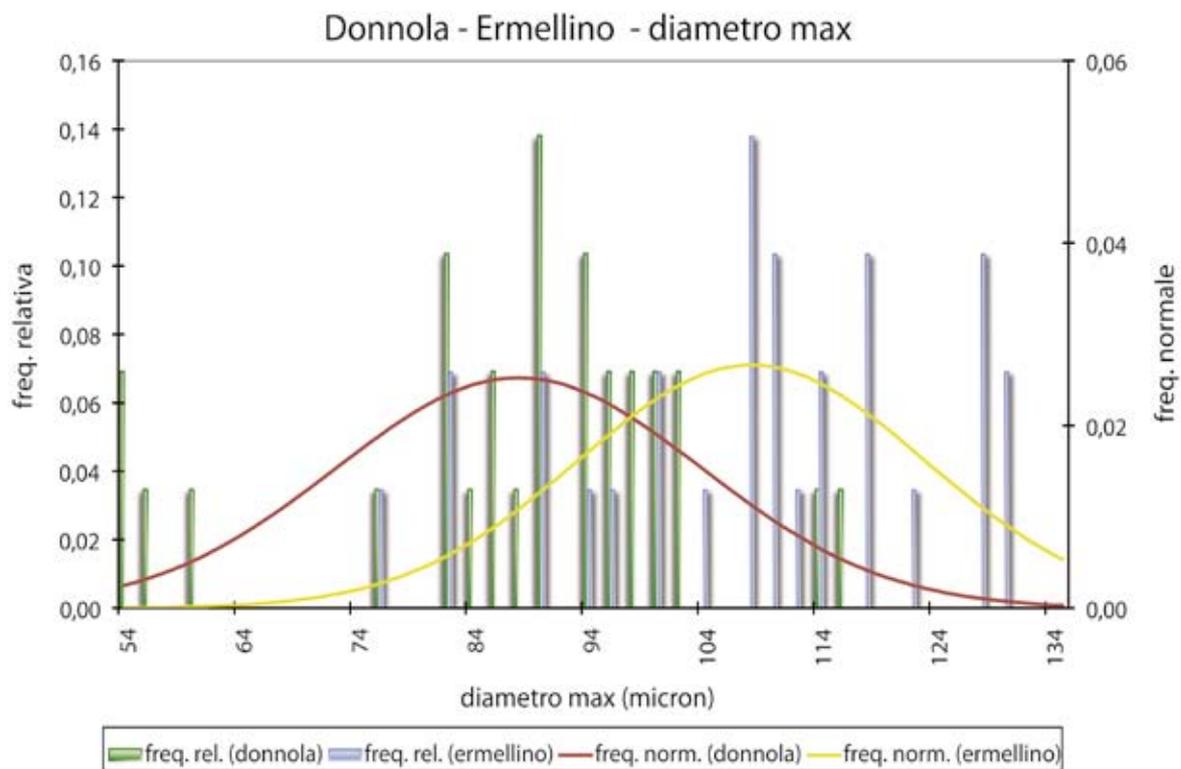
ERMELLINO - *Mustela erminea*



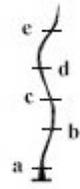


ERMELLINO		
	diametro max μm	lunghezza mm
Media	108,14	14,36
Errore standard	2,78	0,38
Mediana	110,00	14,45
Moda	108,00	14,30
Deviazione standard	14,97	2,09
Varianza campionaria	223,98	4,38
Curtosi	-0,46	0,22
Asimmetria	-0,41	0,14
Intervallo	54,00	8,75
Minimo	76,00	10,25
Massimo	130,00	19,00
Somma	3136,00	430,80
Conteggio	29,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	7,68	1,05

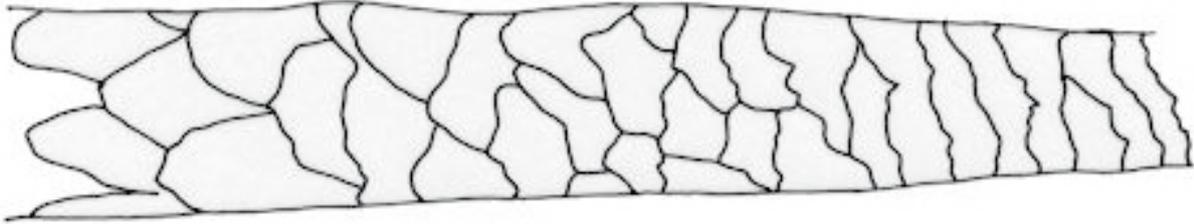




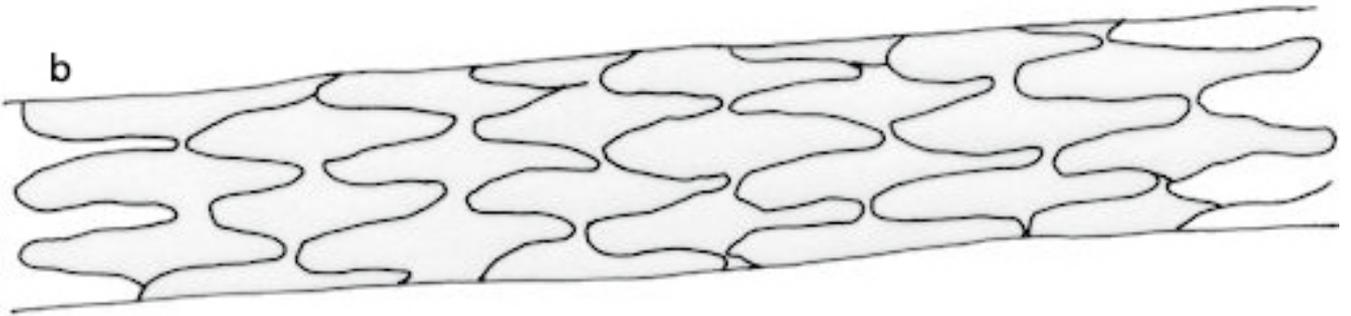
LONTRA - *Lutra lutra*



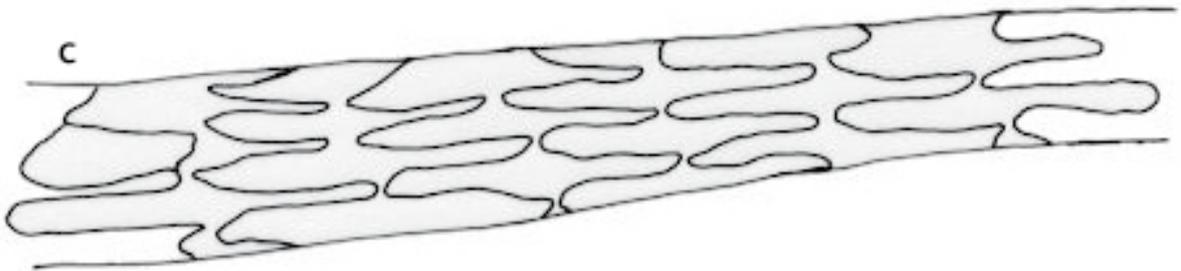
a



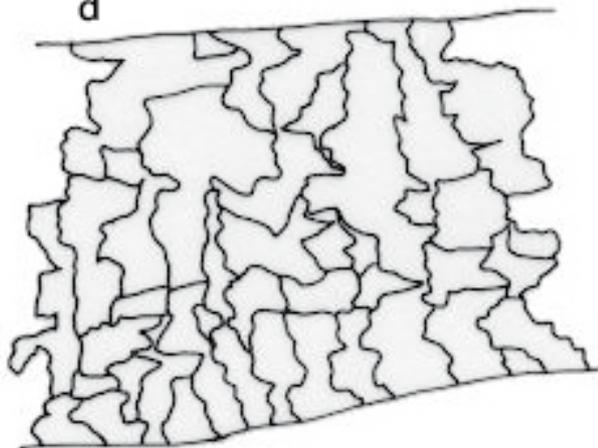
b

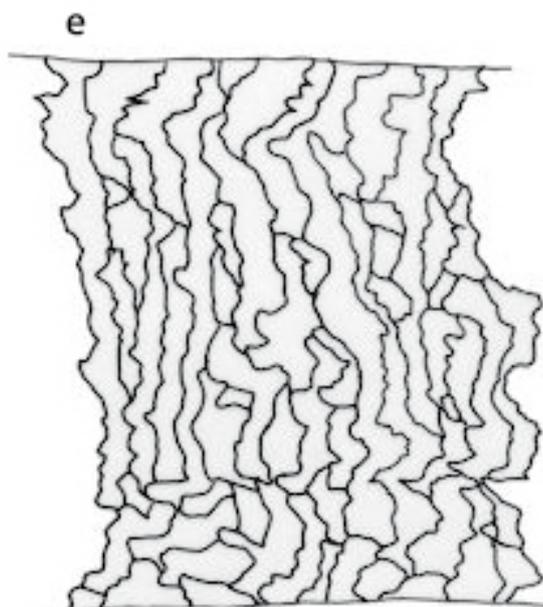


c

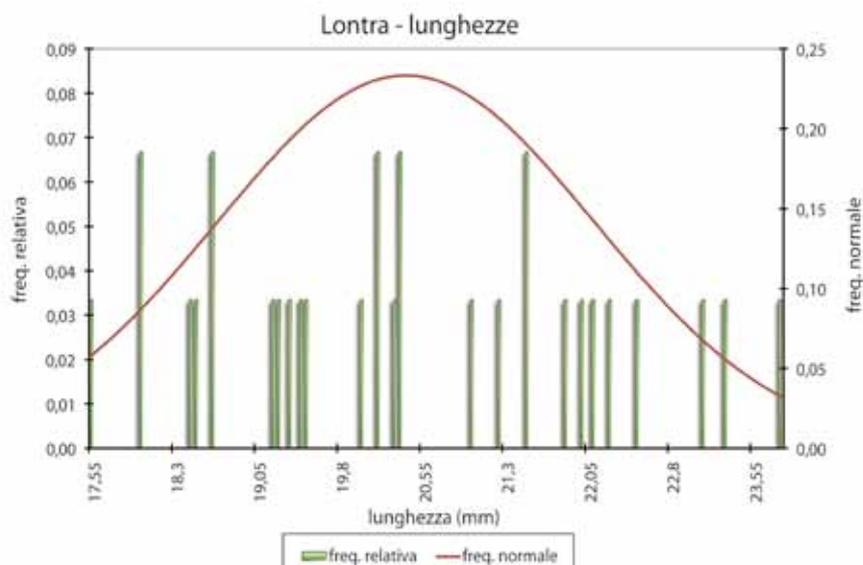
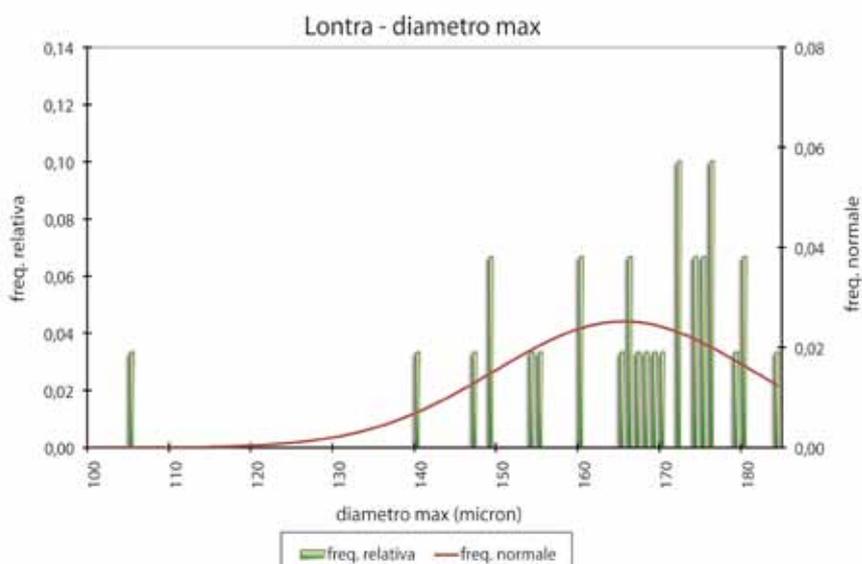


d

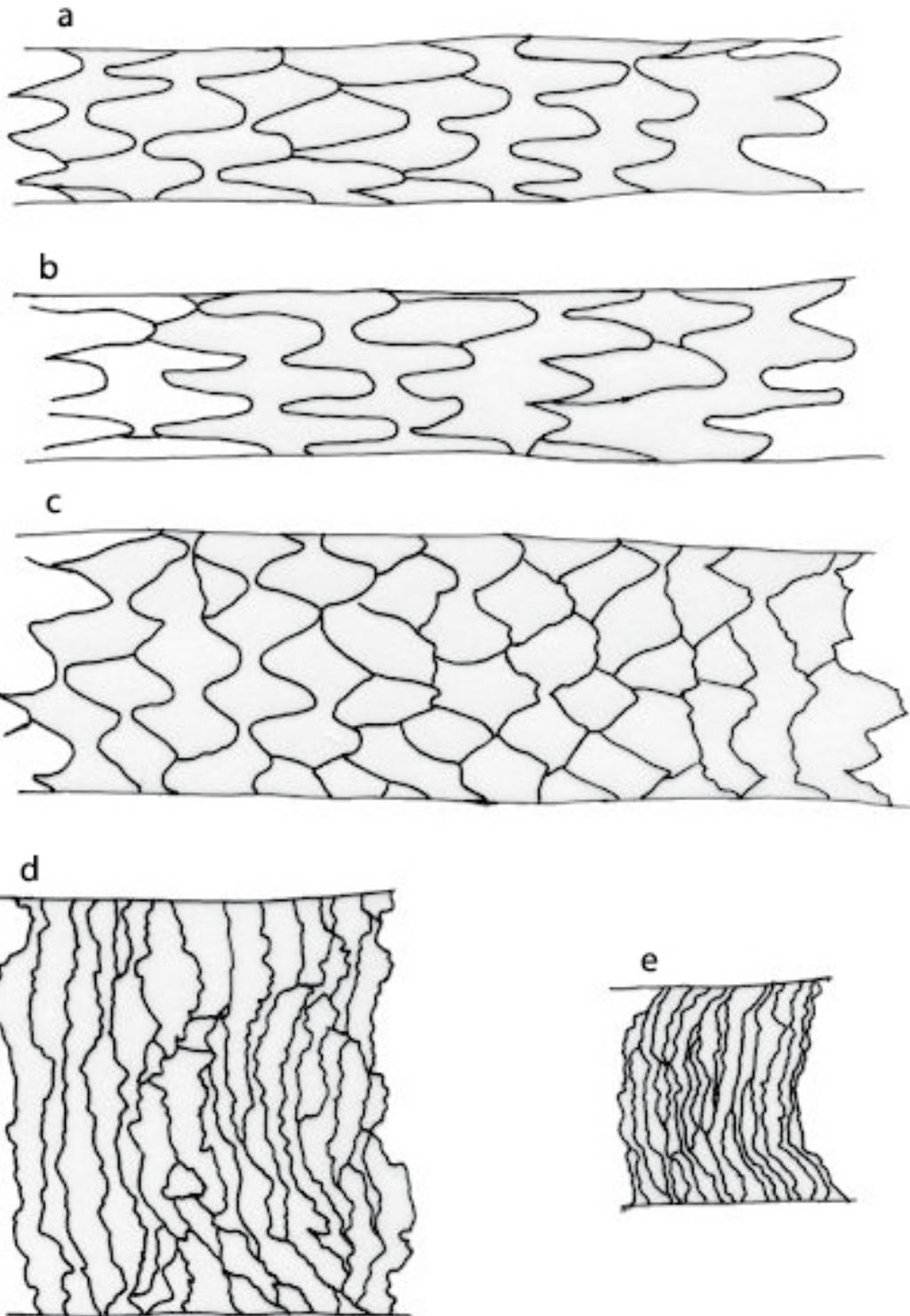




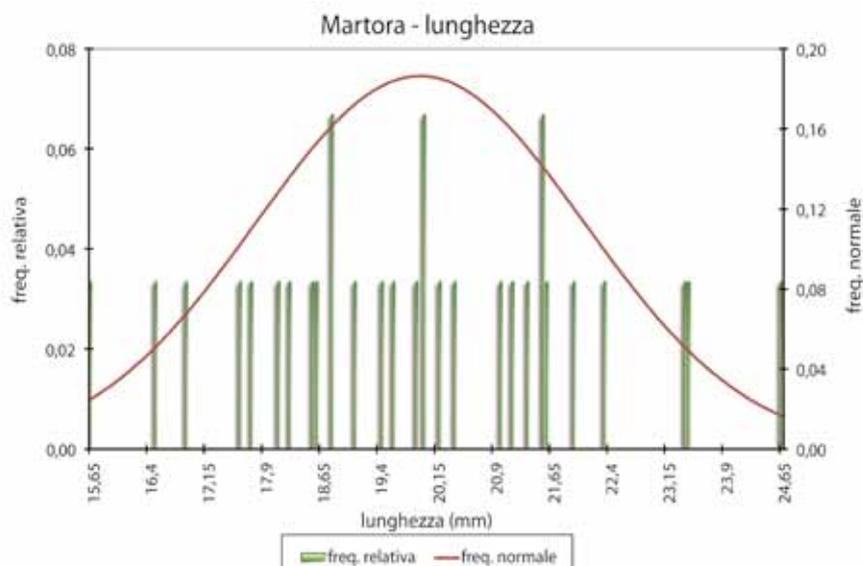
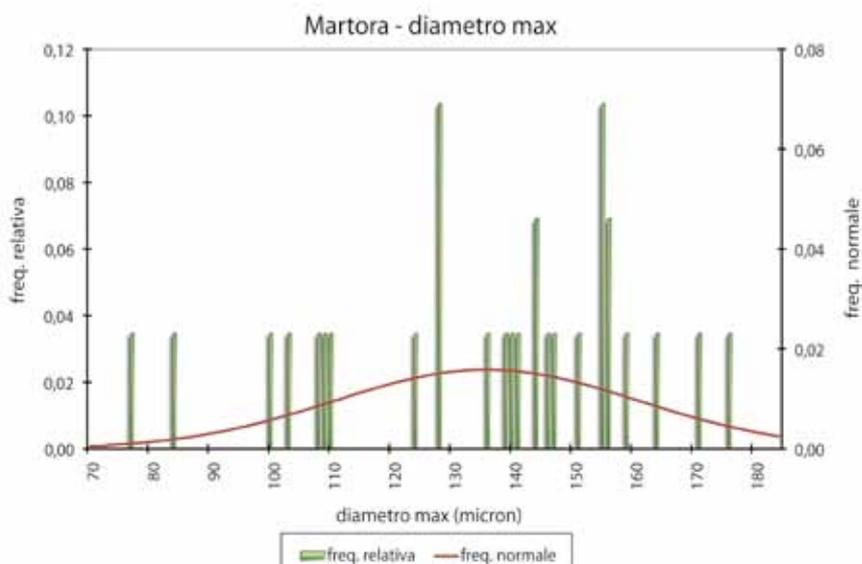
LONTRA		
	diametro max μm	lunghezza mm
Media	165,17	20,40
Errore standard	2,89	0,31
Mediana	169,50	20,23
Moda	172,00	18,00
Deviazione standard	15,83	1,71
Varianza campionaria	250,56	2,94
Curtosi	6,20	-0,90
Asimmetria	-2,11	0,24
Intervallo	79,00	6,25
Minimo	105,00	17,55
Massimo	184,00	23,80
Somma	4955,00	612,00
Conteggio	30,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	7,97	0,86

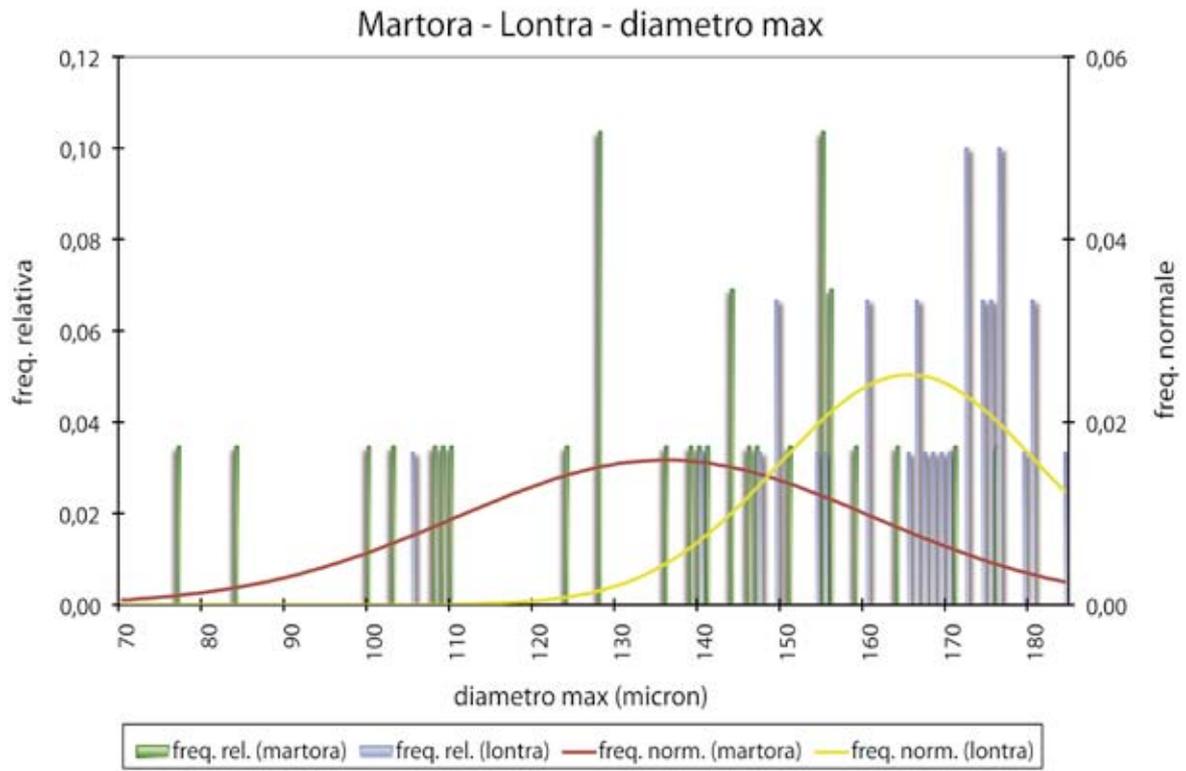


MARTES - *Martes martes*

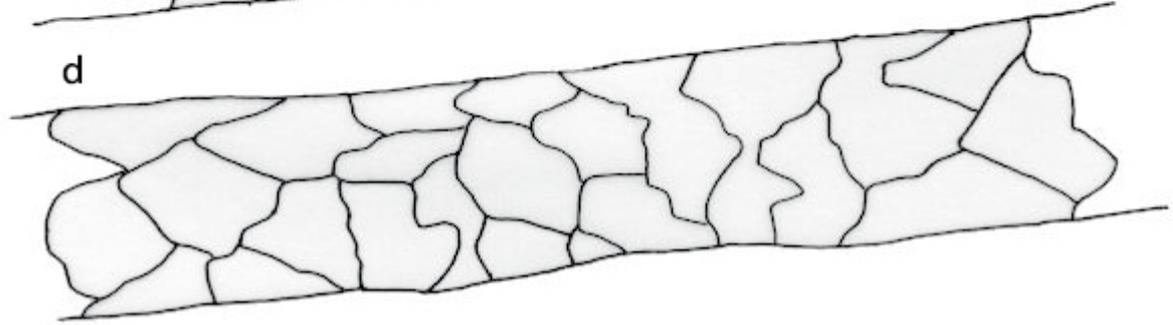
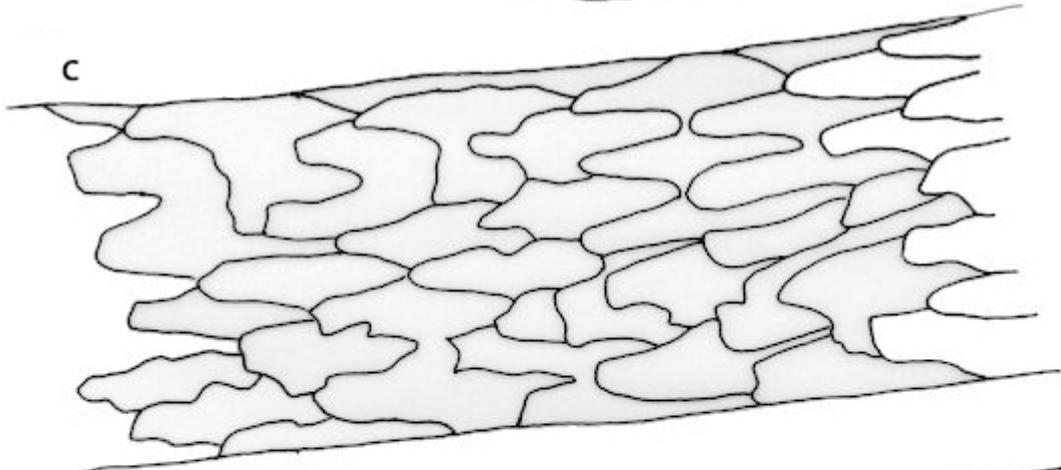
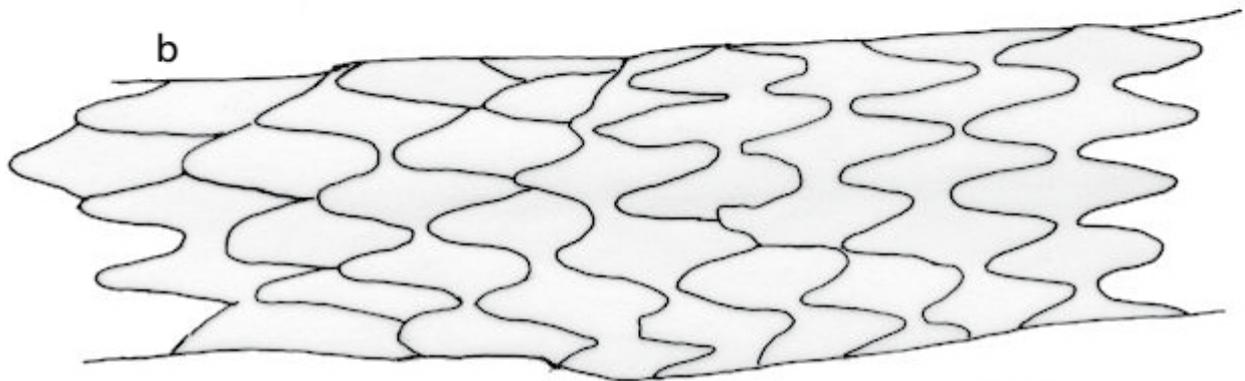
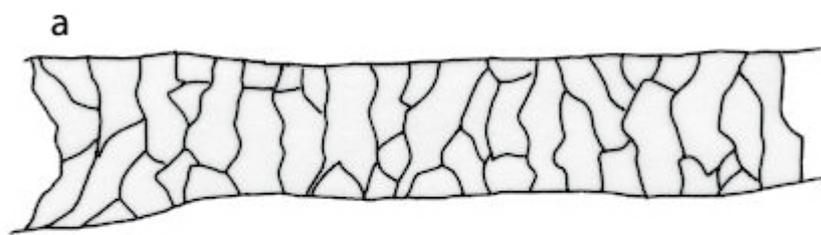
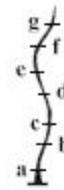


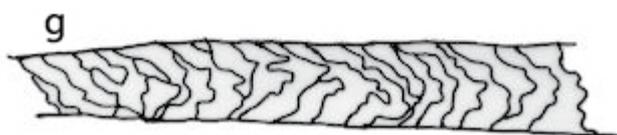
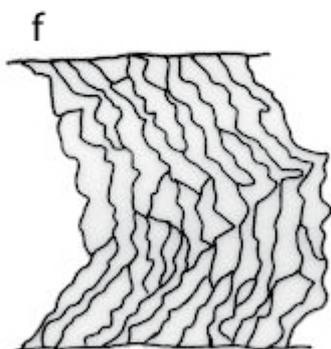
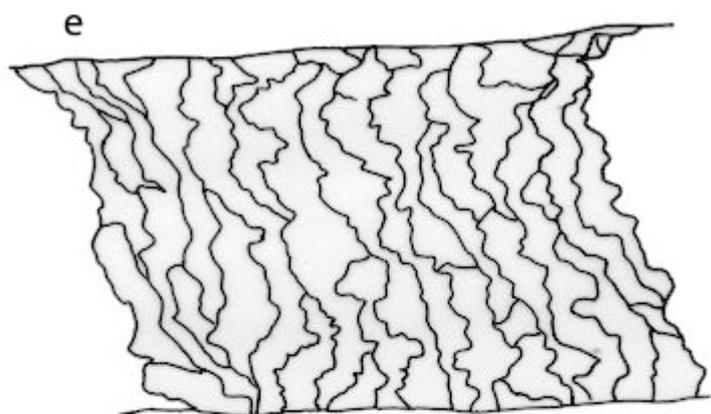
MARTORA		
	diametro max μm	lunghezza mm
Media	135,66	19,94
Errore standard	4,67	0,39
Mediana	141,00	19,95
Moda	128,00	18,80
Deviazione standard	25,17	2,14
Varianza campionaria	633,45	4,57
Curtosi	-0,12	-0,26
Asimmetria	-0,69	0,15
Intervallo	99,00	9,00
Minimo	77,00	15,65
Massimo	176,00	24,65
Somma	3934,00	598,15
Conteggio	29,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	12,91	1,08



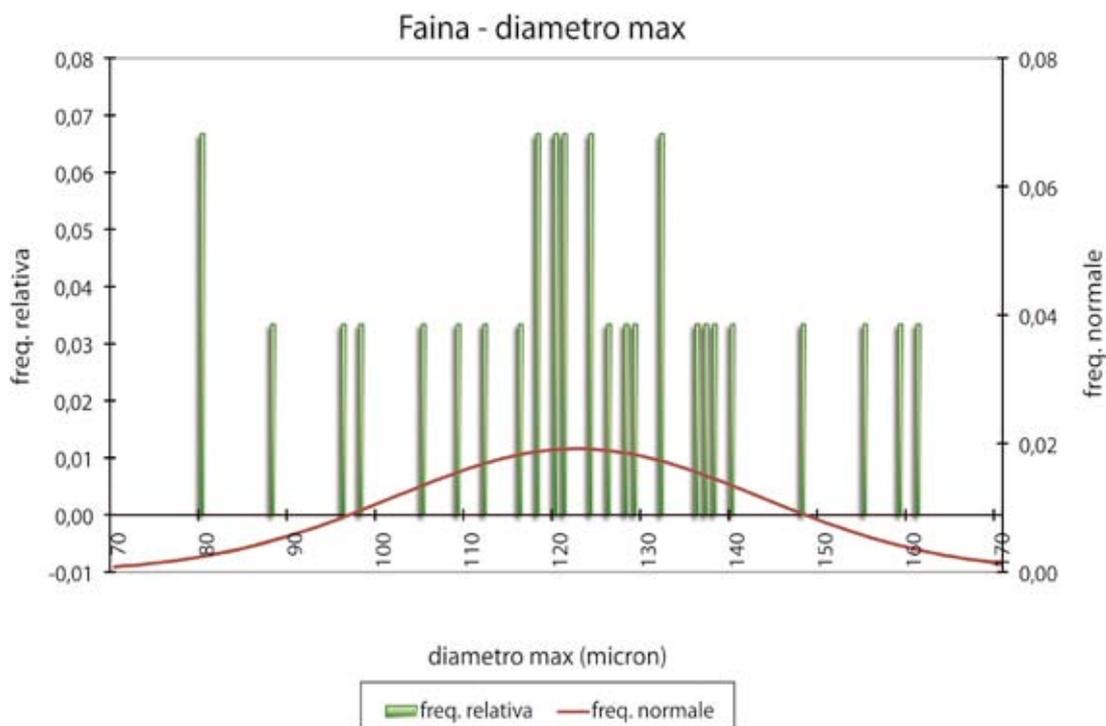


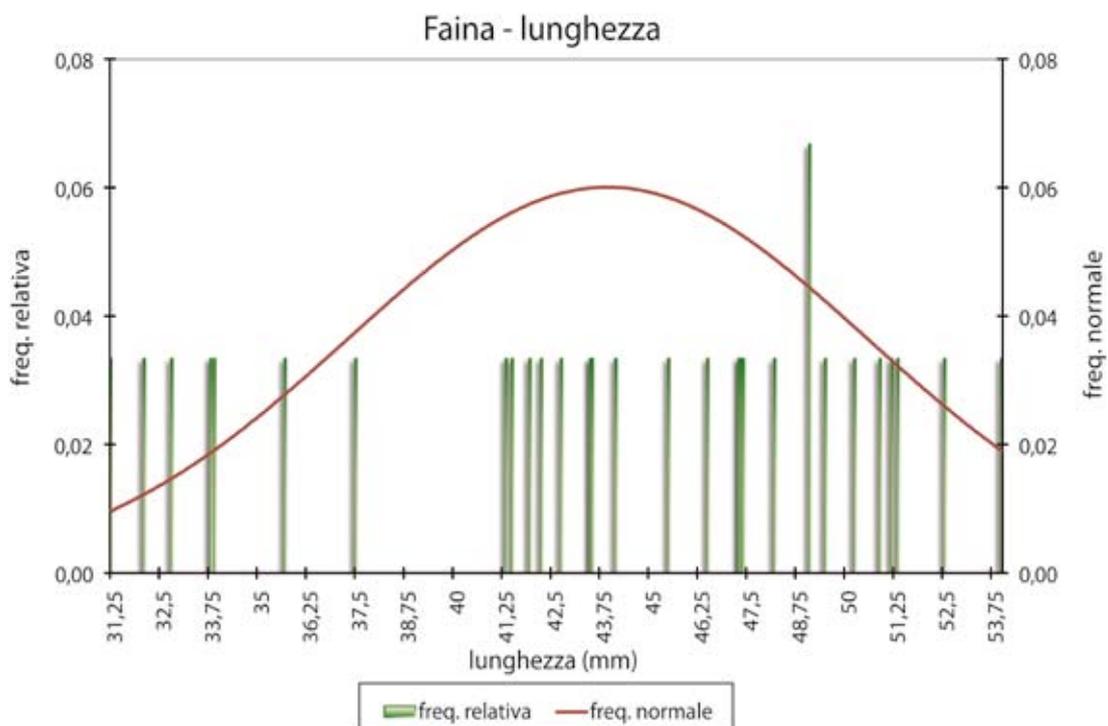
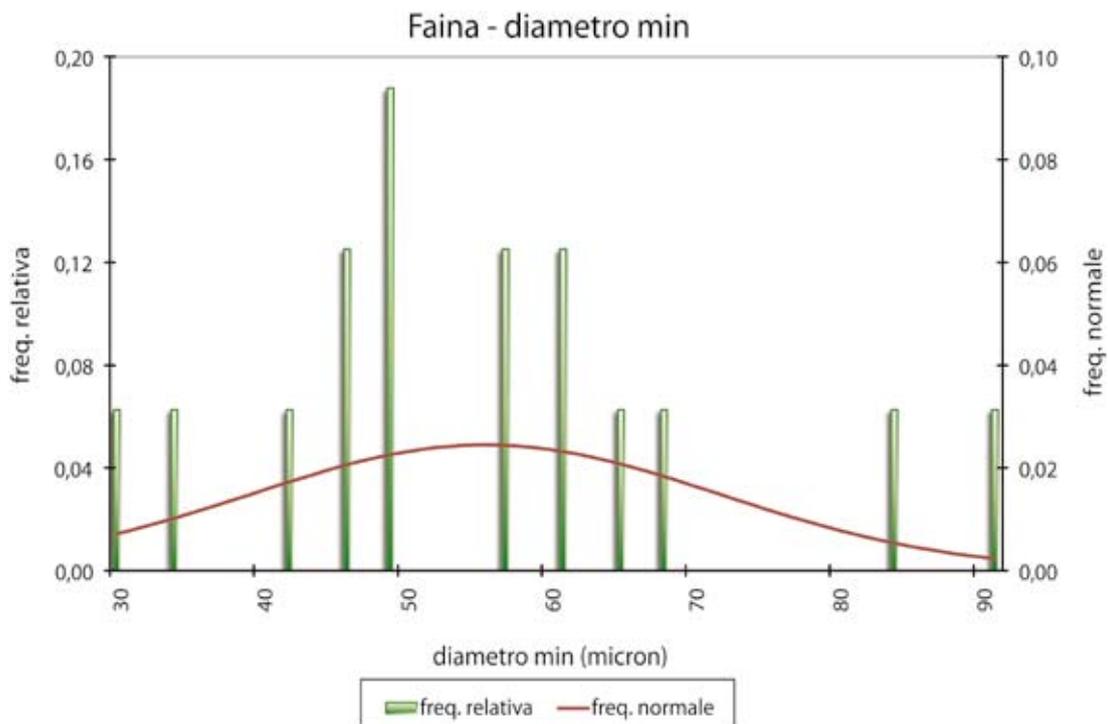
FAINA - *Martes foina*



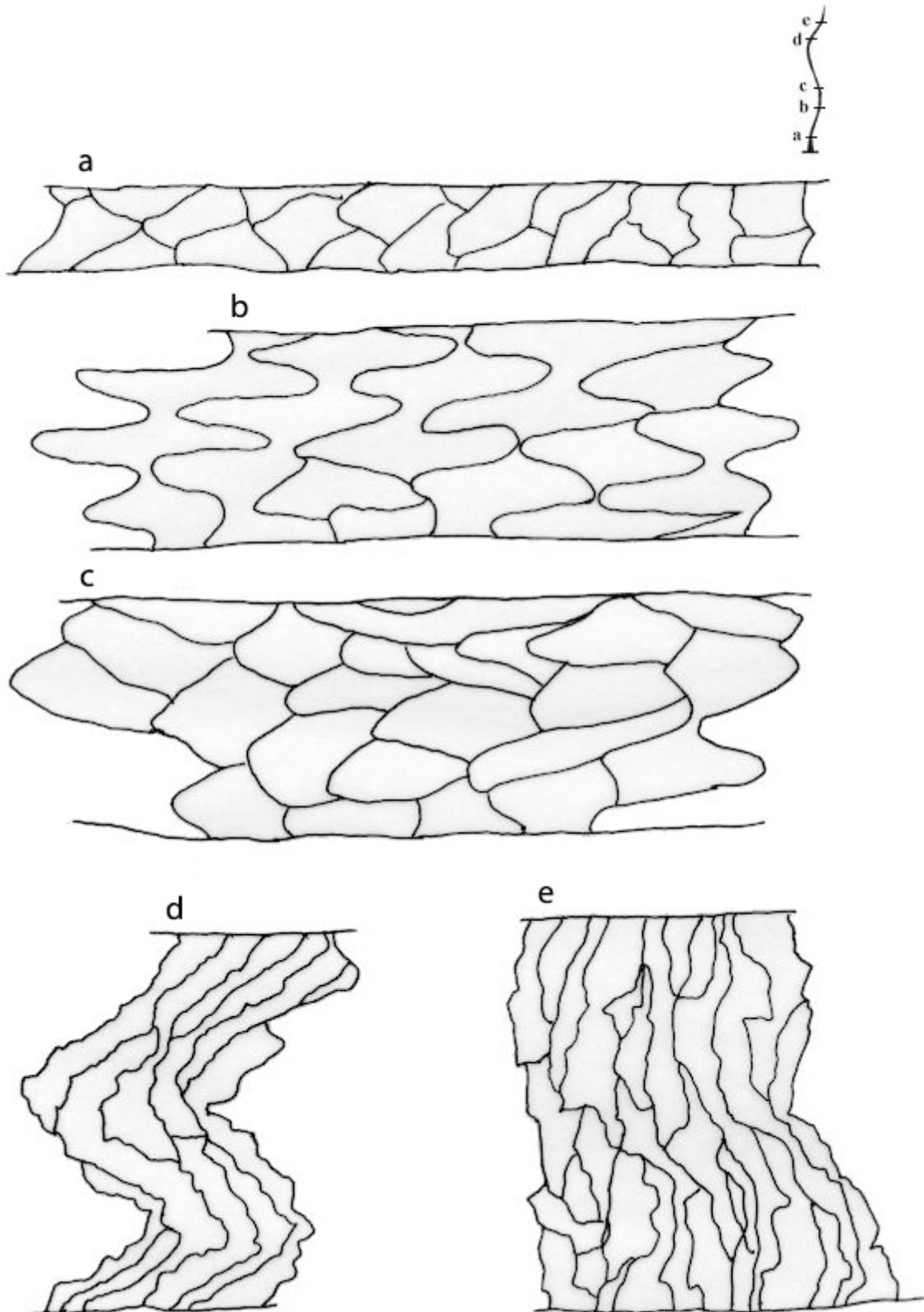


FAINA			
	diametro max μm	diametro min μm	lunghezza mm
Media	122,37	55,56	43,94
Errore standard	3,80	4,08	1,21
Mediana	122,50	53,00	44,83
Moda	80,00	49,00	49,10
Deviazione standard	20,79	16,30	6,64
Varianza campionaria	432,17	265,73	44,03
Curtosi	-0,01	0,47	-0,78
Asimmetria	-0,24	0,68	-0,55
Intervallo	81,00	61,00	22,75
Minimo	80,00	30,00	31,25
Massimo	161,00	91,00	54,00
Somma	3671,00	889,00	1318,25
Conteggio	30,00	16,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	10,46	12,01	3,34

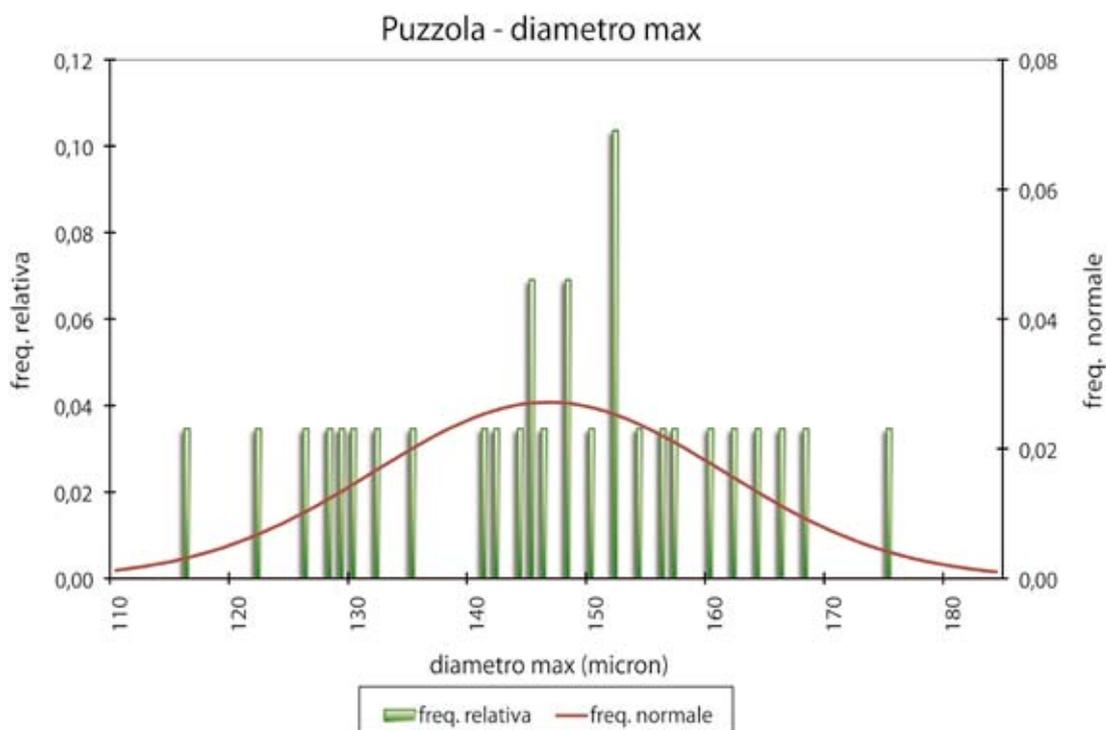


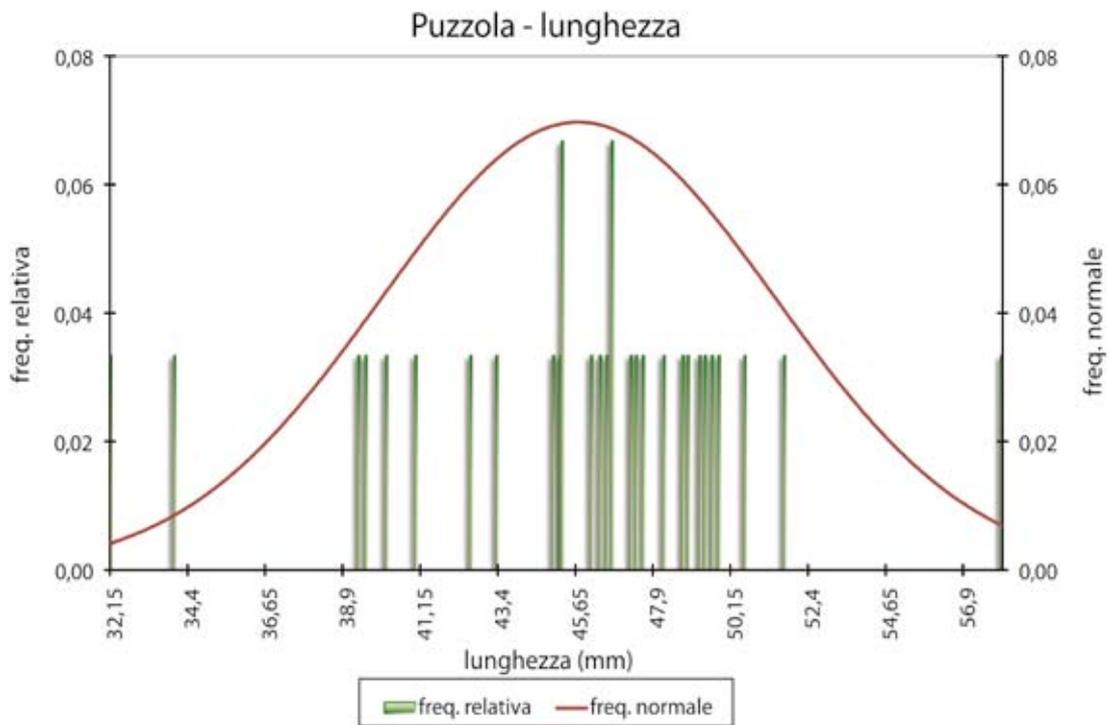
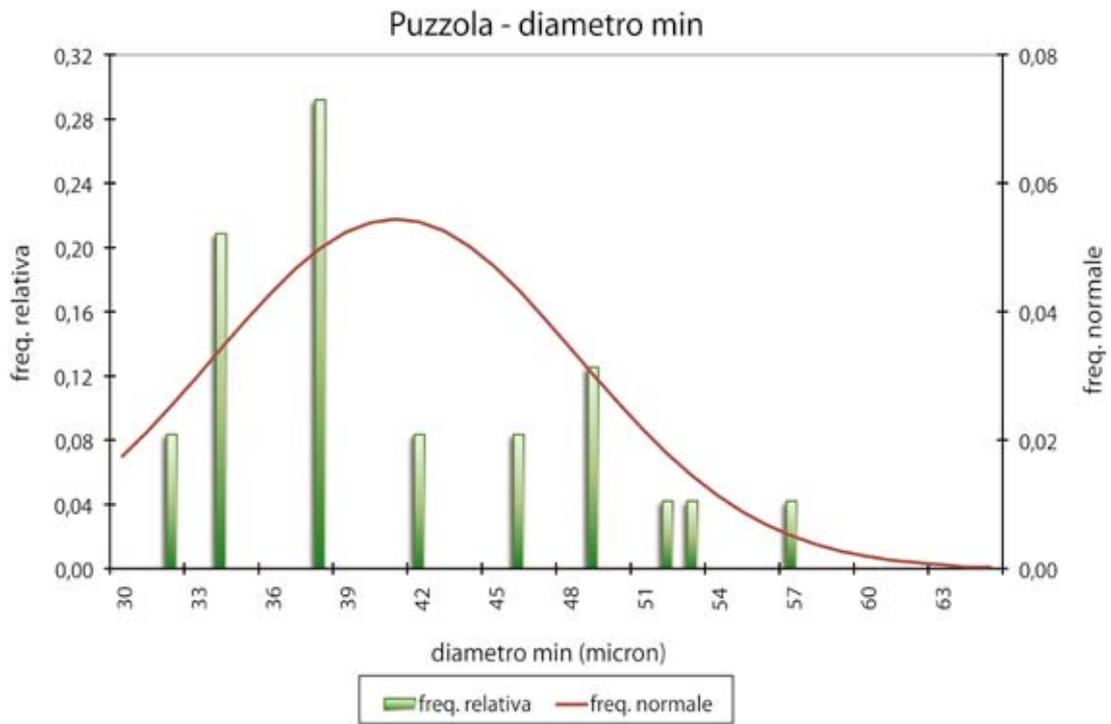


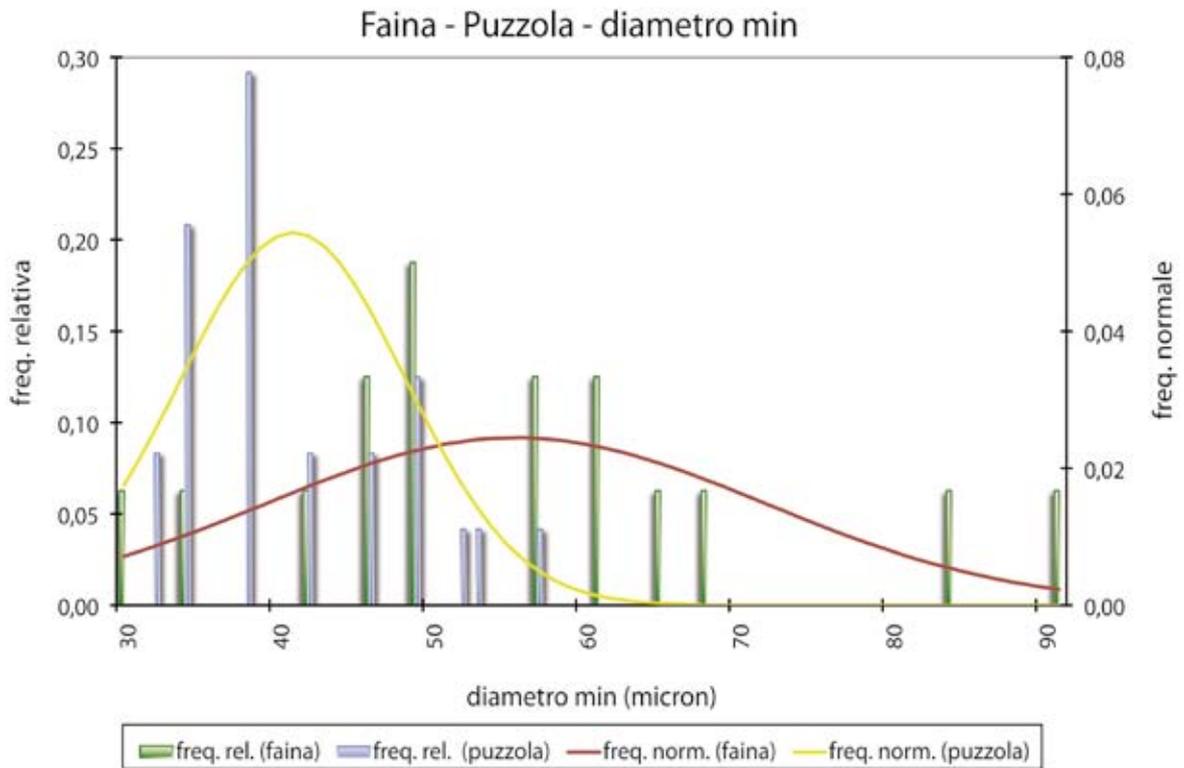
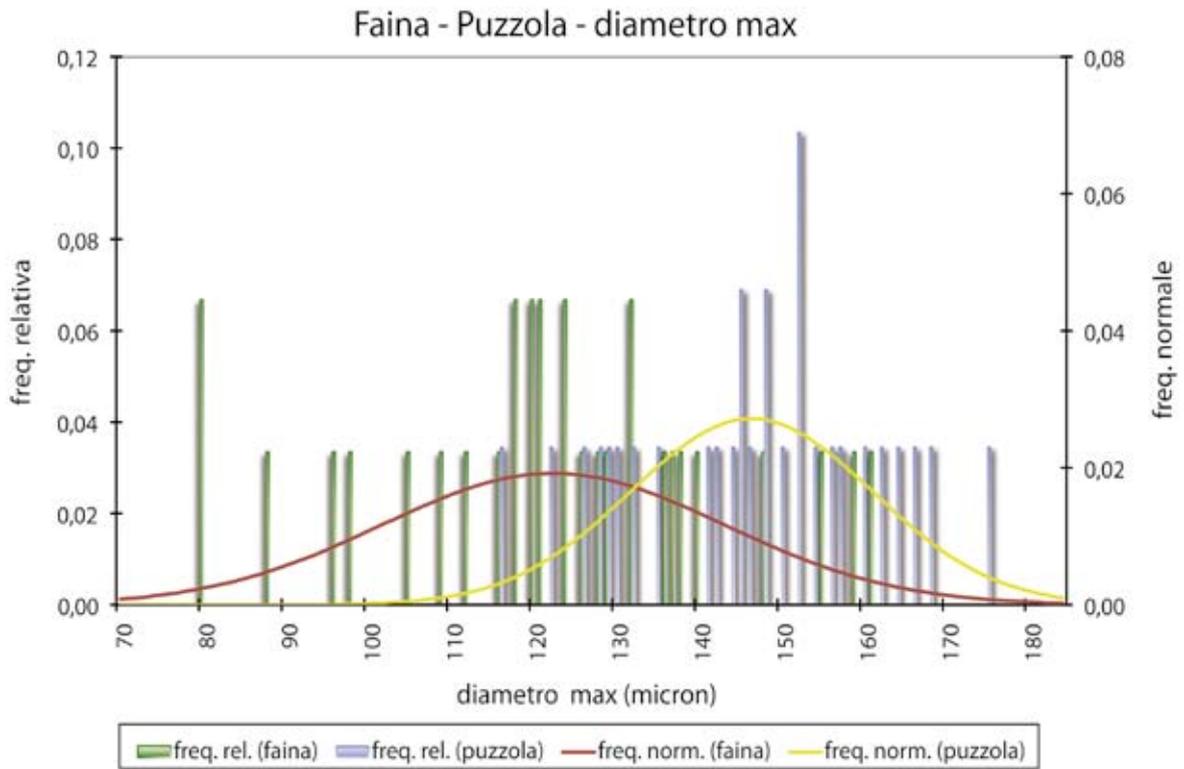
PUZZOLA - *Mustela putorius*



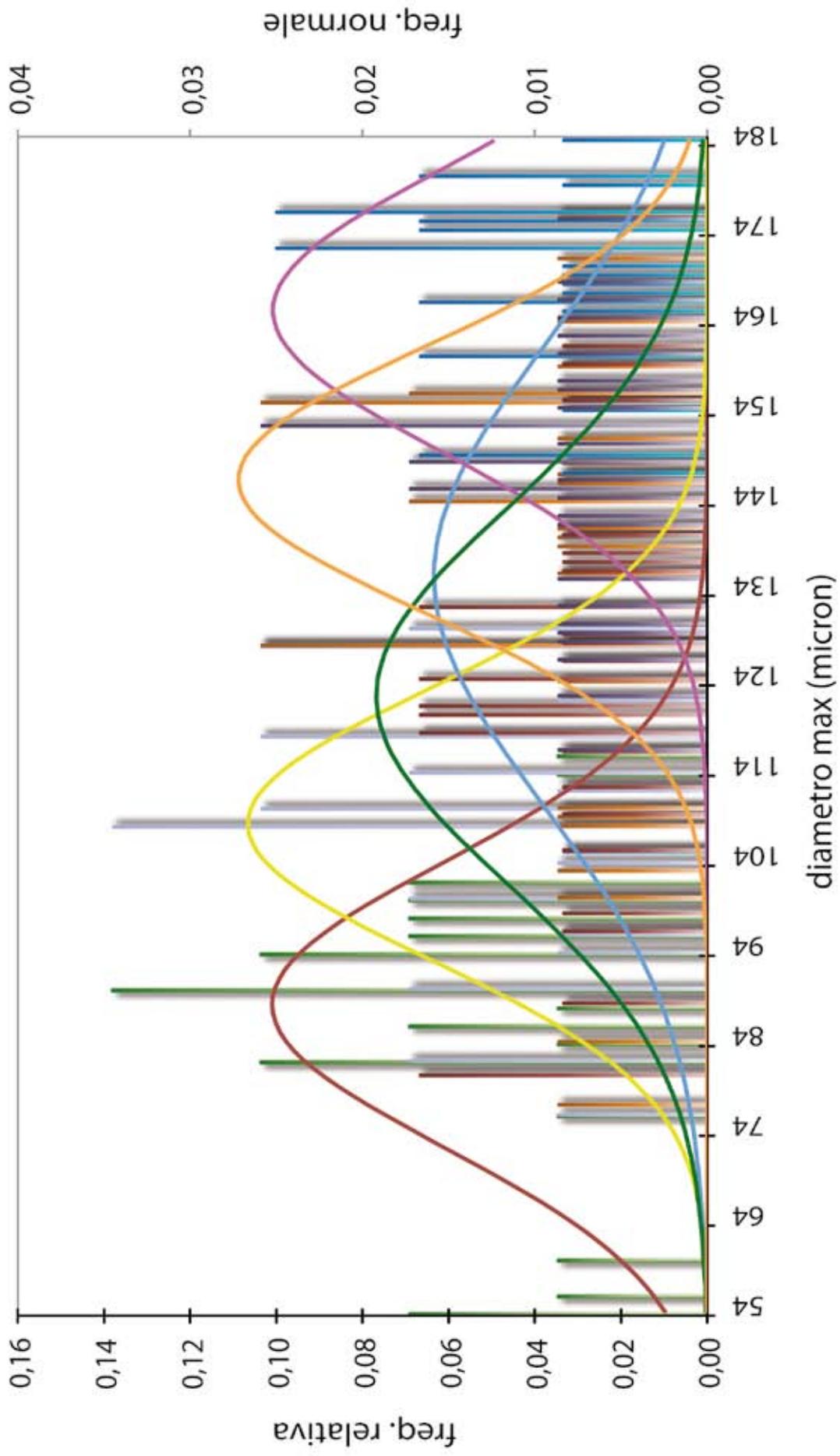
PUZZOLA			
	diametro max μm	diametro min μm	lunghezza mm
Media	146,38	41,04	45,72
Errore standard	2,72	1,50	0,94
Mediana	148,00	38,00	46,63
Moda	152,00	38,00	45,25
Deviazione standard	14,67	7,33	5,17
Varianza campionaria	215,10	53,69	26,72
Curtosi	-0,51	-0,71	1,60
Asimmetria	-0,19	0,65	-0,65
Intervallo	59,00	25,00	25,85
Minimo	116,00	32,00	32,15
Massimo	175,00	57,00	58,00
Somma	4245,00	985,00	1371,65
Conteggio	29,00	24,00	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	7,53	4,20	2,60



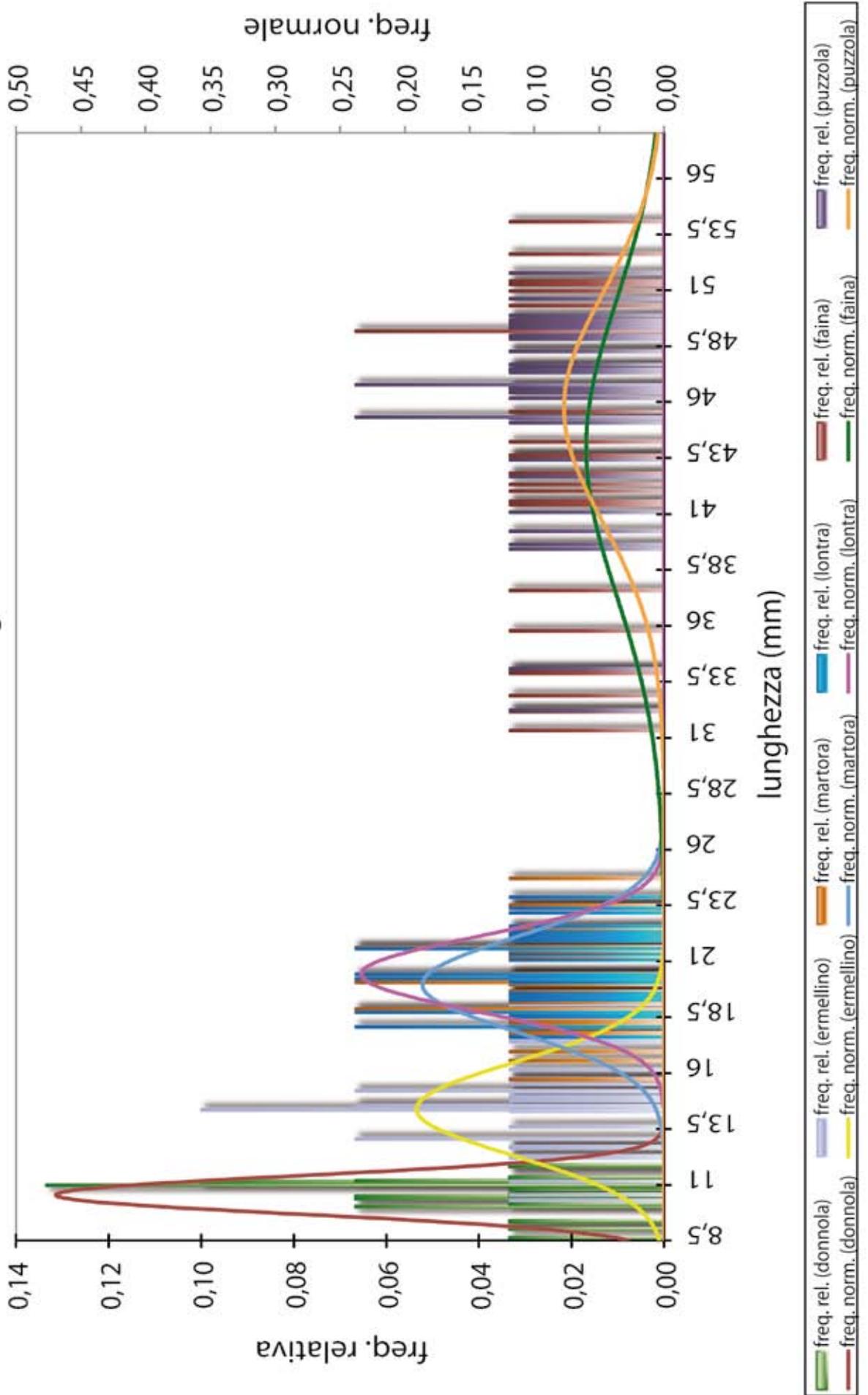




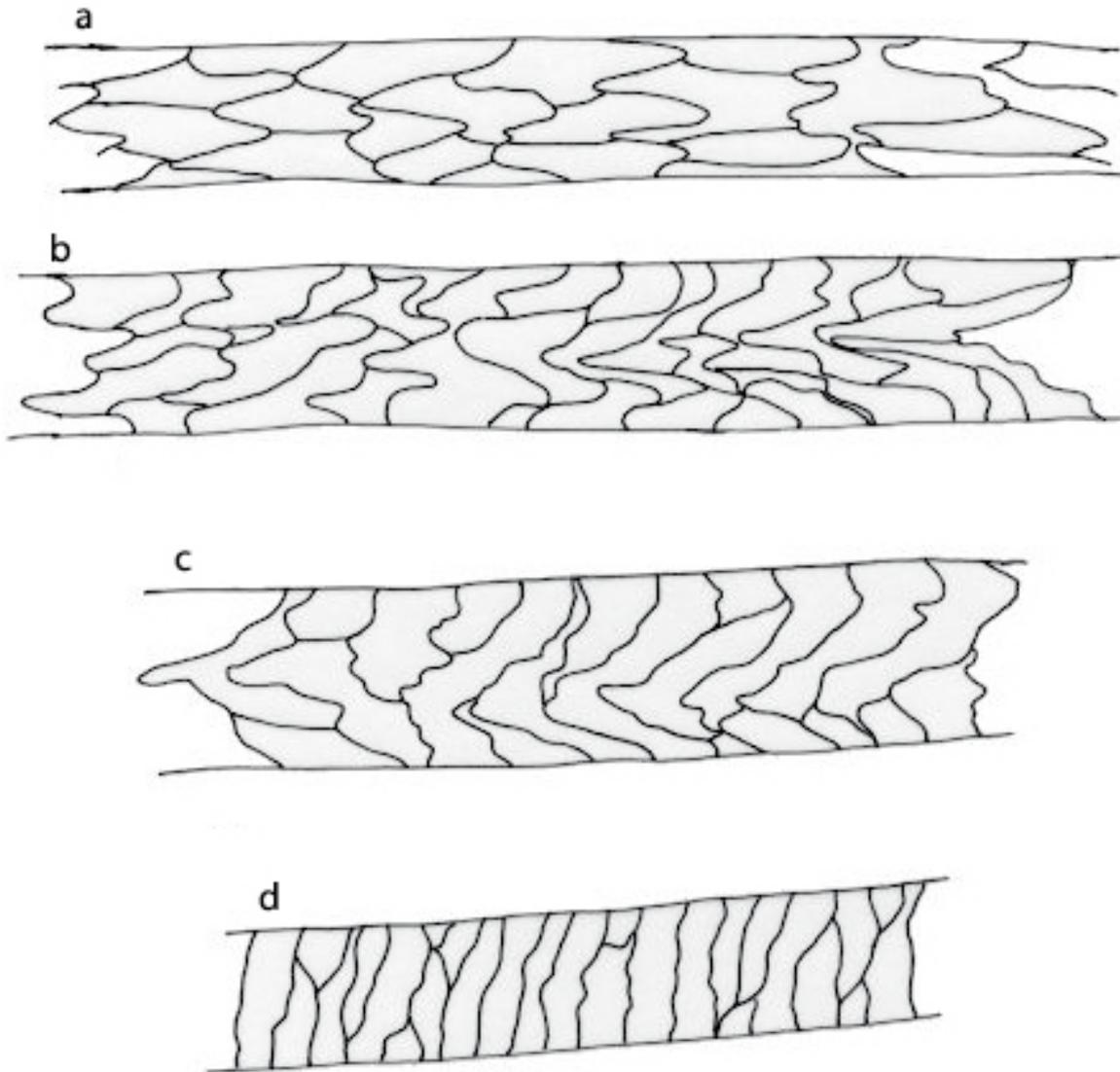
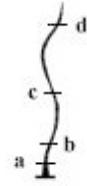
Mustelidi - diametro max



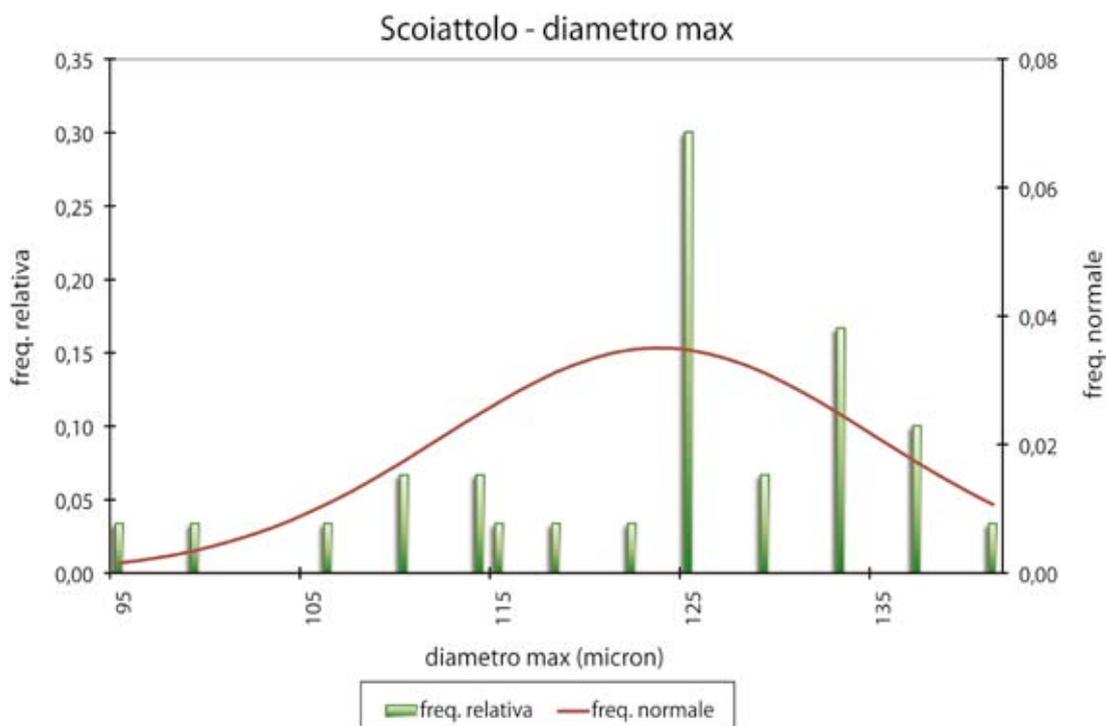
Mustelidi - lunghezza



SCOIATTOLO - *Sciurus vulgaris*



SCOIATTOLO	
diametro max μm	
Media	123,43
Errore standard	2,08
Mediana	125,00
Moda	125,00
Deviazione standard	11,38
Varianza campionaria	129,43
Curtosi	0,28
Asimmetria	-0,82
Intervallo	46,00
Minimo	95,00
Massimo	141,00
Somma	3703,00
Conteggio	30,00
Livello di confidenza(99,0%)	5,73



3.8 Specifiche diagnostiche

Alcune delle strutture cuticolari esposte nella trattazione attraverso la descrizione e le tavole risultano molto simili tra loro. In questi casi l'identificazione può risultare più difficile, perciò si ritiene necessario fornire un'analisi più approfondita delle caratteristiche da prendere in considerazione per giungere alla possibile segregazione dei *taxa*.

Lagomorfi: Coniglio domestico, Lepre comune, Lepre variabile

I Lagomorfi hanno strutture così peculiari da essere facilmente discernibili dalle altre ma, per lo stesso motivo, differenziabili solo in maniera più sottile tra loro. È possibile giungere ad una diagnosi attendibile prendendo in considerazione le seguenti caratteristiche:

1. Il pelo di Lepre variabile appare all'osservazione macroscopica più sottile, solo i peli di rivestimento sono di grandezza comparabile con i peli di giarra di Lepre comune e Coniglio domestico. Questo si giustifica quantitativamente non con il diametro massimo del pelo, ma con la misurazione del diametro minimo della porzione prossimale. Infatti considerando il diametro massimo nella sezione dello scudo il pelo di Lepre variabile risulta più spesso di quello di Coniglio domestico e Lepre comune con valori della media (con limiti fiduciali al 99%) rispettivamente di $129,86 \pm 11,12 \mu\text{m}$, $128,69 \pm 15,45 \mu\text{m}$ e $91,19 \pm 7,90 \mu\text{m}$. Il diametro minimo della parte prossimale mostra invece in Lepre variabile una media (con limiti fiduciali al 99%) di $35,00 \pm 3,22 \mu\text{m}$ contro $38,88 \pm 4,07 \mu\text{m}$ e $43,76 \pm 4,04 \mu\text{m}$ rispettivamente di Coniglio domestico e Lepre comune. Perciò nel primo quinto del pelo di Lepre variabile è possibile trovare un modello ad onde ampie con una sola onda osservabile, a causa del piccolo diametro del pelo (Fig. 10).

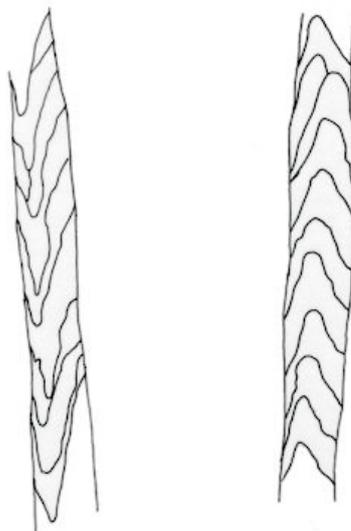


FIG. 10 - Due strutture che si alternano in Lepre variabile a seconda di quale lato del pelo sia stato impresso

2. Nella metà prossimale del pelo è possibile ritrovare la struttura a onde ampie, più frequente in Coniglio domestico e Lepre variabile (Fig. 11 a), oppure la struttura ad onde ampie esasperata, tanto che è possibile osservare solo i margini delle scaglie disposti longitudinalmente lungo il pelo, più frequente in Lepre comune (Fig. 11 b), oppure infine la struttura ad onde ampie con margini delle scaglie longitudinali, nella quale è però possibile riconoscere ogni singola scaglia che ha aspetto di losanga, tipico sia di Coniglio domestico che di Lepre comune, però in quest'ultima con scaglie più lunghe rispetto alla sezione trasversale del pelo (Fig. 11 c).

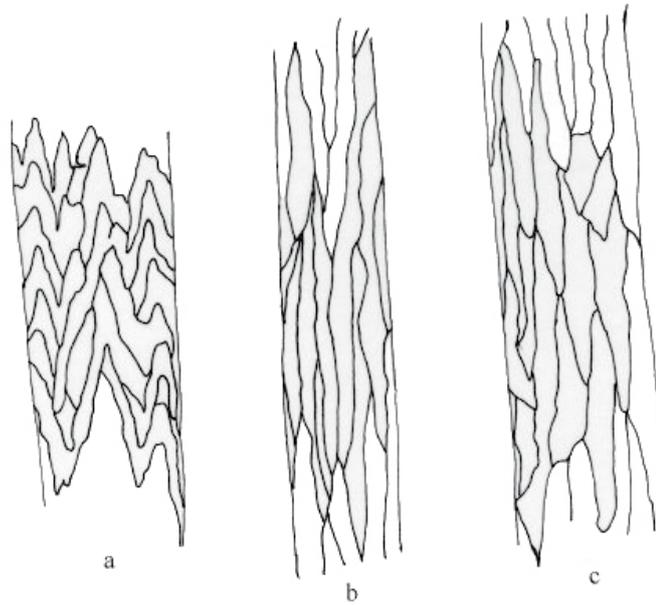


FIG. 11 - Struttura a: più frequente in Coniglio domestico e Lepre variabile;
 struttura b: più frequente in Lepre comune;
 struttura c: rinvenibile in Coniglio domestico e Lepre comune

3. Nel tratto immediatamente precedente allo scudo, con inizio della doccia, in Lepre comune vi è un andamento ad onde ampie che accentua la doccia, mentre tale struttura non è presente in Lepre variabile e neanche in Coniglio domestico, nel quale le scaglie assumono l'andamento ad onde regolari e margini lisci prima dell'inizio della doccia (Fig. 12).

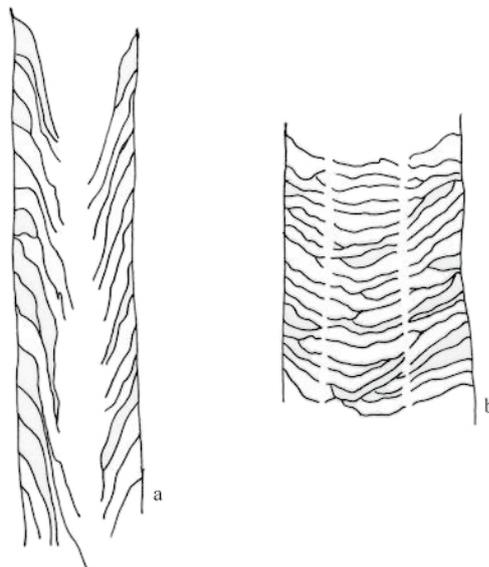


FIG. 12 - Struttura a: Lepre comune;
 struttura b: Coniglio domestico

4. In Lepre comune nella metà distale la doccia è più accentuata, cioè più profonda, rispetto a Coniglio domestico e Lepre variabile, come è possibile valutare in base all'entità della differenza di fuoco tra le zone laterali e quella centrale dello stampo del pelo. Inoltre in Lepre comune i peli sono più sottili nella sezione dello scudo (diametro massimo) e più spessi nella sezione prossimale (diametro minimo), come abbiamo già sottolineato (Fig. 13).



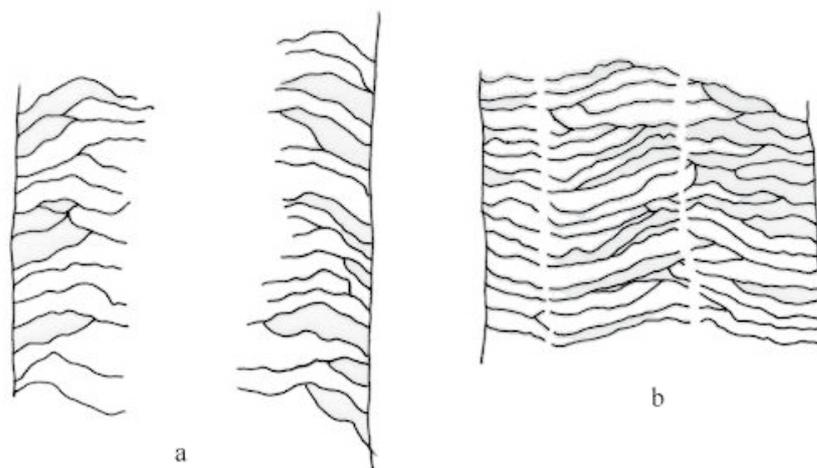


FIG. 13 - Struttura a: Lepre comune;
struttura b: Coniglio domestico e Lepre variabile

5. In Coniglio domestico le scaglie della metà distale sono più strette e più lineari rispetto a Lepre comune. In Lepre variabile i margini possono essere sia stretti come in Coniglio domestico che vicini come in Lepre comune, ma non sono lineari cioè mostrano come in Lepre comune la tendenza alla disposizione normale rispetto alla dimensione trasversale del pelo (Fig. 14).

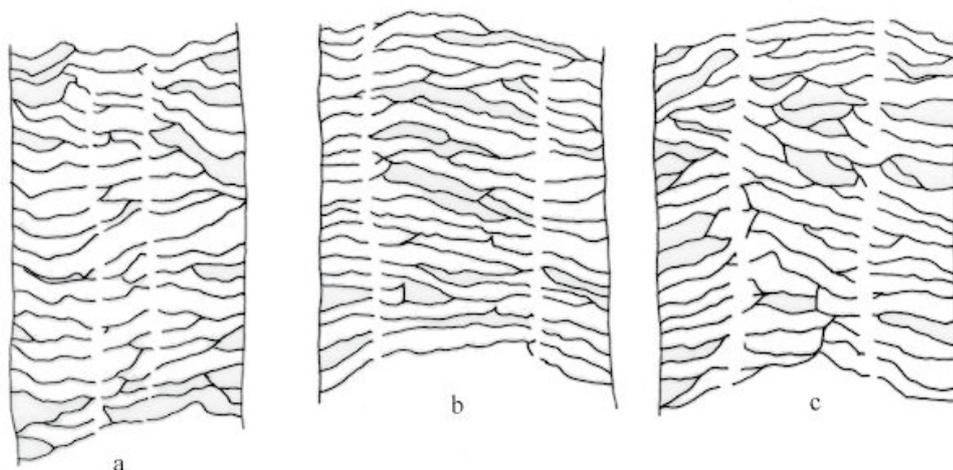


FIG. 14 - Struttura a: Lepre comune e Lepre variabile;
struttura b: Coniglio domestico;
struttura c: Lepre variabile

Keller (1980) giunge ad una discriminazione tra le specie in base ad esami fini della sezione trasversale, contando le cellule, anche Teerink (1991) usa la sezione trasversale, però nell'ambito del genere *Lepus* non giunge ad una determinazione specifica, segnalando di non riscontrare le caratteristiche delle cellule della sezione trasversale descritte da Keller (op. cit.) come diagnostiche.

Debrot (Debrot *et al.*, 1982) non presenta considerazioni in base alle possibilità di distinguere tra le specie *Lepus europaeus*, *Lepus timidus* e *Oryctolagus cuniculus*. De Marinis (1993) sostiene l'impossibilità di distinzione tra le tre specie, pur facendo uso delle sezioni trasversali. Nessuna delle pubblicazioni prende in considerazione il Coniglio domestico.

Capriolo estivo e capriolo invernale

I peli di Capriolo del mantello estivo presentano delle differenze rispetto al mantello invernale, come già ricordato nella descrizione dei modelli cuticolari dei campioni di riferimento.

I peli invernali di Capriolo sono in tutto simili a quelli di Cervo e se ne distinguono solo in base alle dimensioni maggiori di quelli di Cervo, anche se si evidenzia un'ampia sovrapposizione.

Il diametro max dei peli di Cervo ha un valore medio (con limiti fiduciali al 99%) di $436,5 \pm 20,67 \mu\text{m}$ mentre per il Capriolo tale valore medio è di $330,5 \pm 14,23 \mu\text{m}$.

I peli dorsali in estate presentano i margini di scaglia più vicini, cosicché il modello ad onde regolari tipico dei peli del mantello invernale risulta più lineare, cioè le onde sono di ampiezza ridotta.

I peli ventrali invece, pur presentando una lunghezza inferiore rispetto ai peli invernali, mantengono inalterata la stessa struttura (Fig. 15).

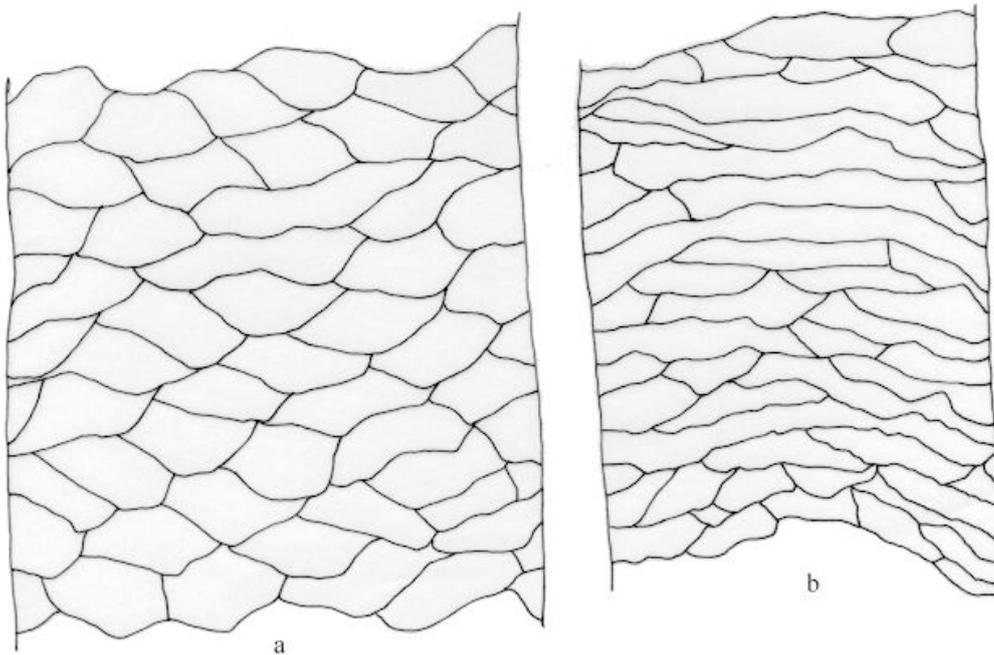


FIG. 15 - Struttura a: Capriolo mantello invernale, peli ventrali Capriolo mantello estivo; struttura b: peli dorsali Capriolo mantello estivo

Lo stampo della cuticola del pelo dorsale estivo di Capriolo risulta essere, quindi, molto simile a quello di Daino.

La distinzione tra le due specie resta comunque possibile grazie alle seguenti caratteristiche:

1. In Capriolo i margini delle scaglie restano lisci lungo tutto il decorso del pelo, con rare eccezioni ($p < 0,05$ dove $p = n \text{ eccezioni} / N \text{ totale}$) per quanto riguarda l'ultima porzione della punta, cioè circa 1/6 distale. Invece in Daino i margini delle scaglie presentano nel segmento distale delle intaccature arrotondate, ma ben visibili e per un tratto di circa 1/4 della lunghezza totale del pelo, o almeno la punta lungamente rastremata.
2. I peli di Daino sono mediamente più sottili e meno ondulati di quelli di Capriolo, come può essere valutato tramite osservazione al binocolare. Inoltre a causa di questa caratteristica presentano nel preparato una punta lungamente rastremata, mentre in Capriolo, come in Cervo, la punta appare brevemente strozzata, per effetto della maggiore ondulazione che ne ostacola spesso l'impressione sullo stampo.
3. I margini delle scaglie, almeno nei 3/4 prossimali, cioè ove questi permangono lisci in



entrambe le specie, sono più stretti in Daino, mentre non sono mai altrettanto stretti in Capriolo.

Per gli altri Cervidi considerati dal presente studio, Cervo e Daino, non si sono evidenziate distinzioni tra i mantelli estivi e invernali.

I risultati ottenuti sono in accordo con Debrot *et al.* (1982), che fa distinzione tra il pelo estivo ed invernale di Capriolo, pur non considerando le diverse parti del corpo. Keller (1981) trova sia in Capriolo che in Cervo dei margini intaccati nel tratto distale, distinguendo il Capriolo perché tali intaccature si ripetono una sull'altra, caratteristica che viene segnalata anche da Teerink (1991).

Quest'ultimo usa anche il numero delle ondulazioni per arrivare alla segregazione di specie tra Cervo, Capriolo e Daino, questo metodo risulta inapplicabile per peli provenienti da depositi fecali in quanto l'ondulazione viene persa in seguito ai processi digestivi del carnivoro.

Gatto selvatico e Gatto domestico

Le strutture presentate dalle due sottospecie sono talmente simili tra di loro che è impossibile giungere ad una distinzione in base al metodo di esame della cuticola, resta da verificare se tale distinzione sia possibile facendo uso di ulteriori tecniche, quali la sezione trasversale e il midollo.

Dobbiamo sottolineare che il presente studio ha raggiunto risultati non in accordo con Debrot *et al.* (1982), infatti entrambi i *taxa* presentano nella parte prossimale per circa 1/3 della lunghezza del pelo, il modello a petalo di diamante largo, mentre Debrot rinviene tale modello solo in Gatto domestico.

La concordanza di strutture tra i due *taxa* è sottolineata anche da Teerink (1991), ma viene proposta una distinzione in base alle dimensioni dei peli, maggiori per quanto riguarda il Gatto selvatico. Il presente studio conferma che i peli di domestico sono lievemente più sottili di quelli di selvatico, con diametri nella parte più ampia dello scudo che presentano il valore medio (con limiti fiduciali al 99%) di $83,64 \pm 7,92 \mu\text{m}$ per domestico e di $98,86 \pm 6,68 \mu\text{m}$ per selvatico.

Lo stesso andamento è confermato dai diametri minimi della porzione prossimale con valore medio (con limiti fiduciali al 99%) di $32,86 \pm 4,64 \mu\text{m}$ per Gatto domestico e $46,58 \pm 6,59 \mu\text{m}$ per Gatto selvatico.

Comunque la differenza dimensionale riscontrata non è sufficiente per formulare una diagnosi a causa dell'ampia sovrapposizione dei valori.

Lupo e Cane

Il Lupo presenta nella parte prossimale del pelo la struttura a petalo di diamante stretto, che lo distingue dalle razze dei cani domestici, quali Pointer e Setter.

Solo le razze di cani domestici più vicini al lupo, come il Siberian husky ed il Pastore tedesco, presentano questa struttura, la distinzione è però ancora possibile in base alle seguenti caratteristiche:

1. In Lupo la struttura a petalo di diamante stretta è limitata alla parte strettamente prossimale (inferiore a 1/4 della lunghezza del pelo) o, nei casi in cui è più estesa, non supera la metà prossimale del pelo. Lo scudo è interamente a onde regolari con margini crenati. Invece in Siberian husky e Pastore tedesco la struttura a petalo di diamante stretto copre un tratto maggiore della metà del pelo, fino ai 2/3 della sua lunghezza. Nel Pastore tedesco tale struttura è più irregolare e può essere interrotta



da tratti ad onde regolari.

2. In Lupo la struttura a petalo di diamante stretto ha andamento più regolare con onde continue, mentre nel Siberian husky e nel Pastore tedesco si distingue ogni singola scaglia come una losanga (Fig. 16).

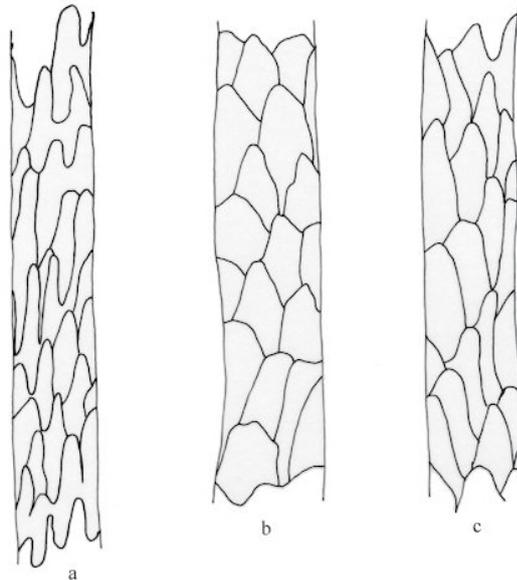


FIG. 16 - Struttura a: Lupo;
struttura b e c: Siberian husky e Pastore tedesco

3. In Lupo la zona di transizione tra petalo di diamante e onde regolari con margini intaccati è confondibile con i singoli tratti a petalo di diamante di Pastore tedesco, però non presenta l'alternanza di strutture ad onde regolari e a petalo di diamante.

In bibliografia non si sono rinvenuti confronti tra strutture cuticolari di Lupo e di cani domestici, solo Teerink (1991) prende in esame il Cane domestico, la cui cuticola non presenta il petalo di diamante, ma non è specificata la razza canina presa in considerazione.

Mustelidi

Tra i Mustelidi le strutture si ripetono pressoché identiche con modello a petalo di diamante stretto nella parte prossimale del pelo, per un tratto oscillante tra 1/3 e 1/2 della sua lunghezza, perciò la distinzione tra le diverse specie può essere più difficile.

Unica specie che si discosta da questa struttura è il Tasso, che non presentando la struttura a petalo di diamante nella parte prossimale, ma struttura a onde regolari e margini lisci, è immediatamente distinguibile dagli altri.

Per quanto riguarda le altre specie una prima distinzione è possibile tramite l'esame al binocolare delle dimensioni dei peli, infatti esiste una differenza tale da rendere possibile una distinzione preliminare in gruppi di specie in base alla grandezza e lunghezza dei peli. Ciò è possibile nonostante il gradiente dimensionale che esiste all'interno di ogni specie per quanto riguarda i peli di giarra, perché le differenze sono agevolmente valutabili ad un esame macroscopico.

I peli più lunghi nell'ambito della famiglia appartengono a Puzzola o Faina con valore medio di lunghezza (con limiti fiduciali al 99%) di $45,72 \pm 2,60$ mm per Puzzola (valore minimo 32,15 mm e massimo 58,00 mm) e $43,94 \pm 3,34$ mm per Faina (valore minimo 31,25 mm e massimo 54,00 mm), i peli di lunghezza intermedia appartengono a Lontra o Martora con valore medio di lunghezza (con limiti fiduciali al 99%) di $20,40 \pm 0,86$ mm (valore minimo 17,55 mm e mas-



simo 23,80 mm) e $19,94 \pm 1,08$ mm (valore minimo 15,65 mm e massimo 24,65 mm) rispettivamente, i peli più piccoli e sottili appartengono a Ermellino o Donnola con valore medio di lunghezza (con limiti fiduciali al 99%) di $14,36 \pm 1,05$ mm (valore minimo 10,25 mm e massimo 19,00 mm) e $10,52 \pm 0,43$ mm (valore minimo 8,50 mm e massimo 11,85 mm) rispettivamente. Come si può notare esiste una completa segregazione ad eccezione dei valori di Ermellino che si sovrappongono parzialmente a quelli del gruppo intermedio, costituito da Martora e Lontra.

Tale sovrapposizione non presenta problemi tra Ermellino e Martora in quanto è possibile la distinzione grazie alle caratteristiche cuticolari, come si potrà evincere dal proseguo della trattazione. La distinzione tra Ermellino e Lontra è invece possibile solo in base alle dimensioni, in particolare la lunghezza, con un certo margine probabilistico di esattezza.

Non si raggiunge la stessa segregazione se si prendono in esame i valori massimi del diametro, vi sono infatti ampie sovrapposizioni, come si può notare dalle schede, con Lontra che raggiunge i valori massimi di larghezza dello scudo.

Nell'ambito di ogni gruppo distinto in base alle lunghezze, sono leggermente più grandi i peli di Puzzola, Lontra e Ermellino, ma questa distinzione è troppo lieve per avere valore diagnostico, infatti può ingenerare confusione a causa del normale gradiente dimensionale dei peli del mantello, soprattutto se il campione da identificare è composto da un numero esiguo di peli; è perciò indispensabile valutare le possibilità di distinzione all'interno di ciascun gruppo dimensionale in base all'esame della cuticola.

È possibile distinguere la Puzzola dalla Faina perché nella prima la zona di transizione tra l'organizzazione cuticolare a petalo di diamante stretto e quella a onde con margini crenati è più estesa, inoltre nella seconda la parte prossimale del pelo, fino a 1/4 della sua lunghezza totale ha un diametro maggiore (tavole a pagg. 156-163).

È possibile distinguere Lontra da Martora perché nella prima i 2/3 distali del pelo presentano margini delle scaglie più frastagliati, con intaccature che risultano squadrate (tavole a pagg. 148-154).

È possibile distinguere Ermellino da Donnola perché il primo presenta nella parte distale per circa 2/3 della lunghezza totale del pelo la stessa struttura di Lontra, cioè margini delle scaglie con intaccature squadrate (tavole a pag. 142-147).

Le strutture cuticolari riscontrate sono in accordo con la bibliografia, con l'eccezione che Debrot (Debrot *et al.*, 1982) mostra anche per il Tasso la struttura a petalo di diamante, anche se appena accennata. Sia Keller (1981) che Teerink (1991) per la segregazione delle specie prendono in considerazione caratteristiche della sezione trasversale e del midollo, ad eccezione del Tasso, distinto per l'assenza di struttura a petalo di diamante.



Chiave dicotomica

Si presenta di seguito una chiave dicotomica che permetta di orientarsi più rapidamente tra le varie caratteristiche descritte nella trattazione, chiave che prende in considerazione sia caratteristiche quantitative che qualitative.

Resta fermo il consiglio di confrontare sempre il campione di riferimento della specie individuata tramite la chiave con il campione da determinare.

1.	Pelo con conformazione a scudo	3
	Pelo senza conformazione a scudo, ma semplicemente rastremato distalmente	2
	Pelo con consistenza di setola	4
2.	Pelo con scaglie a margini lisci lungo tutto il suo decorso	2a
	Pelo con scaglie non a margini lisci lungo tutto il suo decorso	2b
2a.	Diametro max $\leq 340 \mu\text{m}$ (media = $330,5 \mu\text{m}$)	CAPRIOLO (p=0,5)
	Diametro max $\geq 380 \mu\text{m}$ (media = $436,5 \mu\text{m}$)	CERVO (p=0,9)
	Margini vicini	CAPRIOLO ESTIVO
2b.	Scaglie con margini lisci ad eccezione del terzo distale	2c
	Scaglie a margini lisci ad eccezione della metà distale	2d
	Scaglie a mosaico isodiametrico	PECORA
2c.	Conformazione del pelo a nastro, cioè schiacciato	CAMOSCIO ALPINO
	Nella parte ove i margini sono lisci contatti angolari tra le scaglie, nettamente squadrate	CAVALLO
	Nella parte ove i margini sono lisci questi sono vicini tra loro	DAINO
	Nella parte ove i margini sono lisci organizzazione a petalo vicino, cioè scaglie tendenti all'isodiametria	MUFLONE
2d.	Nella parte ove i margini sono increspatis, presenza di intaccature che si ripetono nello stesso punto di scaglie successive, a dare apparenza di puntale	CAPRA
	Nella parte ove i margini sono lisci andamento di questi un senso obliquo rispetto alla sezione trasversale del pelo	BUE
3.	Scaglie a margini lisci nella metà prossimale e increspatis nella metà distale	3a
	Scaglie a margini lisci nella metà prossimale e crenati nella metà distale	3b
	Scaglie a puntale nella parte prossimale	3c
	Scaglie a petalo di diamante nella parte prossimale	3d
3a.	Pelo largo nella metà prossimale (diametro min media = $118,57 \mu\text{m}$) e con intaccature non molto accentuate nella metà distale	TASSO
	Pelo più sottile nella metà prossimale (diametro min media = $57,22 \mu\text{m}$) e più intaccato nella metà distale	MARMOTTA
	Pelo più sottile nella metà prossimale (diametro min media = $93,46 \mu\text{m}$) e con intaccature non molto accentuate nella metà distale	CANE



3b.	Lunghezza \leq 72,4mm (diametro max media = 91,76 mm)	LINCE E. (p=0,93)
	Lunghezza \geq 78,65 mm (diametro max media = 97,08 mm)	ORSO (p=0,86)
3c.	Andamento ad onde ampie all'inizio della doccia, che è accentuata, metà distale a onde irregolari	LEPRE COMUNE
	Andamento a onde regolari prima dell'inizio della doccia, che è poco accentuata, margini stretti nella metà distale e a onde regolari	CONIGLIO DOMESTICO
	Pelo più sottile nella metà prossimale (diametro min media = 35 μ m), nella metà distale onde irregolari, inoltre margini stretti e vicini	LEPRE VARIABILE
3d.	Scaglie a petalo di diamante largo	3e
	Scaglie a petalo di diamante stretto	3f
3e.	Margini vicini nella metà distale	VOLPE
	Margini stretti nella metà distale	GATTO S. E. e D.
3f.	Petalo di diamante limitato a $\frac{1}{4}$ del pelo	LUPO
	Diametro max \leq 118 μ m oppure modello a petalo di diamante interrotto o irregolare	CANE DOMESTICO (p=0,8)
	Peli lunghi (> 30 mm)	3g
	Peli medi (>15 mm e \leq 25 mm)	3h
	Peli corti (\geq 8 mm e \leq 15 mm)	3i
	Peli con modello a puntale dopo il petalo di diamante	SCOIATTOLO
3g.	Zona di transizione \geq della larghezza dello stampo in quel punto e diametro del quarto prossimale maggiore (diametro max media = 146,38 μ m)	PUZZOLA
	Zona di transizione \leq della larghezza dello stampo in quel punto (diametro max media = 122,37 μ m)	FAINA
3h.	Zona a onde con margini intaccati in forma arrotondata	MARTORA
	Zona a onde con margini intaccati in maniera appuntita e squadrata	3l
3i.	Zona a onde con margini intaccati in forma arrotondata	DONNOLA
	Zona a onde con margini intaccati in maniera appuntita e squadrata	ERMELLINO
3l.	Lunghezza < 17 mm	ERMELLINO (p=0,93)
	Lunghezza > 19 mm	LONTRA (p=0,77)
4.	Pelo sfrangiato distalmente	CINGHIALE
	Scaglie a onde regolari	ISTRICE
	Nel terzo prossimale organizzazione del modello cuticolare a mosaico irregolare	RICCIO



CONCLUSIONI

Il metodo di analisi dei peli che abbiamo esposto nella trattazione è stato messo a punto allo scopo di utilizzarlo per l'identificazione dei dati raccolti sul campo, perciò anche la scelta dei campioni da studiare è stata fatta in base a questo proposito: la raccolta di peli di riferimento è stata incrementata gradualmente in base alle necessità e questo processo è ancora in atto.

Nel contempo il metodo è stato usato praticamente per l'identificazione di peli di diverse provenienze rinvenuti durante le indagini di campo, con buoni risultati, anche se non sempre è stato possibile arrivare ad una diagnosi.

Questa indeterminatezza può essere imputata solo in parte all'insufficienza dei campioni di riferimento, infatti si deve tenere presente che, anche quando si ha una raccolta di peli perfettamente esauriente, non sempre è possibile riconoscere un gruppo di peli ignoti, per i limiti insiti nel metodo e con i quali tutti gli Autori sono dovuti venire a patti (Brunner & Coman 1974; Debrot *et al.* 1982).

Limiti del metodo sono:

- a) la varietà di peli diversi che si possono rinvenire anche in uno stesso individuo;
- b) una certa sovrapposizione inter-specifica, soprattutto per caratteristiche circoscritte e parziali;
- c) assenza negli individui più giovani dei peli di giarra primari, più utilmente diagnostici;
- d) strutture non discernibili in alcune specie di Mammiferi sistematicamente vicine;
- e) presenza di un numero di peli troppo esiguo nel campione da identificare.

Nonostante ciò è sempre vantaggioso applicare questo tipo di indagine, perché in ogni caso contribuisce a far luce sul materiale che si ha in esame, anche se non sempre può essere probante.

Vi è inoltre l'altra faccia della medaglia, il metodo presenta infatti innegabili aspetti positivi, per quanto riguarda il suo utilizzo allo scopo dell'identificazione dei Mammiferi. Questi sono emersi nel corso della trattazione, ma ne facciamo qui un breve riassunto:

- a) i peli sono composti di cheratina, che rende la loro struttura particolarmente resistente nel tempo, non vengono alterati neppure dalle proteasi durante il processo digestivo, ad eccezione della struttura midollare, d'altra parte costituita della varietà di cheratina più morbida, che può conservare in ogni caso una struttura semplice;
- b) la struttura microscopica resta invariata durante la crescita del pelo in quanto le cellule cheratinizzate sono oramai morte, inoltre la cuticola è costituita della varietà più dura di cheratina, che non si desquama;
- c) il suo processo di attuazione è piuttosto veloce, quindi adatto ad esami frequenti e perciò non rappresenta un dispendio di tempo, neppure nel caso in cui non si riesca ad ottenere una diagnosi;
- d) il metodo di analisi della cuticola tramite lo stampo non intacca il campione da identificare e perciò questo può essere riutilizzato per successive analisi, anche quando si abbia un numero ridotto di peli;
- e) il metodo è economico non solo in termini di tempo, ma anche in termini più strettamente monetari ed anche questo è un elemento a favore del suo impiego di *routine*.

Le osservazioni degli stampi cuticolari dei campioni di pelo di riferimento hanno evidenziato, fino ad ora, la possibilità di distinguere con ragionevole sicurezza i peli di quasi tutti i *taxa* compresi nella raccolta.

Resta fermo il fatto che alcune strutture sono simili, specialmente per quanto riguarda tratti singoli del pelo. Questo per esempio è ciò che avviene tra Capriolo, Cervo e Camoscio, pertanto, se è vero che è possibile operare una distinzione, tra i primi due per le dimensioni e di questi con il terzo per il tratto distale con margini intaccati e sezione schiacciata anziché cilindrica, è anche vero che in presenza di soli peli frammentari che presentano il tratto simile in tutti e tre, può essere difficile giungere ad una diagnosi.

Fino ad ora gli studi si sono basati principalmente su una valutazione qualitativa, considerando i modelli di organizzazione delle scaglie cuticolari e la loro successione spaziale.

Si potrebbe sperimentare l'utilizzazione del metodo in un ulteriore campo di applicazione, vale a dire l'identificazione di tutti i peli raccolti in luoghi particolari: passaggi obbligati o strettoie, tane, punti in cui l'animale ha lasciato tracce di sosta.

La raccolta dei peli può essere effettuata con un aspiratore o facendo uso dell'elettricità statica; nel primo caso il materiale aspirato andrà poi selezionato per isolare i peli, nel secondo caso sarà possibile raccogliere solo i peli, per esempio da una lettiera di foglie. Inoltre per i mammiferi di taglia piccola si possono raccogliere peli anche tramite apposite trappole di campionamento chiamate *hair-tube*, si tratta di passaggi in cui gli animali sono attirati e costruiti in modo da strappare alcuni peli durante il loro transito.

I gruppi di peli così selezionati dovranno essere esaminati attentamente per attribuire ciascuno pelo al *taxon* di provenienza.

È ragionevole considerare che esista una certa proporzionalità tra il numero di peli di una data specie rinvenuti, relativamente al totale, e i passaggi o la permanenza di individui di quella specie sul luogo di raccolta.

Da questo esame si possono trarre informazioni importanti sulle specie presenti nell'area di studio e sulle abitudini di queste, pertanto potrebbe essere interessante mettere a punto il metodo e saggiarne la validità.

Le strutture della cuticola evidenziate tramite i disegni presentano un'ottima corrispondenza, ad eccezione di rari casi già segnalati nel testo, con quelle mostrate per le stesse specie nell'atlante stilato da Debrot *et al.* (1982), attraverso microfotografie di preparati al microscopio elettronico a scansione (SEM).

Oltre alle discordanze già sottolineate si aggiunge che nell'Orso non è stato possibile rinvenire attraverso i nostri preparati il modello cuticolare a mosaico regolare, con scaglie a losanga simile al petalo di diamante largo, nel tratto immediatamente prossimo alla radice, come risulta invece nell'atlante di Debrot *et al.* (*op. cit.*).

Inoltre in rari casi pur essendo le strutture osservate e schedate con il presente lavoro ascrivibili allo stesso modello cuticolare rispetto all'atlante (*op. cit.*), non sono confrontabili tra loro a causa dell'aspetto diverso dovuto alla diversa tecnica con cui le immagini sono realizzate.

Ne è esempio il Riccio, che nella parte prossimale del pelo presenta un'organizzazione cuticolare ascrivibile al modello a mosaico per entrambi i metodi, anche se l'aspetto della cuticola evidenziato dall'atlante (*op. cit.*) e dai disegni del presente lavoro non appare simile. In generale comunque è possibile apprezzare con la stessa efficacia la struttura cuticolare sia al microscopio ottico che al microscopio elettronico.

I domestici non sono compresi nell'atlante (*op. cit.*), ad eccezione del Gatto, che vi è stato inserito per la sua rilevante attività predatoria tra la fauna selvatica.

Sono stati confrontati i disegni degli stampi cuticolari dei domestici ottenuti nel presente lavoro con dei disegni realizzati, tramite camera chiara da stampi preparati su gelatina, in un lavoro pubblicato negli Anales de la Facultad Veterinaria de León da M.M. Abat (1955).

È stato così possibile constatare la corrispondenza delle strutture cuticolari evidenziate dal

presente lavoro, con quelle realizzate da M.M. Abat (op. cit.), per quanto riguarda Cavallo, Bue, Capra, Cane, Gatto e Coniglio, anche se nel summenzionato lavoro i disegni rappresentano solo un singolo tratto della cuticola per ciascuna specie, non la successione spaziale dei modelli lungo il fusto del pelo.

Tali confronti e l'esito positivo di numerosi tentativi di identificazione ci confortano sull'attendibilità dei risultati ottenuti con la tecnica di stampo esposta nella trattazione e aprono la strada alla prosecuzione del lavoro secondo le linee già esposte di incremento dei campioni di riferimento e di incremento delle tecniche di esame.

RINGRAZIAMENTI

La realizzazione di questo lavoro è stata possibile grazie alla collaborazione e alla disponibilità di varie persone che desideriamo ringraziare calorosamente:

- la Dott.ssa Laura Rinetti che ci ha introdotto e incoraggiato all'utilizzazione del metodo di stampaggio della cuticola;
- la Prof.ssa Clara Bicchierai dell'Università degli Studi di Perugia che con grande gentilezza ci ha messo a disposizione la strumentazione per effettuare i disegni in camera chiara degli stampi;
- il Tecnico di laboratorio Umberto Chiappafreddo che, con la sua solita abnegazione e rispettosa gentilezza, ci ha introdotto e aiutato nell'utilizzo delle attrezzature del "*sancta sanctorum*" del laboratorio dell'ex-Istituto di Zoologia;
- il Direttore dell'ex-Istituto di Zoologia Prof.ssa Maria Vittoria Di Giovanni che, pur occupandosi di invertebrati, ha "tollerato" i nostri studi sui Mammiferi e le loro "produzioni" corporee;
- il Direttore del successivo Dipartimento Prof.ssa Elda Gaino che ha reso possibile il finanziamento della prosecuzione dello studio oltre i risultati della tesi di laurea;
- globalmente l'ex-Istituto di Zoologia dell'Università degli Studi di Perugia, oggi Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale, Sezione di Biologia Animale, che ha messo a disposizione strumentazioni preziose.

Desideriamo infine ringraziare chi ha reso possibile la pubblicazione di questo lavoro: l'Osservatorio Faunistico Regionale che, sempre con grande cura, sa individuare gli strumenti migliori per lo studio e la gestione della fauna selvatica.

BIBLIOGRAFIA

1. ABAT M. M., 1955. Contribució al estudio de las técnicas para la identificaci3n de los pelos animales. *Anales de la Facultad Veterinaria de León*. pp. 209-240.
2. ANONIMO, 1951. El crecimiento de la fibra de lana. *Anales de Zootecn.(da Wool Science Review, 6, 1950)*, pp. 13-20.
3. BRUNNER H. & COMAN B. J., 1974. *The identification of mammalian hair*. Inkata Press, Melbourne, Australia, 176 pp.
4. CHERNOVA O. F., 2002. Architectonic and Diagnostic Significance of Hair Cuticle. *Biol. Bull.* 29:3, pp. 238-247.
5. CHERNOVA O. F., 2003. Architectonic and Diagnostic Significance of Hair Cortex and Medulla. *Biol. Bull.* 30:1, pp. 53-62.
6. COWELL D. & THOMAS G., 1999. A key to the guard hairs of British canids and mustelids. *Brit. Wildl.* 11, pp. 118-120.
7. DAWKINS R., 1976. *The Selfish Gene*. Trad. Zanichelli 1979, 334 pp.
8. DAY M. G., 1966. Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasales. *J. Zool., London*, 148, pp. 201-217.
9. DE MARINIS A. M. & AGNELLI P., 1993. Guide to the microscope analysis of Italian mammals hairs: Insectivora, Rodentia and Lagomorpha. *Boll. Zool* 60:2, pp. 225-232.
10. DE MARINIS A. M. & ASPREA A., 2006. Hair identification key of wild and domestic ungulates from southern Europe. *Wildl. Biol.* 12, pp. 305-320.
11. DEBROT S., FIVAZ G., MERMOD C. & WEBER J. M., 1982. *Atlas des poils de mammifères d'Europe*. *Ist. Zool. Univ. Neuchâtel*, 208 pp.
12. DREYER J. H., 1966. A Study of the hair morphology in the family Bovidae. *Jour. of Vet. Res., Onderstepoort* 33, pp. 379-472.
13. DREYER J. H., ROSSOUW E. & STEYN M. G., 1983. The histology of the prenatal follicle and hair fibre in four curl types of the Karakul sheep. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 13, pp. 180-191.
14. FALIU L., LIGNEREUX Y. & BARRAT J., 1980. Identification des poils des mammifères pyrénéens. *Acta Verteb., Doñana* 1, pp. 125-212.
15. FALIU L., LIGNEREUX Y., BARRAT J., RECH J. & SAUTET J. Y., 1979. Étude en microscopie optique des poils (Pili) de la faune pyrénéenne sauvage en vue de leur détermination. *Zentralblatt für Veterinärmedizin, Anat. Hist. Embryol., Reihe C* 8, pp. 307-317.
16. FORD J. E. & SIMMENS S. C., 1959. Fibre section cutting by the plate method. *J. Text. Inst. Proc.* 50, pp. 148-158.
17. HAUSMAN L. A., 1920. Structural characteristics of the hair of mammals. *Am. Nat.* 54, pp. 496-526.
18. HAUSMAN L. A., 1924. Further studies of the relationships of the structural characters of mammalian hair. *Am. Nat.* 58, pp. 544-557.
19. HAUSMAN L. A., 1930. Recent studies of hair structure relationships. *Scient. Monthly* 30, pp. 258-277.
20. HAUSMAN L. A., 1932. The cortical fusi of mammalian hair shafts. *Am. Nat.* 65, pp. 461-470.
21. HAUSMAN L. A., 1944. Applied microscopy of hair. *Scient. Monthly* 59, pp. 195-202.

22. KELLER A., 1978. Détermination des mammifères de la Suisse par leur pelage: I. Talpidae et Soricidae. *Rev. suisse Zool.* 85, pp. 758-761.
23. KELLER A., 1980. Détermination des mammifères de la Suisse par leur pelage: II. Diagnose des familles. III. Lagomorpha, Rodentia. *Rev. suisse Zool.* 87, pp. 781-796.
24. KELLER A., 1981a. Détermination des mammifères de la Suisse par leur pelage: IV. Crice-tidae et Muridae. *Rev. suisse Zool.* 88, pp. 463-473.
25. KELLER A., 1981b. Détermination des mammifères de la Suisse par leur pelage: V. Carni-vora. VI. Artiodactyla. *Rev. suisse Zool.* 88, pp. 803-820.
26. KHEMELEVSKAYA N. V., 1965. Structure of the rodent hair cuticle, its variability and si-gnificance for taxonomy. *Zoologicheskii Zhurna* 40, pp. 1064-1074.
27. LE MOLI F., 1974. Una maschera da "cattivo". *Atlante Mondadori*, marzo, pp. 82-86.
28. LOBERT B., LUMSDEN L., BRUNNER H. & TRIGGS B., 2001. An assessment of the accuracy and reliability of hair identification of south-east Australian mammals. *Wildl. Res.* 28, pp. 637-641.
29. MAINARDI D. & M., 1979. *Etologia*. Piccin Editore, 63 pp.
30. MATHIAK H. A., 1938a. A key to hairs of mammals of southern Michigan. *J. Wildl. Mgmt.* 2, pp. 162-164.
31. MATHIAK H. A., 1938b. A rapid method of cross-sectioning mammalian hairs. *J. Wildl. Mgmt.* 2, pp. 251-268.
32. MAYER W. V., 1952. The hair of California mammals with keys to the dorsal guard hairs of California mammals. *Amer. Midl. Natural.* 48, pp. 480-512.
33. MEYER W., POHLMAYER K., SCHNAPPER A. & HÜLMANN G., 2001. Subgroup differen-tiation in the Cervidae by hair cuticle analysis. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 47, pp. 253-258.
34. MEYER W., SCHNAPPER A., HÜLMANN G. & SEGER H., 2000. Domestication-related va-riations of the hair cuticula pattern in mammals. *Jour. of Animal Breed. and Genet.* 117, pp. 281-283.
35. MEYER W., SEGER H. & HÜLMANN G., 2002. *SEM-Atlas on the Hair Cuticle Structure of Central European Mammals*. Verlag M. & Schaper, Alfeld-Hanover, Germany, 248 pp.
36. MEYER W., SEGER H., HÜLMANN G. & NEURAND K., 1997. A computer-assisted method for the determination of hair cuticula patterns in mammals. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 110, pp. 81-85.
37. MOORE J. E., 1988. A key for the identification of animal hairs. *Jour. of Foren. Sc. Soc.* 28, pp. 335-339.
38. PASQUALINO A., NESCI E., 1980. *Anatomia Umana*. Utet, 797 pp.
39. PATT D. J. & PATT G. P., 1969. *Comparative vertebrate histology*. Trad. Uses S.p.A. Firenze 1977, 418 pp.
40. SEILER N., 2010. SEM-Atlas of hair structures of South-African mammals. *Mammalia* 74:3, pp. 281-290.
41. TEERINK B. J., 1991. *Hair of West-European Mammals Atlas and identification key*. Cam-bridge University Press, 224 pp.
42. USHAKOVA N. A. & TSELIKOVA T. N., 1998. Development of mathematical criteria for identifying mammals by hair structure. *Russian Jour. of Zool.* 2, pp. 466-471.
43. WILDMAN A. B., 1932. Coat and fibre development in some British sheep. *Proc. Zool. Soc. London* 2, pp. 257-285.

44. WILDMAN A. B., 1940. Animal fibres of industrial importance: their origin and identification. Wool Ind. Res. Assoc., Leeds, 28 pp. & 33 plates.
45. WILDMAN A. B., 1954. The microscopy of animal textile fibres. Wool Ind. Res. Assoc., Leeds, 209 pp.
46. WILDMAN A. B., 1961. The identification of animal fibres. J. Forens. Sci. Soc. 1, pp. 115-119.
47. WILDMAN A. B. & CARTER H.B., 1939. Fibre-follicle terminology in the Mammalia. Nature 144, pp. 783-784.
48. WILLIAMS C. S., 1938. Aids to the identification of mole and shrew hairs with general comments on hair structure and hair determination. J. Wildl. Mgmt. 2, pp. 239-250.

INDICE ALFABETICO DELLE SPECIE (nomi italiani)

Bue	82
Camoscio alpino	72
Cane I	84
Cane II (pastore tedesco)	132
Cane III (siberian husky)	136
Capra domestica	86
Capriolo	66
Cavallo	74
Cervo	68
Cinghiale	58
Coniglio domestico	114
Daino	76
Donnola	142
Ermellino	144
Faina	156
Gatto domestico I	95
Gatto domestico II (soriano)	96
Gatto selvatico europeo	98
Istrice	60
Lepre comune	118
Lepre variabile	122
Lince eurasiatica	102
Lontra	148
Lupo	140
Marmotta	88
Martora	152
Muflone	78
Orso bruno	104
Pecora domestica	110
Puzzola	160
Riccio	62
Scoiattolo	166
Tasso	90
Volpe	128

INDICE ALFABETICO DELLE SPECIE (nomi scientifici)

<i>Bos taurus</i>	82
<i>Canis lupus familiaris I</i>	84
<i>Canis lupus familiaris II</i> (pastore tedesco)	132
<i>Canis lupus familiaris III</i> (siberian husky)	136
<i>Canis lupus lupus</i>	140
<i>Capra aegagrus hircus</i>	86
<i>Capreolus capreolus</i>	66
<i>Cervus elaphus</i>	68
<i>Dama dama</i>	76
<i>Equus caballus</i>	74
<i>Erinaceus europaeus</i>	62
<i>Felis silvestris catus I</i>	95
<i>Felis silvestris catus II</i> (soriano)	96
<i>Felis silvestris silvestris</i>	98
<i>Hystrix cristata</i>	60
<i>Lepus europaeus</i>	118
<i>Lepus timidus</i>	122
<i>Lutra lutra</i>	148
<i>Lynx lynx</i>	102
<i>Marmota marmota</i>	88
<i>Martes foina</i>	156
<i>Martes martes</i>	152
<i>Meles meles</i>	90
<i>Mustela erminea</i>	144
<i>Mustela nivalis</i>	142
<i>Mustela putorius</i>	160
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	114
<i>Ovis aries</i>	110
<i>Ovis musimon</i>	78
<i>Rupicapra rupicapra</i>	72
<i>Sciurus vulgaris</i>	166
<i>Sus scrofa</i>	58
<i>Ursus arctos</i>	104
<i>Vulpes vulpes</i>	128

Finito di stampare
nel mese di dicembre 2011
da LITOSTAMPA s.n.c. - Ponte San Giovanni (PG)