



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO
SCUOLA DI SCIENZE E TECNOLOGIE

Corso di Laurea in Scienze geologiche, naturali e ambientali
Classe L32 Scienze e Tecnologie per l'ambiente e la natura

ELABORATO FINALE DI LAUREA IN

Anatomia e Fisiologia animale

**RILEVAMENTO E ANALISI DEI DATI BIOMETRICI IN
POPOLAZIONI DI CAPRIOLO (*Capreolus capreolus*) NELLA
PROVINCIA DI MACERATA**

TESI SPERIMENTALE

Laureanda:
Valentina Iesari

Tutor Universitario:
Prof.ssa Paola Scocco
Tutor Aziendale:
Dr. Andrea Brusafferro

ANNO ACCADEMICO 2013/2014



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO
SCUOLA DI SCIENZE E TECNOLOGIE

Corso di Laurea in Scienze geologiche, naturali e ambientali
Classe L32 Scienze e Tecnologie per l'ambiente e la natura

ELABORATO FINALE DI LAUREA IN

Anatomia e Fisiologia animale

**RILEVAMENTO E ANALISI DEI DATI BIOMETRICI IN
POPOLAZIONI DI CAPRIOLO (*Capreolus capreolus*) NELLA
PROVINCIA DI MACERATA**

TESI SPERIMENTALE

Laureanda:

Valentina Iesari

Tutor Universitario:

Prof.ssa Paola Scocco

Tutor Aziendale:

Dr. Andrea Brusafferro

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

INDICE

INTRODUZIONE	pag. 3
I. Classificazione tassonomica	pag. 3
II. Morfologia	pag. 6
- <i>Mantello</i>	pag. 7
- <i>Palco</i>	pag. 9
- <i>Morfologia Cranio e Mandibola</i>	pag. 12
III. Ecologia	pag. 14
- <i>Habitat</i>	pag. 14
IV. Alimentazione	pag. 15
V. Censimento e Conteggi	pag. 20
- <i>Modalità di Censimento</i>	pag. 20
- <i>Descrizione dell'Area di Studio</i>	pag. 23
VI. Rilevamento biometrico	pag. 24
- <i>Biometria</i>	pag. 24
- <i>Determinazione della Classe di Età</i>	pag. 25
VII. Morfometria geometrica	pag. 26
FINALITA'	pag. 29
MATERIALI E METODI	pag. 30
VIII. Esperienza di Censimento	pag. 30
IX. Rilevamento dei dati Biometrici	pag. 34
RISULTATI E DISCUSSIONE	pag. 39
BIBLIOGRAFIA	pag. 49

INTRODUZIONE

I. Classificazione tassonomica



Fig.1 – Esemplare di *Capreolus capreolus*.

Il Capriolo europeo (Fig.1) rientra nel:

Superordine: Ungulati

Ordine: Artiodattili

Sottordine: Ruminanti

Famiglia: Cervidi

Genere: *Capreolus*

Specie: *c. capreolus*

L'areale di distribuzione del Capriolo si estende dalle regioni più occidentali dell'Europa fino alla Siberia e alla Cina (Fig.2).



Fig.2 – Distribuzione euroasiatica del capriolo.

All'interno di questa zona il Capriolo si suddivide in tre specie:

- il capriolo europeo (*Capreolus capreolus capreolus*);
- il capriolo siberiano (*Capreolus capreolus pygargus*);
- il capriolo cinese (*Capreolus capreolus bedfordi*).

Quello europeo viene considerato come una specie monotipica, cioè non sono ipotizzate delle sottospecie per le popolazioni europee, anche se nell'Italia peninsulare si può incontrare una forma italica (*Capreolus capreolus italicus*), composta da nuclei relitti sparsi per la penisola (Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Foresta Umbra del Gargano, Catena di Orsomarso, Sila), e alcune analisi del DNA sosterebbero la differenza genotipica tra le popolazioni del continente e quelle italiane autoctone (Ladini, 2001).

In passato il Capriolo era distribuito su tutto il territorio italiano, poi a partire dal XVI secolo la sua popolazione ha incominciato a diminuire drasticamente, fino a raggiungere un punto di massima criticità nel XIX secolo. La sua graduale scomparsa è stata causata da un insieme di fattori: bracconaggio, urbanizzazione del suo habitat d'origine, malattie trasmesse dagli animali domestici. La ripresa è avvenuta a partire dagli anni '60, quando grazie all'abbandono delle aree

montane e alla diminuzione dello sfruttamento agricolo, si è verificato un incremento delle aree boscate e di ecotono. Il recupero della popolazione è stato allora favorito da una colonizzazione spontanea in aggiunta alle immissioni operate dall'uomo.

Attualmente è stato osservato che nell'Italia settentrionale il Capriolo ha occupato l'80% del suo areale di distribuzione, nell'Italia centrale il 56% e in quella meridionale solo lo 0,02%. Rispetto le capacità portanti del territorio, la consistenza del Capriolo in Italia è sembra essere ancora bassa (Fig.3). E' allora necessaria un'efficace azione gestione per incrementare la popolazione (Mustoni et al., 2012).



Fig.3 – Distribuzione del capriolo in Italia.

Il Capriolo non supera gli 11-12 anni di età, e un tale traguardo è raggiunto dalla minoranza dalla popolazione. Trascurando le altre possibili minacce che possono inficiare la sopravvivenza dell'individuo, bisogna considerare il fatto che in corrispondenza di un avanzato stato di età, la dentatura del Capriolo è quasi del tutto usurata. Ciò impedisce l'alimentazione e di conseguenza si aggravano le condizioni di salute dell'animale (Ladini, 2001).

II. Morfologia

Il Capriolo è un Cervide di piccole dimensioni dal dorso leggermente curvo e il treno posteriore più alto e robusto rispetto a quello anteriore. La sua lunghezza varia tra i 100 e i 130 cm. Mentre l'altezza al garrese è di 70-75 cm per il maschio e nella femmina di poco inferiore. Il peso alla nascita si aggira intorno al valore di 1,5 kg, ma i piccoli sono caratterizzati da un rapido accrescimento e dai 2-3 anni di età raggiungono le massime dimensioni corporee. Il peso è variabile, poiché è influenzato da:

- altitudine media e qualità degli habitat occupati;
- risorse alimentari;
- stato di salute individuale;
- periodo annuale;
- patrimonio genetico;
- densità della popolazione;
- grado del carico di stress (sommatoria degli effettivi negativi sullo sviluppo della popolazione).

Comunque in media il *peso pieno* (o vivo) del maschio è di 31-32 kg, mentre nella femmina è di 25-28 kg, e può variare nel corso della giornata in funzione della quantità di cibo ingerito, infatti per i Ruminanti nella valutazione del peso complessivo non si può trascurare la quantità di cibo presente nel rumine. Essendo però il contenuto variabile, in ambito scientifico si considera il *peso vuoto*, ovvero il peso dell'animale privato degli organi interni. Infatti il peso vuoto (o eviscerato) corrisponde al 75-85 % del peso vivo e si ottiene privando la carcassa degli organi viscerali addominali e toracici (Mustoni et al., 2012).

Mantello

Il Capriolo va incontro a due mute annuali, una primaverile ed una autunnale, con lo scopo di adeguarsi nella maniera più efficiente alle variazioni delle condizioni climatiche (Fig.4).



Fig.4 – Mantello del capriolo a seconda della stagione.

A primavera il manto presenta un colore bruno-rossastro e l'area perianale risulta avere una tonalità più chiara rispetto a quella del dorso. Questa muta avviene tra fine aprile e l'inizio di giugno e dura alcune settimane, mentre quella autunnale risulta più rapida. Si accresce da settembre ad ottobre e in questo periodo è evidente la macchia bianca dell'area perianale, definita "*specchio anale*".

Questo specchio è differente tra i sessi: nei maschi è a forma di rene con la concavità rivolta verso il basso (Fig.5), mentre nella femmina è più rotonda e assume l'aspetto di un cuore con una falsa (Fig.6).



Fig.5 – Mantello invernale del maschio.



Fig.6 – Mantello invernale della femmina.

I piccoli subito dopo la nascita possiedono un mantello rosso-bruno con piccole macchie bianche sopra il dorso, le quali poi scompaiono tra il secondo e il terzo mese di vita (Fig.7).



Fig.7 – Mantello del piccolo.

La muta è influenzata da (Ladini, 2001):

- condizioni climatiche;
- area geografica (altitudine e latitudine);
- età degli individui;
- salute dell'animale.

Palco

Come nel caso degli altri Cervidi anche il Capriolo maschio possiede un palco, che risulta essere composto da due stanghe generalmente simmetriche. Queste stanghe poggiano su degli steli, prolungamenti ossei dell'osso frontale. Nei soggetti adulti, ciascuna stanga si ramifica in tre punte: *oculare*, *vertice* e *stocco*. La base delle stanghe è caratterizzata da un ingrossamento frastagliato detto *rosa*, da cui partono delle scanalature, nominate *solchi*. I solchi e la rosa sono poi adornate da delle escrescenze a goccia che vengono chiamate *perle* (Fig.8).

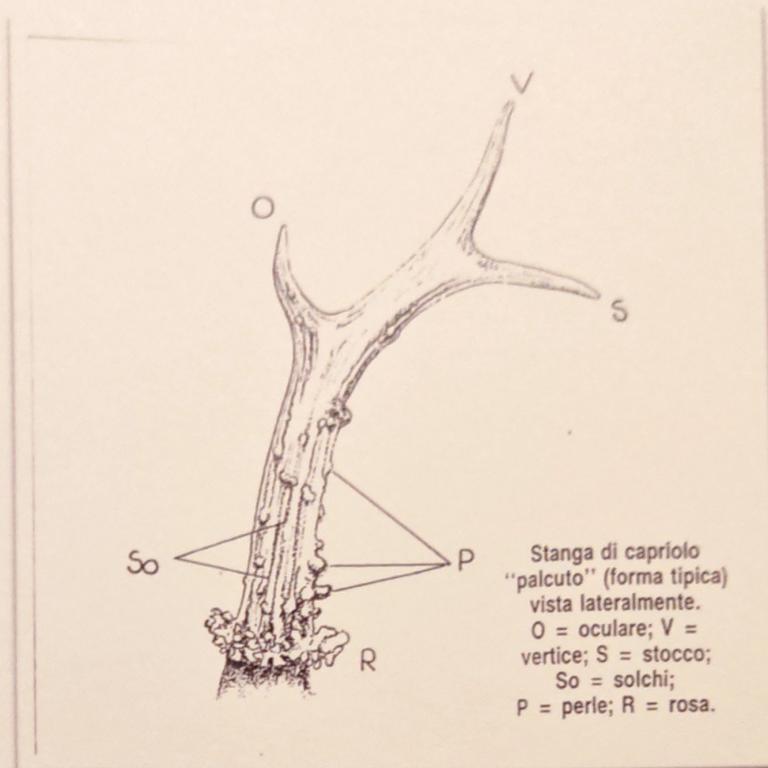


Fig.8 – Stanga di capriolo.

La lunghezza del palco varia tra i 20 e i 25 cm e viene misurata seguendo il lato esterno della stanga fino all'estremità del vertice. Il peso è compreso tra 190 e 290 grammi e può essere ricavato moltiplicando il peso del cranio intero per un coefficiente uguale a 0,725 (Mustoni et al., 2012).

In base alla classe di età la forma del palco varia e gli esemplari si suddividono in tre tipologie (Fig.9):

- *puntuti*: palco a due punte tipico dei subadulti di 11-12 mesi;
- *palcuti*: palco a sei punte tipico degli adulti superiori ad 1 anno di età);
- *forcuti* : palco a quattro punte diviso in due tipologia *forcuto in avanti* (dove manca lo stocco) e *forcuto indietro* (dove manca l'oculare).

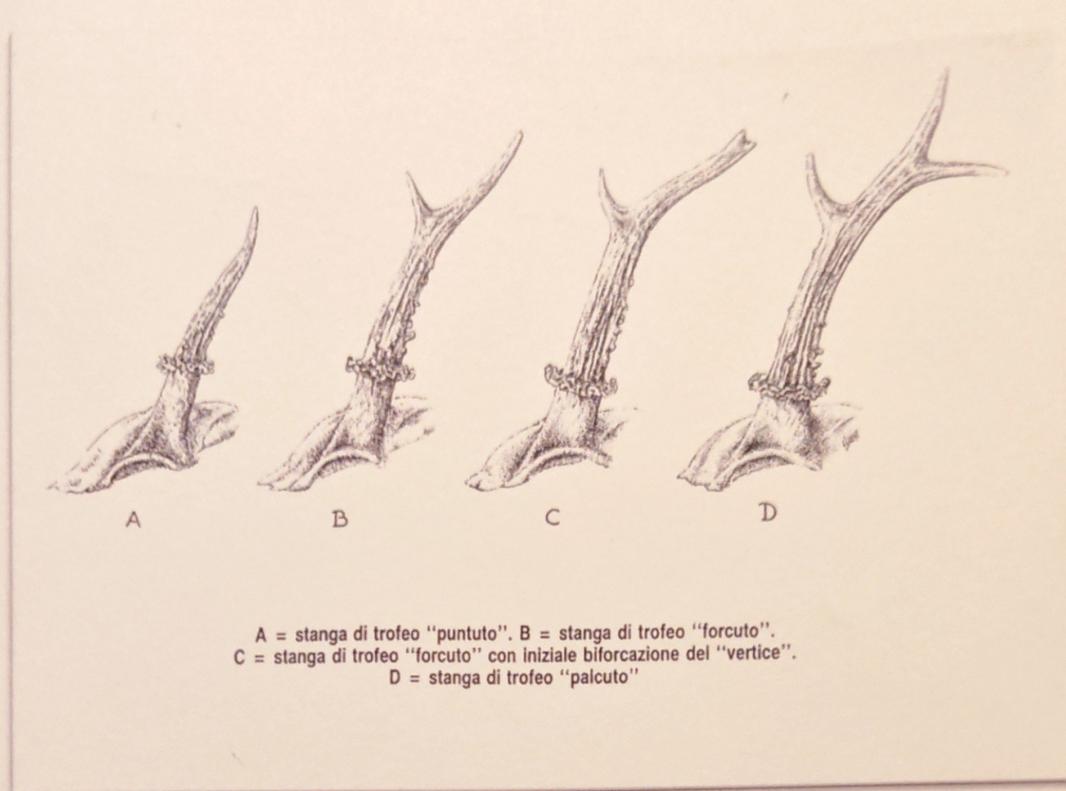


Fig.9 – Tipologie di palco.

Il palco del Capriolo è sottoposto ad un ciclo poiché le stanghe cadono e poi ricrescono ogni anno. Lo sviluppo delle nuove stanghe inizia in autunno, nei giovani di 1 o 2 anni più tardi. Durante il periodo di sviluppo le stanghe di nuova formazione sono protette da un rivestimento cutaneo, detto *velluto*, composto da derma ed epidermide. Sotto il velluto, l'accrescimento del palco è favorito dalla proliferazione delle cellule della zona germinativa di natura connettivale, poste all'apice delle stanghe in formazione. Queste cellule apportano una sostanza che progressivamente calcifica le stanghe. Tutto il processo è regolato da un serie di ormoni:

- *l'ormone della crescita GH* che stimola la proliferazione delle cellule della zona germinativa;
- *i corticosteroidi* i quali favoriscono la secrezione delle componenti connettivali;
- *il paratormone e la calcitonina* controllano il processo di calcificazione;
- *T3 e T4* che potenziano l'azione del GH;
- *il testosterone* il quale determina la scomparsa delle cellule della zona germinativa, arrestando la crescita dei palchi.

Una volta che lo sviluppo delle stanghe è completo i vasi sanguigni del derma del velluto si trombizzano, determinando la morte dell'epidermide sovrastante e la perdita del velluto, facilitata dallo sfregamento su alberi e arbusti a fine inverno-inizio primavera.

In autunno si ha un forte decremento del testosterone e un rapido aumento del GH, in questo modo si ha l'attivazione degli osteoclasti alla base delle stanghe, che porta alla caduta del trofeo (Ladini, 2001).

Squilibri di tipo ormonale o metabolico, denutrizione, eventi traumatici o temperature molto basse durante lo sviluppo, possono portare ad anomalie nello sviluppo del palco.

Di per sé il palco non serve a conquistare la supremazia nella classe maschile, anche se i confronti aggressivi avvengono servendosi di esso. E' piuttosto un simbolo di riconoscimento individuale, relativamente poco importante rispetto alle dimensioni generali e, forse, al carattere del soggetto (determinato anche dalla classe sociale). Durante la fase gerarchica, i maschi eseguono confronti che iniziano con le parate e, solo quando necessario, proseguono con imposizioni, minacce e lotte vere e proprie.

Morfologia Cranio e Mandibola

Il cranio di un Capriolo si distingue in due porzioni: il *neurocranio*, o cranio neurale, e lo *splanocranio*, o cranio viscerale. La prima, dalla quale si accresce anche il palco, contiene l'encefalo e gli organi di senso (vista, olfatto, udito ecc.), mentre la seconda è composta dalle ossa che compongono la faccia e proteggono le parti iniziali delle vie digerenti, respiratore e dove si sviluppano i denti.

La mandibola è uno degli elementi che compongono il cranio viscerale, e nel corso del tempo si è specializzata nell'assunzione e nella triturazione dei vegetali. Consiste in un osso mediano simmetrico, unito con un articolazione mobile alle ossa temporali. E' composta da due metà saldate sulla linea di mezzo nella sinfisi del mento e divaricate posteriormente con un'apertura di 30-35 gradi. Ogni metà consta di un corpo e di un ramo ascendente che si stacca ad

angolo retto dall'estremità posteriore del corpo (Ladini, 2001). Il *corpo mandibolare* (CM) è distinto in (Mustoni et al., 2012):

- *forbice dentale anteriore*, con 6 incisivi e 2 canini molto sottili e taglienti adatti a tagliare l'essenze vegetali;
- *porzioni trituranti*, con 6 premolari e 6 molari, strutturati in modo da sminuzzare il cibo per renderlo più dirigibile;
- *diastema* che separa la forbice della porzione triturante.

Il corpo termina posteriormente con l'*angolo mandibolare* (AM), che serve da inserzione al muscolo massetere per compiere la masticazione. E' più prominente nel maschio e presenta, nella zona di congiunzione con il margine inferiore del corpo mandibolare, una piccola scanalatura. Il *ramo ascendente* (RA) in alto termina con due sporgenze ossee: *processo coronoideo* più lungo (PCo) e *processo condiloideo* più corto (PCd). I due processi sono poi separati da un incisura, detto *incisura sigmoidea* (IS) (Ladini, 2001). Questa descrizione risulterà poi utile per l'individuazione dei punti necessari per le misurazioni (Figg.10 e 11).

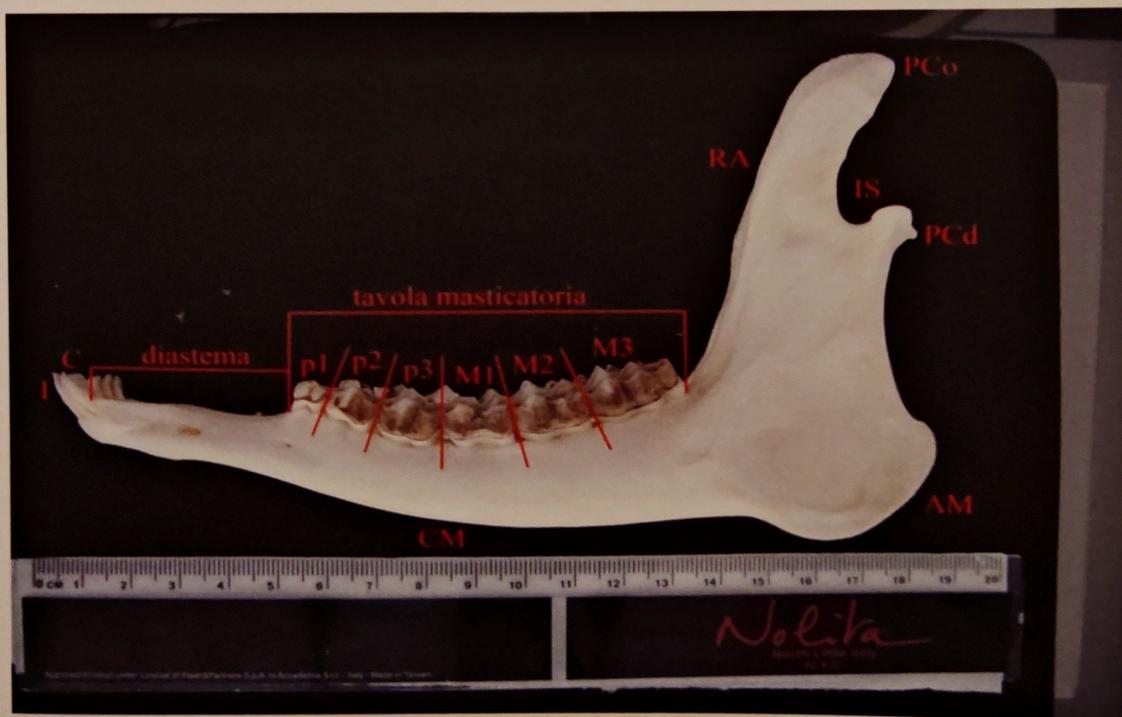


Fig.10 – Visione laterale della mandibola (a).

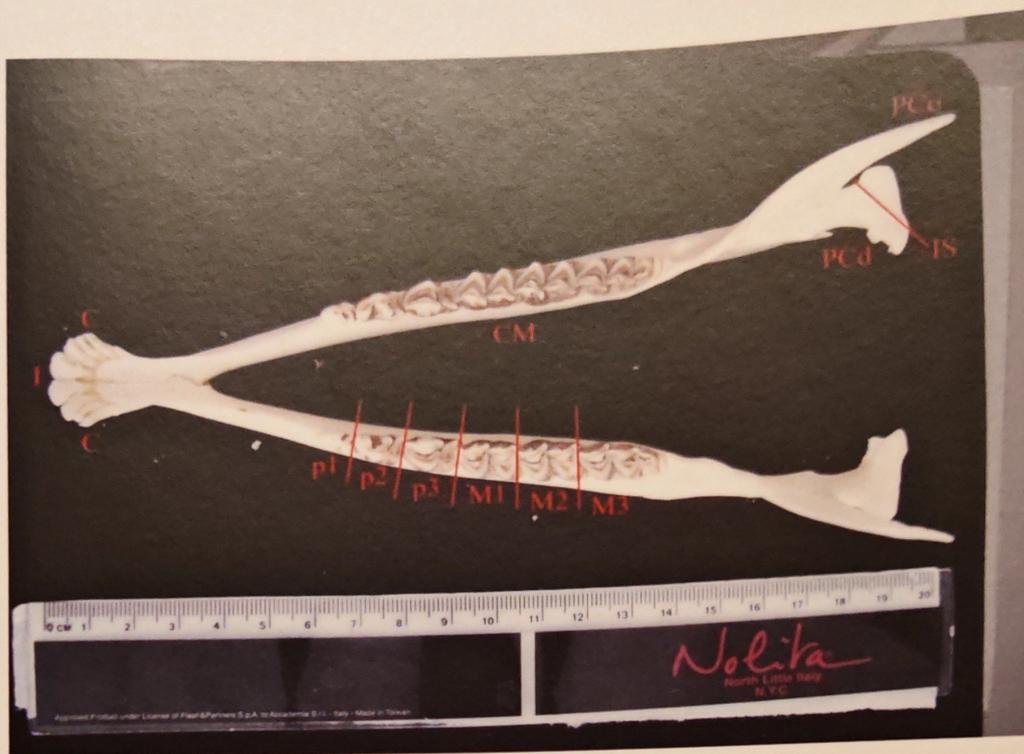


Fig.11 – Versione dorsale della mandibola (a).

III. Ecologia

Habitat

Il Capriolo è una specie molto fedele al suo territorio. La sua distribuzione va dal livello del mare fino al limite della vegetazione intorno ai 1750-1800 m di quota in Appennino, dove arriva la faggeta. Il suo ambiente ideale è caratterizzato da un'elevata variabilità di specie vegetali, e fornito di un fitto sottobosco intervallato a spazi aperti contornati da arbusti (i boschi più idonei sono quelli a latifoglie mesofile come *querco-carpineti* o *querceti planiziali*). Molto sfruttati sono le zone di transizione tra il bosco (ecotoni) e il prato o i pascoli e i campi agricoli abbandonati. Infatti il Capriolo possiede una buona capacità di adattamento, che gli consente di sopravvivere anche a diverse condizioni ambientali. Importante però per la sua esistenza è la presenza d'idonee aree di svernamento. In inverno il manto nevoso impedisce gli spostamenti e la ricerca del cibo, perciò gli individui tendono a scendere di quota (soprattutto in ambienti di montagna), spostandosi verso versanti esposti a

sud più caldi. Riassumendo si può affermare che i fattori che determinano l'areale di distribuzione del Capriolo sono:

- struttura dell'ambiente;
- disponibilità dell'alimento;
- relazione tra i primi due fattori.

Inoltre più l'habitat è frammentato e più va ad avvantaggiare l'animale, garantendo più porzioni di territorio nel quale ricercare il cibo. Da questo discorso si comprende anche come il Capriolo subisca un stimolo che lo conduce all'insediamento e questo stimolo è composto da una serie di elementi (Mustoni et al., 2012):

- il grado di ecotono;
- la copertura del sottobosco (sfruttata come rifugio);
- la disponibilità di comfort termico.

Il Capriolo risulta sensibile a molte fonti di disturbo ed in particolare alla presenza di cani vaganti o randagi, così come l'uso improprio di cani da seguita durante la caccia ad altre specie. Contrariamente a quanto avviene nelle uccisioni effettuate dal lupo, l'alimentazione dei vaganti è praticamente nulla mentre si nota uno scempio puramente ludico nel collo e nel posteriore.

Le altre attività umane collegate alle tradizionali attività agro-silvo-pastorali o escursionistiche risultano generalmente ben tollerate. Un discorso a parte merita il problema degli sfalci eseguiti dopo l'epoca dei parti con falciatrici meccaniche che possono provocare una vera e propria decimazione dei caprioletti.

IV. Alimentazione

Il Capriolo è un Ruminante, e ciò significa che il suo stomaco è suddiviso in 4 camere: *reticolo*, *rumine*, *omaso* e *abomaso* (Fig.12). Le prime 3 sono dette *prestomaci*, mentre l'ultima corrisponde allo stomaco ghiandolare dei *Monogastrici*. I prestomaci permettono all'animale di ospitare e utilizzare una popolazione di microrganismi (batteri, protozoi, miceti) capace di digerire ciò che il Ruminante da solo non riesce a digerire: la cellulosa, polimero di

molecole di glucosio presente in grandi quantità nella dieta degli erbivori. La microfauna opera una digestione fermentativa, da cui si ottengono degli acidi grassi volatili, assorbiti poi dalle papille ruminali (estroflessioni della mucosa del rumine). Le tre camere prestomacali fungono da ambiente protetto e ricco in nutrienti, nel quale la flora batterica e protozoaria può proliferare (Scocco e Malfatti, 2007). In questo modo si crea un rapporto simbiotico tra il Ruminante e i microrganismi: “*l'animale alimenta i microbi e i microbi alimentano l'animale*” (Mustoni et al., 2012).

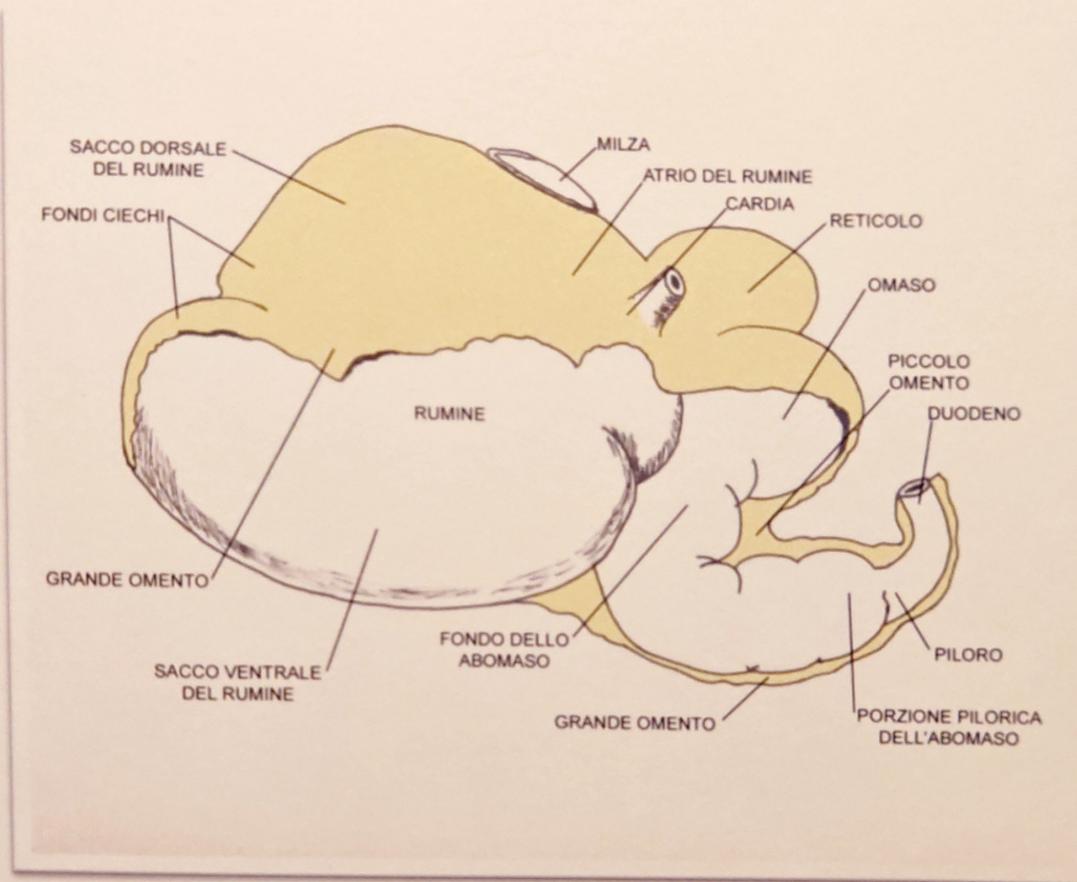


Fig.12 – I prestomaci dell'apparato digerente dei Ruminanti.

La funzione dei prestomaci si esplica in diverse fasi. Prima di tutto entrano in gioco il comparto rumino-reticolare, il quale tramite una serie di contrazioni seleziona il contenuto ruminale, rinviando ad un'ulteriore digestione il materiale non sufficientemente frammentato e indirizzando all'omaso la parte più digerita. Questo processo prende il nome di *ciclo primario*. Successivamente si ha il ciclo secondario, che si alterna al primo in maniera non regolare, a causa della pressione esercitata sulla volta del rumine dai gas prodotti durante la

fermentazione. Durante questa fase si ha un ulteriore rimescolamento del materiale e l'espulsione dei gas (eruttazione). Con uno sforzo inspiratorio a glottide chiusa inizia allora la ruminazione, dove si ha il rigurgito dal comparto rumino-reticolare di una certa quantità del cibo ingerito. Il materiale parzialmente digerito risale fino nella bocca e viene sottoposto ulteriormente alla masticazione (*masticazione mericica*) (Scocco e Malfatti, 2007).

E' stato dimostrato che i Ruminanti si differenziano in base alle caratteristiche morfofunzionali del loro apparato digerente, e che di conseguenza differisce anche la loro alimentazione (Hofmann, 1989). Questo comporta una suddivisione delle nicchie trofiche tra gli Ungulati, che però non esclude la competizione tra le specie. Possiamo allora distinguere i Ruminanti in tre gruppi (Hofmann, 1989) (Fig.13):

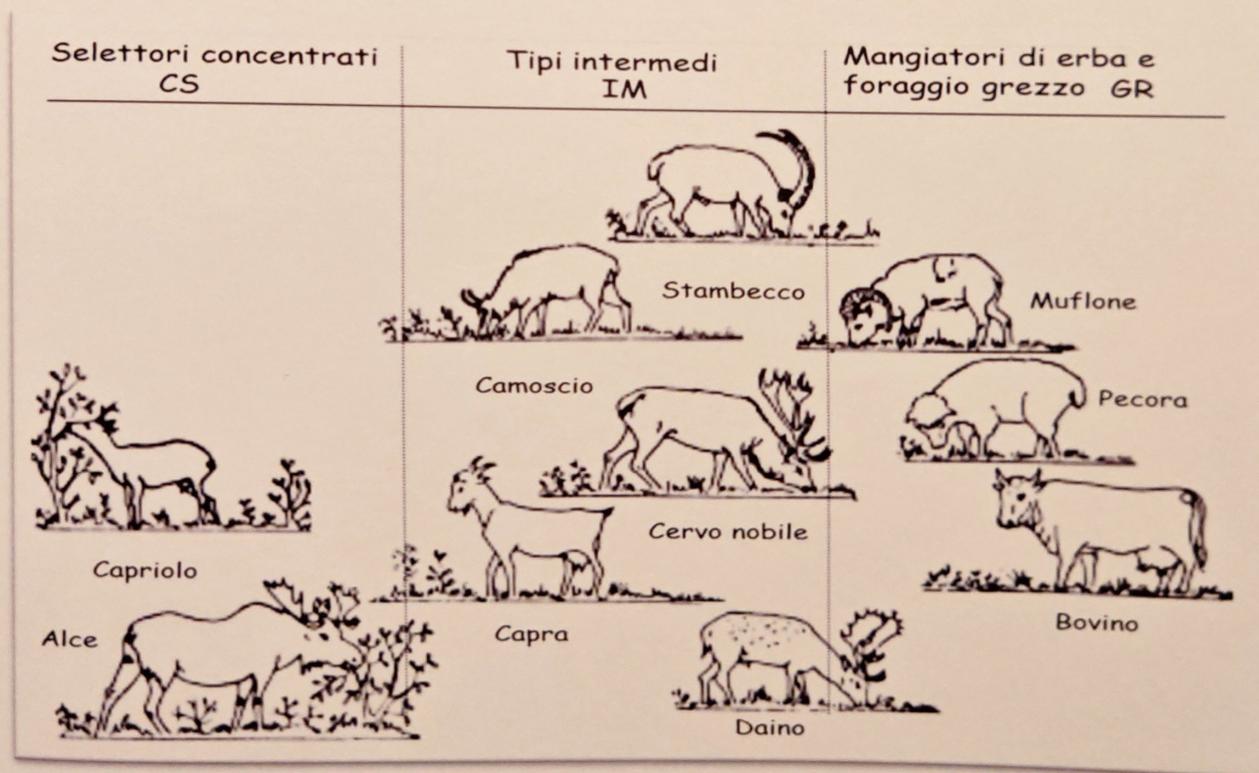


Fig.13 – Classificazione in tipi alimentari dei Ruminanti europei (modificata da Hofmann, 1984).

- *Selettori concentrati* (brucatori): specie che consumano in particolar modo la specie vegetali ricche di nutrienti facilmente digeribili e ad alto contenuto proteico;
- *Tipi intermedi*: specie capaci di adattarsi alle disponibilità alimentare con il variare delle stagioni. Modificando notevolmente le loro abitudini, passano da essere dei brucatori a dei pascolatori;
- *Mangiatori di erba e foraggio grezzo* (pascolatori): specie che si cibano di alimenti fibrosi e ricchi di cellulosa.

Il Capriolo appartiene al primo gruppo e quindi la specie, durante la sua evoluzione, si è adattata alla processazione di foraggio ricco in succhi cellulari. Infatti l'animale ricerca foraggio facile da digerire, selezionando le essenze tra la bassa vegetazione del sottobosco. I siti d'alimentazione più frequentati corrispondono alle aree di bosco dove il rinnovo vegetativo è più precoce e rapido all'inizio della primavera. La situazione appena descritta si realizza ai margini del sottobosco e nelle radure. In questi punti l'attività di pascolo del Capriolo viene effettuata tramite una brucatura, che consente di all'animale selezionare le essenze più tenere e più palatabili (Scocco, 2005).

Questo adattamento richiede modifiche fisiologiche ed anatomiche dell'apparato digerente che aumentano la selettività del Capriolo nell'alimentazione. Elementi morfologici indici della selettività del Capriolo sono (Scocco, 2005):

- muso corto e appuntito con incisivi incurvati che migliorano la prensione delle fibre più tenere;
- grandi ghiandole salivari che producono molta saliva utile per scindere i succhi cellulari già a livello della bocca;
- ridotta capacità del rumine che impedisce al Capriolo di prelevare grandi quantità di cibo e per nutrirsi è costretto ad effettuare brevi e numerosi periodi di alimentazione (fino a 10-11 volte al giorno), intervallati da momenti dediti alla ruminazione e alla digestione;
- ottimo sviluppo della camera di fermentazione distale per effettuare al meglio la digestione della cellulosa.

L'alimentazione del Capriolo è essenzialmente costituita da piante erbacee per il 10-30%, da pascolo pensile (gemme e foglie) e frutti per il 60-90% e da radici e cortecce per il 5-8% (Ronchi, 1988). La quantità cibo ingerita però è sottoposta a fluttuazioni a causa della stagionalità. Infatti il Capriolo durante primavera in proporzione con il peso corporeo consuma giornalmente 80 g/Kg del cibo, in estate 50-70 g/Kg e in autunno-inverno 40-80 g/Kg. In generale tramite il calcolo del FMS (*Fabbisogno Medio Stagionale*) si è visto che il Capriolo necessita di 1,8 Kg/die. La reperibilità del cibo durante l'anno è influenzata anche dalle caratteristiche dell'ambiente nel quale l'animale vive. Tramite la realizzazione di una "Carta fitoecologica della *Carrying capacity* relativa al capriolo" nella Provincia di Macerata sono state individuate le aree più idonee per il fabbisogno nutrizionale per l'animale. Si nota una marcata differenza di vocazionalità tra l'area montana e quella collinare; infatti la prima risulta essere poco produttiva soprattutto alle quote più elevate durante il periodo invernale (Scocco et al., 2013).

Il fabbisogno idrico del Capriolo viene soddisfatto dal contenuto d'acqua presente nelle fibre vegetali ingerite. Infatti non è strettamente necessaria la presenza di corsi d'acqua o fonti, anche se non è inconsueto osservare qualche individuo abbeverarsi ad un torrente magari durante le aride giornate estive (Mustoni et al., 2012).

Oltre a questo bisogna aggiungere che l'alimentazione del Capriolo può essere influenzata dalle interazioni con altri animali tipici delle aree boschive ed in particolare può entrare in competizione con il Cinghiale (Fig.14).



Fig.14 – Esemplare di cinghiale.

Alcuni studi compiuti all'interno del Parco Nazionale dei Monti Sibillini dimostrano però che le due specie non interagiscono in maniera negativa. È stato riscontrato che la popolazione del Capriolo è in rapida crescita, mentre quella del Cinghiale rimane pressoché costante. Gli areali di distribuzione del Cinghiale e del Capriolo sono sovrapposti ma le loro nicchie trofiche si differenziano, quindi non risulta esserci particolare competizione tra i due animali durante l'acquisizione della risorsa. Tuttavia gli habitat trofici del Cinghiale e del Capriolo possono combaciare durante il periodo autunno-inverno quando il cibo incomincia a scarseggiare e i frutti a terra (ghiande, fagge, ecc) sono le uniche risorse disponibili per il Capriolo ma a disposizione anche del Cinghiale che risulta più resistente e robusto e prevale nella ricerca dell'alimento sul Capriolo, ostacolato dalla copertura nevosa (Piano Triennale di Gestione del Cinghiale e di Monitoraggio del Capriolo, 2012-2015).

V. Censimento e Conteggi

Modalità di Censimento.

La metodica del censimento è una delle attività che fanno parte del processo di monitoraggio di una popolazione. Per *monitoraggio* s'intende un insieme di progetti volti a raccogliere ed ad organizzare dati quantitativi, riferiti a variabili

demografiche, con lo scopo di valutare periodicamente lo stato di un sistema. Mentre *censire* una popolazione equivale a determinare il numero d'individui e la ripartizione di quest'ultimi in classi di sesso e di età. L'attuazione del censimento può essere sottoposta a due fonti di errore: la probabilità di rilevamento degli animali e la strategia di campionamento, aspetti che vanno a ricadere sulla qualità e sull'affidabilità dei dati raccolti. Infatti un censimento esaustivo risulta quasi del tutto impossibile, ed inoltre l'identificazione dei sessi e delle classi di età richiede la presenza di osservatori esperti. Di solito la popolazione contata viene sottostimata, cioè i dati raccolti durante la conta non corrispondono mai al numero reale ed effettivo degli individui, presenti in una determinata area campione. Solo in casi assai rari si può verificare una sovrastima degli effettivi (ISPRA, Linee Guida per la gestione degli Ungulati, 91/2013).

Le metodologie sperimentate e adottate nel corso degli anni per eseguire censimenti faunistici sono molteplici e molto diversificate; la Regione Marche (Criteri e Indirizzi di Pianificazione Faunistico Venatoria 2010-2015) individua le modalità di effettuazione dei censimenti alle specie di fauna selvatica, ritenute idonee ed applicabili per la gestione delle stesse sul proprio territorio.

Relativamente alla specie Capriolo, il CIPFV indica le seguenti metodologie:

- *Battuta su aree campione*: da attuarsi nei mesi di Aprile-maggio su almeno il 10-15% della Superficie Utile alla specie;
- *Conteggio diretto su aree campione*: da attuarsi nei mesi di Marzo-Aprile (non indica la percentuale minima di territorio osservabile).

La scelta delle aree campioni (UC-campione) è avvenuta mediante il seguente protocollo:

- Realizzazione di un reticolo a maglie esagonali di 400 ha ciascuna sul territorio dei DG-cervidi;
- Scelta casuale per ciascun DG-cervidi di un numero di maglie esagonali (UC-campione) per una superficie non inferiore al 20% delle aree aperte censibili in ciascun DG-cervidi;

- Individuazione all'interno di ciascuna area campione di un numero variabile di stazioni di osservazione definite in modo da coprire la superficie censibile.

La pianificazione dei conteggi è regolata da una figura centrale, indicata come *responsabile del settore di conta*, che si occupa in generale dell'organizzazione territoriale e dell'attuazione delle attività. Infatti i lavori da lui svolti sono (ISPRA, Linee Guida per la gestione degli Ungulati, 91/2013):

- localizzazione dei punti d'osservazione, istruzione e organizzazione dei censitori;
- verifica delle strumentazioni utilizzate (ottiche e schede);
- esercizio di capacità decisionale;
- raccolta delle schede relative di ogni sessione di conta e valutazione critica dei dati riportati;
- compilazione di una scheda riassuntiva di ogni sessione di conta.

Infine ai censitori spetta il compito di effettuare la conta diretta, identificando il sesso e la classe di età degli individui osservati e riportando i dati su delle apposite schede (ISPRA, Linee Guida per la gestione degli Ungulati. 91/2013).

La determinazione del sesso e della classe si compie con l'ausilio del cannocchiale o del binocolo, basandosi sull'osservazione delle caratteristiche fenotipiche dell'animale e del suo comportamento (Fig.15).



Fig.15 – Esempio di sessione di conta con l’ausilio di un cannocchiale.

I maschi sono riconoscibili in quanto dalla primavera fino all’autunno presentano un palco in velluto. Anche lo specchio anale è un criterio d’identificazione dei sessi; infatti in entrambi lo specchio è bianco e privo di coda, ma nella femmina appare come un ampio cuore rovesciato che contorna gli organi genitali (falsa coda), mentre quello maschile ha la sagoma di un rene o di un fagiolo, disposti con la concavità verso il basso.

Per quanto riguarda le classi di età i giovani di 1-2 anni hanno un profilo più snello (inscrivibile in un quadrato), i maschi sono in prevalenza puntuti (1 punta), sono più precoci nel compiere la muta rispetto agli adulti, si manifestano agitati e curiosi e spesso compaiono in piccoli nuclei per effettuare spostamenti maggiori. Mentre gli adulti possiedono un profilo massiccio (inscrivibile in un rettangolo per l’abbassamento della linea ventrale e del collo), i maschi sono di norma palcuti (3punte) e in alcuni casi forcuti (2 punte), si dimostrano tranquilli e fiduciosi in se stessi e si spostano in solitario: le femmine sempre accompagnate dai propri piccoli e i maschi si aggirano da soli nel proprio territorio.

Descrizione dell'Area di Studio.

Il recente regolamento regionale n.3/2012 e ss.mm.ii definisce in particolare l'attività di caccia di selezione e le modalità di prelievo del Capriolo negli Ambiti Territoriali di Caccia sulla base di criteri quali la valutazione della densità obiettivo che si intende raggiungere e una accurata valutazione dei danni prodotti dal Capriolo all'agricoltura. Relativamente ai Cervidi, il regolamento regionale conferisce agli ATC numerosi compiti gestionali, fra questi la pianificazione e la programmazione della gestione del Capriolo. Nello specifico gli Ambiti Territoriali di Caccia sono chiamati a "ripartire il proprio territorio in distretti di gestione dei cervidi (DG-cervidi) con validità quinquennale" ed a ripartire, nell'ambito del piano annuale di gestione, i DG-cervidi "in unità di gestione (UG-cervidi) che devono avere dimensioni minime superiori a 100 ettari". Queste ultime rappresentano "le aree in cui viene svolto il prelievo di capriolo in via esclusiva da un selecacciatore ivi autorizzato".

Per la gestione faunistica del Capriolo, gli ATC devono ripartire il proprio territorio in distretti di gestione dei Cervidi (DG-cervidi) con validità quinquennale; i DG-cervidi rappresentano aree omogenee in cui è possibile esercitare la gestione e il prelievo delle popolazioni di Capriolo e devono avere una superficie di pianificazione compresa tra 2.000 e 20.000 ettari. I confini dei DG-cervidi devono essere facilmente individuabili e coincidenti con strade, limiti fisici naturali, amministrativi e antropici. Il territorio dell'ATC MC2 è suddiviso in 6 DG-capriolo; nella tabella seguente sono illustrate le superfici di pianificazione di ciascun distretto di gestione e la superficie utile alla specie (S.U.) stabilito sulla base della vocazionalità dell'uso del suolo nei confronti del capriolo; dal conteggio delle superfici sono state escluse le porzioni di territorio che ricadono nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini e nelle Aziende a gestione privatistica della caccia (AFV e AATV).

ATC	SUP	SPFV	%	S.U.
DG-01	21.181	19.391	91,5	19.851
DG-02	10.040	8.756	87,2	9.135

DG-03	20.429	18.149	88,8	18.752
DG-04	7.304	6.833	93,6	6.925
DG-05	10.699	10.096	94,4	10.106
DG-06	20.324	19.614	96,5	19.681
TOTALE:	89.977	82.839	92,1	84.450

Tabella1- Distretti di gestione del capriolo e relative superfici.

VI. Rilevamento biometrico.

Biometria

Si può definire la *biometria* come la disciplina della biologia che studia i fenomeni della vita attraverso metodi matematici e statistici. In generale si occupa delle misurazioni degli esseri viventi, descrivendo le dimensioni degli organismi e delle loro parti e studiando la variabilità tra specie e popolazioni. Nella maggior parte dei casi è impossibile determinare tutte le dimensioni degli organismi appartenenti ad una popolazione, quindi si determinano le dimensioni di un gruppo d'individui, detto campione, rappresentativo della popolazione o della specie. Si svolge allora un campionamento, ovvero il processo mediante il quale si costruisce il campione. Lo studio biometrico si attua su un insieme di variabili, le quali possono essere *continue* (lunghezza testa-tronco, lunghezza coda ecc.) o *discrete* (es: numero punte di un palco di Capriolo) (Mattioli e De Marinisi, 2009).

Determinazione della Classe di Età

Uno degli scopi del rilevamento biometrico è quello di definire la classe di età di un individuo. L'età del Capriolo viene definita in base all'analisi dell'arcata dentale. La dentizione definitiva dell'animale (Fig.16) è di 32 denti e la formula dentaria si presenta con:

Incisivi 0/3 Canini 0/1 Premolari 3/3 Molari 3/3

Canini e incisivi si trovano solo sulle mandibole. Mentre quella degli esemplari giovani, detta *dentatura decidua*, è composta da:

Incisivi 0/3

Canini 0/1

Premolari 3/3

DENTIZIONE DEL CAPRIOLO - TABELLA RIASSUNTIVA

Con lettera minuscola sono indicati i denti da latte o decidui, con lettera maiuscola i denti definitivi.
 i,I = incisivo; c,C = canino; p,P = premolare; m,M = molare.
 Formula dentaria completa per lato: al numeratore i denti mascellari, al denominatore i denti mandibolari.

Alla nascita	— — — —	p1 p2 p3
	i1 i2 i3 c	p1 p2 p3
A 3-4 mesi	— — — —	p1 p2 p3 M1 (M2)
	i1 i2 i3 c	p1 p2 p3 M1 (M2)
A 5-6 mesi	— — — —	p1 p2 p3 M1 M2
	I1 i2 i3 c	p1 p2 p3 M1 M2
A 7-8 mesi	— — — —	p1 p2 p3 M1 M2
	I1 I2 i3 c	p1 p2 p3 M1 M2
A 9 mesi circa	— — — —	p1 p2 p3 M1 M2
	I1 I2 I3 c(C)	p1 p2 p3 M1 M2
A 10 mesi circa	— — — —	p1 p2 p3 M1 M2 (M3)
	I1 I2 I3 C	p1 p2 p3 M1 M2 (M3)
A 12-13 mesi	— — — —	P1 P2 P3 M1 M2 M3
	I1 I2 I3 C	P1 P2 (P3) M1 M2 M3
A 14 mesi circa	— — — —	P1 P2 P3 M1 M2 M3
	I1 I2 I3 C	P1 P2 P3 M1 M2 M3

(da von Raesfeld, 1985)

Fig.16 – Dentizione del capriolo.

I molari non sono presenti alla nascita:

- 1° molare spunta al 3° mese e completa al 4°;
- 2° molare spunta al 4° mese e completa al 5°-6°;
- 3° molare spunta al 10° mese e completa al 12°-13°.

Quindi si ha una dentatura completa a 13-14 mesi di età. Da questo momento in poi i denti sono soggetti ad usura, con sfregamento in senso orizzontale delle superfici trituranti di molari e premolari. L'usura del dente dipende dal tipo di alimentazione e durezza della corona: infatti se i denti sono già poco resistenti e l'alimentazione dell'animale è assai legnosa e coriacea, la dentatura ne risente particolarmente. L'usura viene quindi sfruttata per definire l'età dell'esemplare adulto. Bisogna allora conoscere:

- la morfologia dei denti a dentizione ultimata;
- le modificazioni che col tempo intervengono a loro carico;

Infatti con l'avanzare dell'età dell'animale i premolari e i molari sono soggetti a delle modificazioni per abrasione:

- a) diminuzione progressiva dell'altezza per spianamento graduale degli apici e degli orli di masticazione, con appiattimento e abbassamento della superficie;
- b) riduzione in profondità fino alla scomparsa delle fessure o pieghe di smalto che si trovano sulla superficie triturante dei molari;
- c) affioramento sempre più esteso e deciso della dentina man mano che procede il processo di logorio delle cuspidi e delle fessure;

Le alterazioni avvengono a carico prima del 2° molare, poi del 3° e infine del 1° molare. Esemplari di età molto avanzata (6-8 anni) presentano denti totalmente spianati e da ciò ne consegue un dimagrimento ed un indebolimento organico (Ladini, 2001).

VII. Morfometria Geometrica.

La *morfometria* è la disciplina che studia come la forma e le dimensioni degli oggetti possono essere classificati o identificati. Questa materia deriva dalla sintesi di due approcci, ovvero quello biometrico che si concentra sullo studio multivariato delle matrici di covarianza; e quello geometrico, proposto da D'Archy Thompson (1917) che enfatizza l'uso della rappresentazione diretta della forma (Fadda, *Sistematica e variazione geografica in roditori Africani*). I due approcci vengono sintetizzati tramite una serie di software, che applicano la statistica multivariata lineare e di cui tratteremo in un secondo momento.

Prima di parlare di questi programmi voglio concentrarmi su alcune definizioni. In morfometria esiste una distinzione tra *shape* e *form*. *Form* corrisponde alla parola forma in senso generale, mentre *shape* equivale alla componente della forma quando le dimensioni sono state eliminate (Fadda, *Sistematica e variazione geografica in roditori Africani*). Lo studio della forma è agevolato dall'individuazione di punti di riferimento (*landmarks*), definiti come punti di un oggetto, in cui la correlazione tra e all'interno delle popolazioni dell'oggetto

sono conservati. Questi possono essere descritti manualmente o automaticamente da un programma per computer. Generalmente si distinguono in:

- *landmarks anatomici* per assicurare la corrispondenza all'interno della stessa specie e per determinare omologie nell'organismo.
- *landmarks matematici* posizionati secondo proprietà matematiche o geometriche.

Il criterio della selezione dei landmarks si basa sull'individuazione di tre tipologie di punti principali (Fadda, *Sistematica e variazione geografica in roditori Africani*):

- punti di tipo uno sono quelli che si trovano al confine tra diverse strutture, tessuti od ossa;
- punti di tipo due sono quelli di massima curvatura di una determinata struttura;
- punti di tipo tre sono i punti estremi.

I software che vengono utilizzati per svolgere le analisi morfometriche appartengono alla serie dei programmi TPS e corrispondono al metodo del Thin Plate Spline. Questa metodologia parte dal presupposto che le forme possono essere rappresentate in griglie che si deformano in modo da consentire a due forme da coincidere perfettamente (D'Arcy Thompson, 1917). I programmi TPS lavorano su uno spazio, detto *Spazio di Kendall*, creando una conformazione, caratterizzata dalle sue proprietà geometriche (posizione relativa delle sue coordinate nello spazio) e scomposta in una componente affine in una non affine. Lo Spazio di Kendall può essere definito come la superficie di una sfera il cui raggio è dato dal *centroid size* (centroide delle dimensioni). La posizione di un punto in questo spazio fornisce tutte le informazioni circa la forma di ciascuna configurazione. Ai poli si hanno triangoli equilateri e all'equatore triangoli collinari (triangoli che hanno il 3° punto posto sulla base del triangolo stesso ma in posizione diverse). Le distanze tra i punti nello spazio conformazionale vengono dette distanze di Procuste, e non variano rispetto alla direzione della deformazione. Utilizzando lo Spazio di Kendall è però

impossibile applicare poi le tecniche multivariate, perciò la serie dei programmi TPS descrivono un spazio euclideo tangente allo spazio conformazionale. Il punto tangente è dato da una posizione di una configurazione di consenso scelta in modo arbitrario (Fadda, *Sistematica e variazione geografica in roditori Africani*). In sintesi questo metodo si basa su:

- la standardizzazione delle dimensioni;
- la traslazione delle configurazioni per far coincidere i rispettivi centroidi;
- la sovrapposizione d'individui secondo il criterio dei minimi quadrati rispetto ad una qualunque configurazione di consenso;
- il calcolo dei residui su cui effettuare le analisi statistiche.

FINALITA'

Il mio lavoro di Stage è consistito inizialmente nell'acquisire le tecniche di censimento delle popolazioni di capriolo in tre aree campione della provincia di Macerata, rappresentate in Fig.17.

Successivamente ho effettuato rilievi biometrici utilizzati nelle indagini faunistiche sulle popolazioni degli Ungulati finalizzati ad evidenziare eventuali differenze nell'accrescimento del Capriolo tra popolazioni che insistono su aree differenti, potenzialmente legate ad abitudini e fabbisogni alimentari del Capriolo.

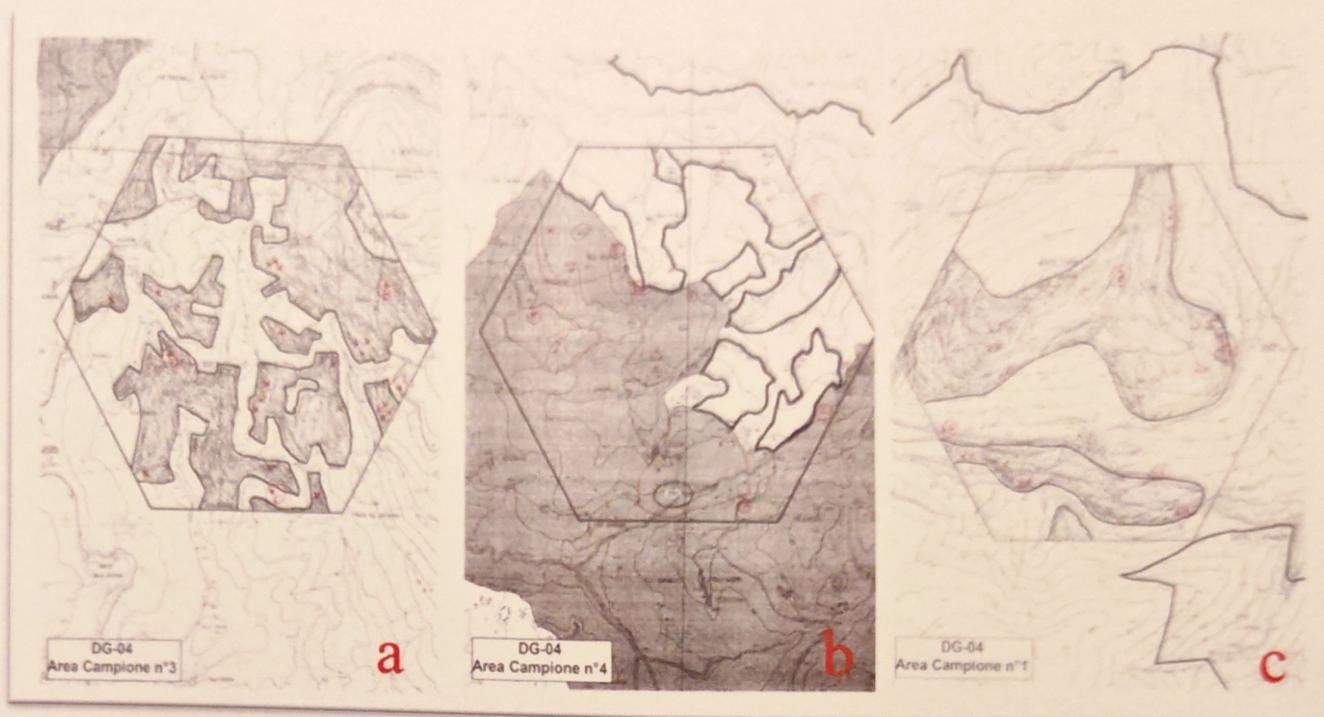


Fig.17 – Aree campione del censimento a,b e c.

MATERIALE E METODI

VIII. Esperienza di Censimento

Durante il mio stage ho eseguito il censimento sulla popolazione del Capriolo nel DG-03, sotto la guida del Dott. Andrea Brusafferro dell'omonimo Studio Faunistico, operante come esperto tecnico faunistico nell'organismo di gestione faunistica dell'ATC MC2 "Val di Chienti" e del Responsabile di Distretto Bruno Mancinelli.

Il metodo applicato è quello delle *conte dirette da punti di vantaggio*, che consiste nell'avvistamento diretto degli animali da punti fissi di osservazione, presidiati in contemporanea, nel periodo di massima osservabilità della specie. Gli osservatori possono contare e classificare i caprioli presenti su queste aree muniti di opportune attrezzature (binocolo e cannocchiale) senza arrecare eccessivo disturbo alla fauna selvatica (ISPRA, Linee Guida per la gestione degli Ungulati, 91/2013).

Per la conta sono state effettuate delle uscite durante le ore crepuscolari della giornata (alba e tramonto), poiché corrispondono alle ore di maggiore attività del

Capriolo. In totale sono state effettuate 44 ore di censimento. Una volta individuati i settori, si procede alla identificazione dei punti di osservazione, pianificati sempre tramite carta topografica (Fig.18).

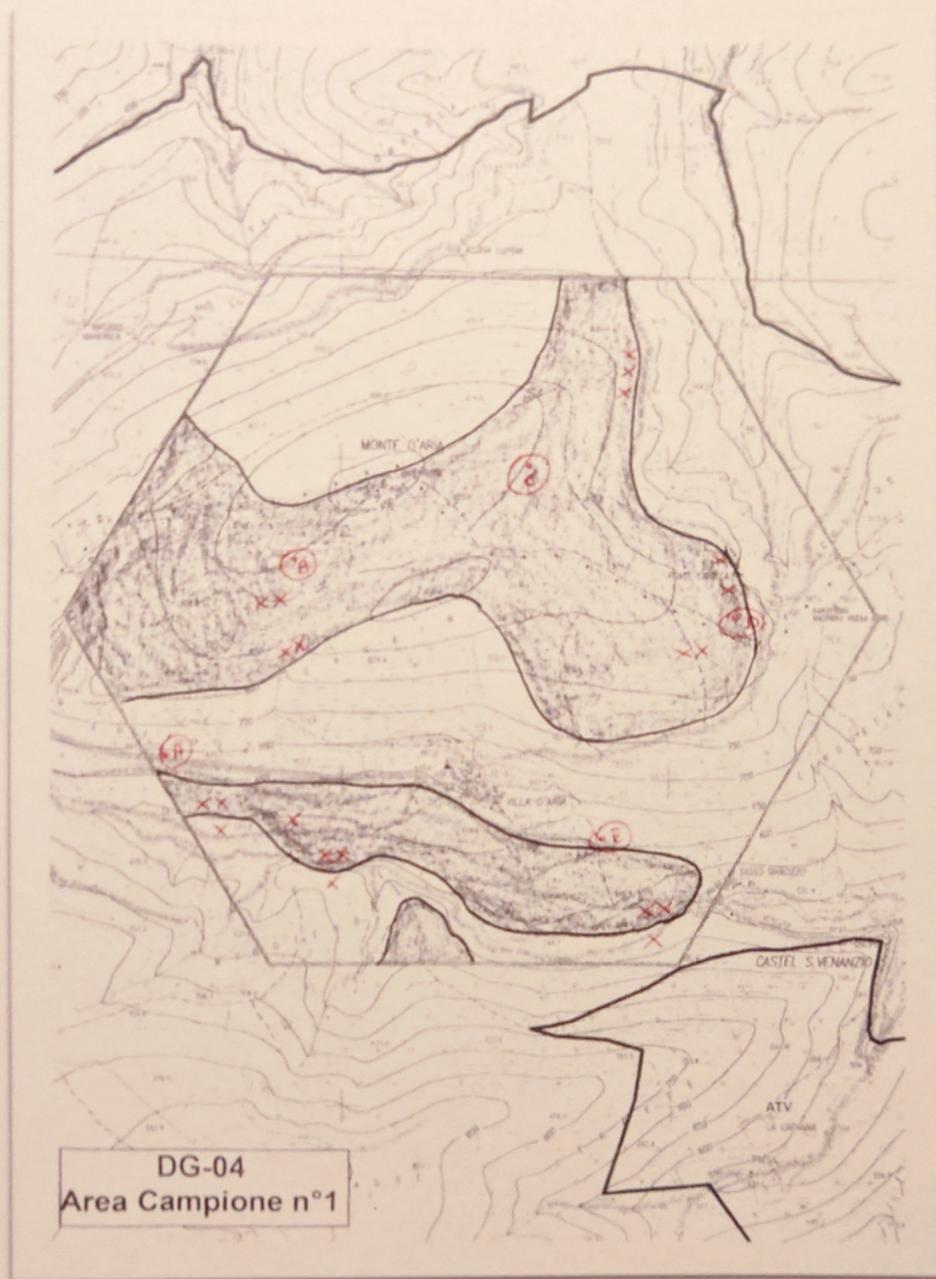


Fig.18 – Esempio di carta topografica per la pianificazione del censimento.

Devono poi essere effettuati dei sopralluoghi per verificare la presenza sul campo di punti di vantaggio, siti dai quali è possibile ispezionare aree di vasta estensione.

Il periodo ottimale per compiere le uscite si colloca in concomitanza della ripresa vegetativa nelle aree aperte (nell'Appennino dell'Italia centrale da metà marzo a metà aprile), nota come "primo verde". Le osservazioni devono durare almeno un paio d'ore (*sessione di conta*), poiché in questo arco di tempo si hanno più probabilità di avvistare gli animali, soprattutto in aree caratterizzate da densità elevate. Nel caso del Capriolo questa durata rappresenta il tempo che intercorre fra la fine di un ciclo di ruminazione e l'inizio di un nuovo ciclo di alimentazione e ciò aumenta le possibilità di contattare gli animali. Infine i dati della conta devono essere registrati su una scheda cartacea, sulla quale vengono anche riportati gli elementi utili al controllo dei doppi conteggi (ora e direzione di spostamento). La scheda in questione è struttura nella seguente maniera (Fig.19).


AMBITO TERRITORIALE DI CACCIA MC2
 SCHEDA CENSIMENTO CAPRIOLO
 

Distretto n. A Area campione n. 1 Stazione n. A
 Nome e cognome rilevatore: MARCONELLI BRUNO - RANCIANELLA EUSA - IESARI VALVATINA
 Data: 02/04/14 Ora inizio: 8,35 Ora fine: 8,15
 Meteo (precipitazioni, vento): SERENO Copertura nevosa (%): _____

Ora osservazione	MASCHI			FEMMINE			Indeterminati
	Classe I	Classe II	Classe indeter.	Classe I	Classe II	Classe indeter.	
8,45				X	X		
7,04					X		
7,07		X					
7,23	X			X			
7,35	X						
Totale	2	1	—	2	2	—	—

Altre osservazioni	Maschi		Femmine		Indeterminati	TOTALE
	Juv	Adulto	Juv	Adulto		
Cinghiali						
Daini						

Firma del rilevatore: *M. Marconelli*

NOTE PER IL RILEVATORE: il rilevatore deve segnare sulla mappa il territorio effettivamente osservato
Per qualunque chiarimento contattare: Andrea Brusferri (327 289687)

Fig.19 – Esempio di scheda di censimento.

In alto è necessario indicare:

- il numero del distretto;
- il numero dell'aria campione;
- nome e cognome dei rilevatori;
- la data d'inizio e fine della sessione di conta;
- le condizioni meteo;
- la copertura nevosa (se è presente).

Sotto poi viene inserita una tabella dove si prende nota di:

- l'ora dell'avvistamento;
- distinzione del sesso (maschio o femmina) e della classe di età (classe I = giovani, classe II = adulti). Nel caso in cui non si riesca a classificare l'individuo, si indica l'esemplare osservato come “ *indeterminato* ”.
- il totale degli esemplari contati (durante le sessioni di conta sono stati avvistati da 2-7 individui);
- presenza e assenza di cinghiali o daini (altri animali di grossa taglia con i quali il Capriolo può competere per le risorse).

Per ogni settore di conta sono eseguite almeno 4 sessioni di conteggio al fine di attenuare il rischio che variazioni nel numero degli animali conteggiati siano legati ad eventi casuali (es. condizioni meteo, disturbo antropico ecc.). Le conte dirette devono essere realizzate in habitat dove si ha una sufficiente estensione di aree nelle quali la contattabilità visiva degli animali è massima. Solitamente si ottengono buoni risultati dove più del 50% del territorio è composto da zone aperte e caratterizzato da un elevato grado di eterogeneità ambientale con prevalenza di ecotoni e *pacth* frammentate. Questa è una tecnica efficace soprattutto per la specie del Capriolo e comunque per i Cervidi in generale (ISPRA, Linee Guida per la gestione degli Ungulati, 91/2013).

IX. Rilevamento dati biometrici

Per quanto riguarda invece le analisi biometriche e morfometriche le misurazioni sono state compiute sulle mandibole di Capriolo, dalle quali si può stimare indicativamente lo stato di salute di una popolazione e valutare il tasso di accrescimento corporeo.

Dai centri di controllo sono pervenuti 37 campioni di mandibole (Tabella 2) dai capi abbattuti, provenienti da due distretti differenti: DG-3 (comprende i comuni di Camerino, Muccia, Pievebovigliana, Serrapetrona e Serravalle di Chienti) e DG-4 (comprende i comuni di Fiastra, Fiordimonte, Monte Cavallo, Muccia, Pievebovigliana, Pievetorina, Serravalle di Chienti e Visso) indicati in Fig. 20.

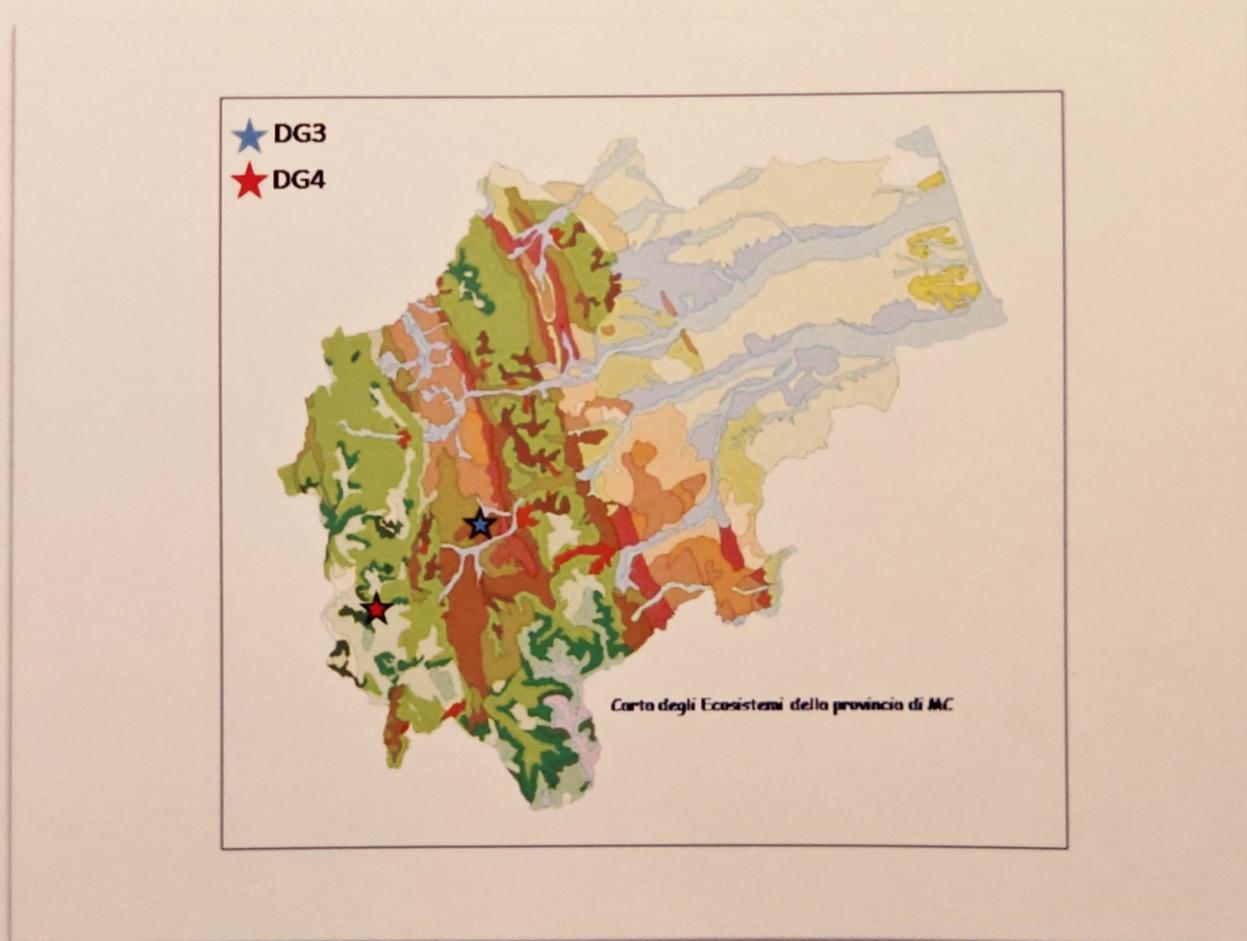


Fig. 20 – Carta degli Ecosistemi della provincia di MC con indicati i distretti DG3 e DG4.

DISTRETTI	Maschi	Femmine
	DG3	6
DG4	14	8

Tabella 2 - Numero dei campioni suddivisi per sesso e distretto.

In primo luogo mi sono occupata della determinazione dell'età tramite l'analisi dell'arcata dentaria; poi i dati sono stati inseriti in un foglio excel per organizzare le informazioni. Debbono anche essere registrati:

- il sesso;
- la data di abbattimento dell'esemplare;
- il codice d'identificazione;
- il nome dell'abbattitore.

Subito dopo i campioni selezionati sono stati fotografati con una fotocamera Sony Super SteadyShot di 5,1mega pixel e con 12x optical zoom, agganciata, tramite un supporto scorrevole, ad un'asta millimetrata. Le mandibole sono state posizionate su un basamento in vetro su cui prima è stato posto un cartoncino nero per rendere l'immagine più leggibile.

Per ogni campione ho eseguito una foto del lato dorsale della mandibola e una di quello laterale. I campioni sono stati posti ad una distanza costante dall'obiettivo della camera, cercando di mantenere un angolo perpendicolare tramite una livella a bolla. A fianco alle mandibole ho posizionato un marker come unità di misura. Le immagini infine sono state caricate su un pc Sony VAIO e ridotte del 50% con Adobe Photoshop CS5 per consentire una lettura più agevole nei programmi impiegati per le successive analisi morfometriche.

Ho caricato le 74 immagini scattate sul programma tpsDig per individuare i punti di riferimento. Sul lato dorsale della mandibola sono stati registrati 6 punti (Fig.21):

- 1) alveolo del 1° incisivo;
- 2) punto terminale della sinfisi;
- 3) massima curvatura dentale anteriore;

- 4) alveolo del 1° premolare;
- 5) margine aborale dell'alveolo del 3° molare;
- 6) processo coronoideo (PCo).



Fig.21 – Visione dorsale della mandibola (b).

Mentre per il lato laterale della mandibola ne sono stati individuati 8 (Fig.22):

- 1) alveolo del 1° incisivo;
- 2) 1° forame;
- 3) 2° forame;
- 4) alveolo del 1° premolare;
- 5) margine aborale dell'alveolo del 3° molare;
- 6) processo coronoideo (PCo);
- 7) processo condiloideo (PCd);
- 8) angolo mandibolare (AM).



Fig.22 – Visione laterale della mandibola (b).

I dati raccolti sono stati sottoposti alle seguenti analisi (Brusaferro e Insom, 2009):

- analisi di morfometria geometrica tramite serie di programmi TPS (Rohlf 2002).
- analisi statistiche univariata e multivariata eseguite con SPSS 13.0 for Windows;

Tramite il programma tpsDig ho ottenuto le coordinate cartesiane x, y di 6 e 8 landmarks rispettivamente per la proiezione dorsale e laterale.

I dati sono stati poi elaborati con tpsRelw (Rohlf, 2002): un programma che sovrappone i landmarks delle mandibole generando un'immagine di consenso, che riassume le differenze di forma di ogni singolo campione; le configurazioni sono state sovrapposte utilizzando la Generalized Procrustes Analysis (GPA) (Rohlf & Slice 1990). Le differenze nella dimensione sono state calcolate estrapolando il *centroid size* da ciascun campione (Rohlf, 2002).

Le differenze nella forma e nelle dimensioni tra le mandibole sono state analizzate con l'analisi della varianza a una coda (ANOVA). Le coordinate sono allo state proiettate in uno spazio euclideo, per poi effettuare l'analisi della componente principale su le due matrici di figura (una per il lato dorsale e una per quello laterale).

Per le analisi univariata e multivariata è stato sfruttato il pacchetto di software SPSS 8.0.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Un primo risultato che la Relative Warp Analysis fornisce è quello relativo allo scostamento spaziale di ciascun landmarks intorno alla figura di consenso.

Vista dorsale

Nella vista dorsale (Fig. 23) si nota che il landmarks n.5 (relativo alla fila dentale) è il punto omologo soggetto a maggiore variabilità, una debole dispersione si nota anche intorno al ramo mandibolare, mentre i punti più costanti sono quelli relativi alla sinfisi mandibolare.

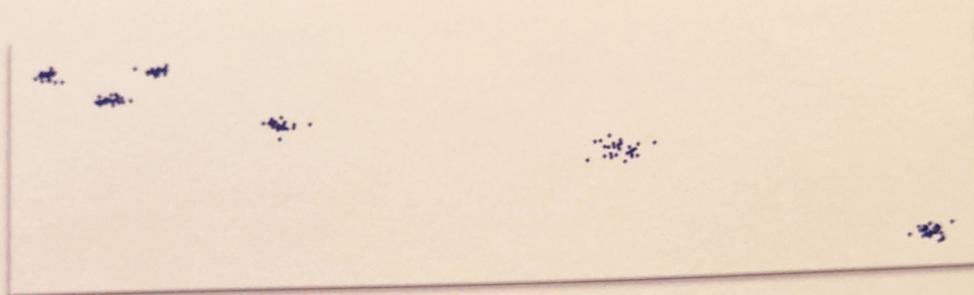


Fig.23 – Vista dorsale: diagramma che illustra la dispersione dei punti intorno alla figura di consenso.

La Relative Warp Analysis rappresenta le differenze della forma fra i campioni mediante lo scatter plot della Fig.24.

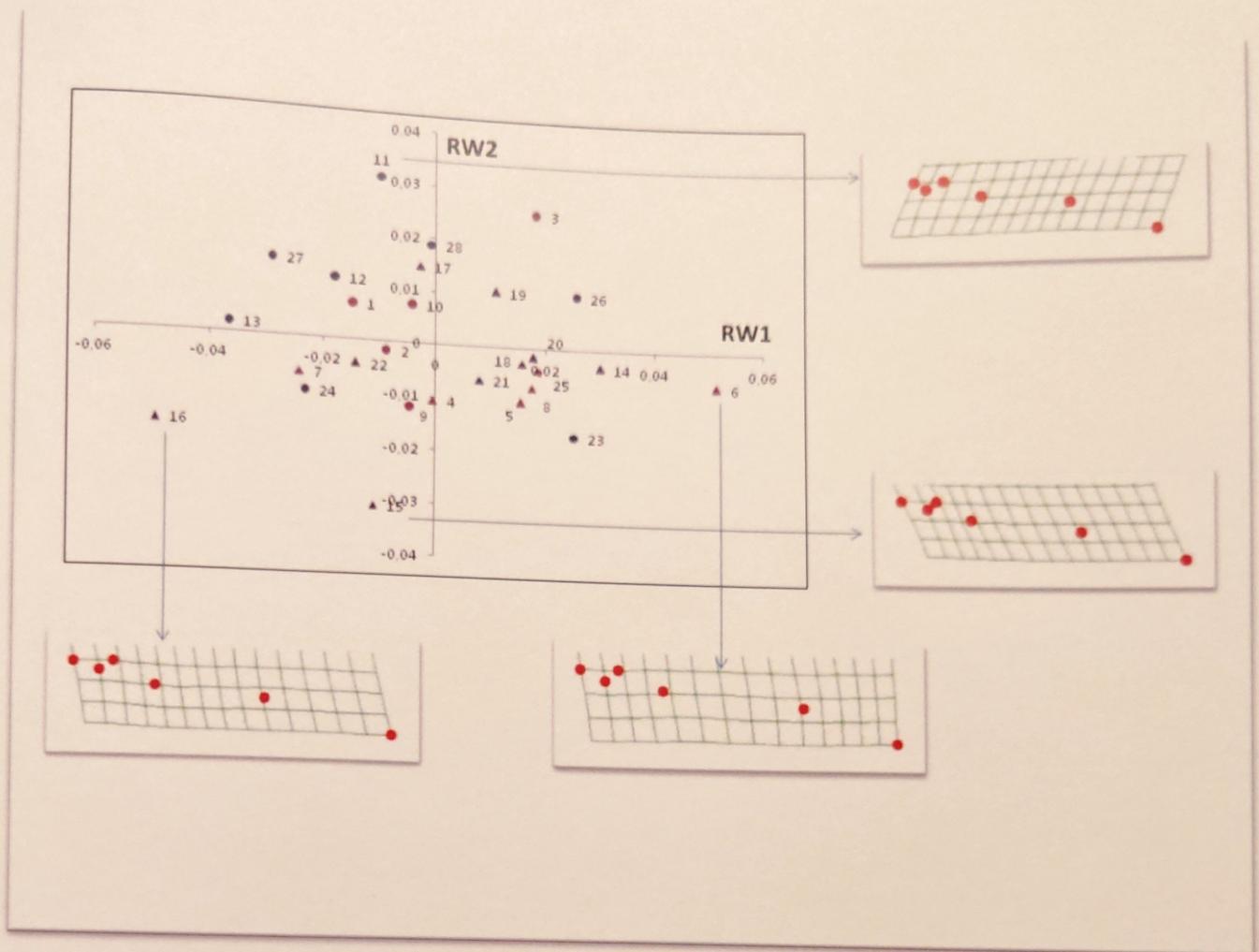


Fig.24 – Relative warp, griglie di deformazione e foto dei campioni esterni per la visione dorsale (DG3 indicato con un cerchio, DG4 indicato con un triangolo, maschi in blu e femmine in rosa).

Dal grafico si può notare che lungo l'asse RW1 i campioni, dislocati nei valori negativi, hanno una fila dentale più corta rispetto con le proiezioni positive. Al fine di valutare se tali differenze siano dovute alla differenza fra i sessi o all'appartenenza a differenti distretti, gli scores di ciascun campione per ciascun relative warp sono stati sottoposti all'analisi della varianza e discriminante.

L'analisi della varianza non mostra significative differenze di forma tra i sessi lungo la prima e la seconda componente (RW1 e RW2), poiché il valore ottenuto è sempre superiore allo 0,05 (ANOVA, Sig. > 0,05. Tabella 3). Anche l'analisi discriminante, che prende in considerazione tutti i componenti, non ha

evidenziato differenze significative ed emerge che solo il 24% del campione mostra dati appartenenti a gruppi distinti (Wilk's Lambda 0,759. Tabella 4).

ANOVA Sex

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RW1	Between Groups	,000	1	,000	,603	,445
	Within Groups	,013	26	,001		
	Total	,014	27			
RW2	Between Groups	,000	1	,000	,201	,658
	Within Groups	,005	26	,000		
	Total	,005	27			
RW3	Between Groups	,000	1	,000	,120	,732
	Within Groups	,004	26	,000		
	Total	,004	27			
RW4	Between Groups	,000	1	,000	,013	,910
	Within Groups	,003	26	,000		
	Total	,003	27			
RW5	Between Groups	,000	1	,000	2,769	,108
	Within Groups	,001	26	,000		
	Total	,002	27			
RW6	Between Groups	,000	1	,000	,012	,912
	Within Groups	,000	26	,000		
	Total	,000	27			
RW7	Between Groups	,000	1	,000	,237	,631
	Within Groups	,000	26	,000		
	Total	,000	27			
RW8	Between Groups	,000	1	,000	2,875	,102
	Within Groups	,000	26	,000		
	Total	,000	27			

Tabella 3 - Analisi della varianza per la visione dorsale relativa ai sessi.

Wilks' Lambda Sex

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,759	6,059	8	,641

Tabella 4 – Analisi discriminante per la visione dorsale relativa ai sessi.

Il confronto dei dati con l'analisi della varianza in relazione al distretto di provenienza dei campioni mostra invece una debole significatività lungo la seconda componente RW2 (ANOVA, Sig.=0,041. Tabella 5).

ANOVA DG

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RW1	Between Groups	,000	1	,000	,026	,874
	Within Groups	,014	26	,001		
	Total	,014	27			
RW2	Between Groups	,001	1	,001	4,613	,041
	Within Groups	,004	26	,000		
	Total	,005	27			
RW3	Between Groups	,000	1	,000	,127	,725
	Within Groups	,004	26	,000		
	Total	,004	27			
RW4	Between Groups	,000	1	,000	1,749	,198
	Within Groups	,003	26	,000		
	Total	,003	27			
RW5	Between Groups	,000	1	,000	,325	,574
	Within Groups	,001	26	,000		
	Total	,002	27			
RW6	Between Groups	,000	1	,000	,502	,485
	Within Groups	,000	26	,000		
	Total	,000	27			
RW7	Between Groups	,000	1	,000	,151	,700
	Within Groups	,000	26	,000		
	Total	,000	27			
RW8	Between Groups	,000	1	,000	2,819	,105
	Within Groups	,000	26	,000		
	Total	,000	27			

Tabella 5 – Analisi della varianza per la visione dorsale relativa ai distretti.

Le variazioni morfologiche lungo la RW2 sono relative ad un avvicinamento del landmarks 3 e 4 che corrispondono ad una riduzione del diastema mandibolare .

Vista laterale

Anche nella vista laterale (Fig.25) si nota che il landmarks n.5, relativo alla fila dentale, è il punto omologo soggetto a maggiore variabilità in aggiunta a quelli relativi al ramo mandibolare (landmarks 6, 7, 8). La sinfisi mandibolare sembra essere più costante anche in questo caso.



Fig.25 – Vista laterale: diagramma che illustra la dispersione dei punti intorno alla figura di consenso.

Dal grafico ottenuto dalla Relative Warp Analysis si notano variazioni morfologiche sia lungo l'asse RW1 che l'RW2. I campioni, dislocati nei valori negativi della x hanno il ramo mandibolare più corto, mentre le sue proiezioni positive mostrano il ramo mandibolare più lungo e largo e la fila dentale più lunga dovuta ad un arretramento del terzo molare.

Le variazioni lungo l'asse y indicano schemi morfologici che inducono ad ipotizzare un ampliamento dell'angolo mandibolare (Fig.26).

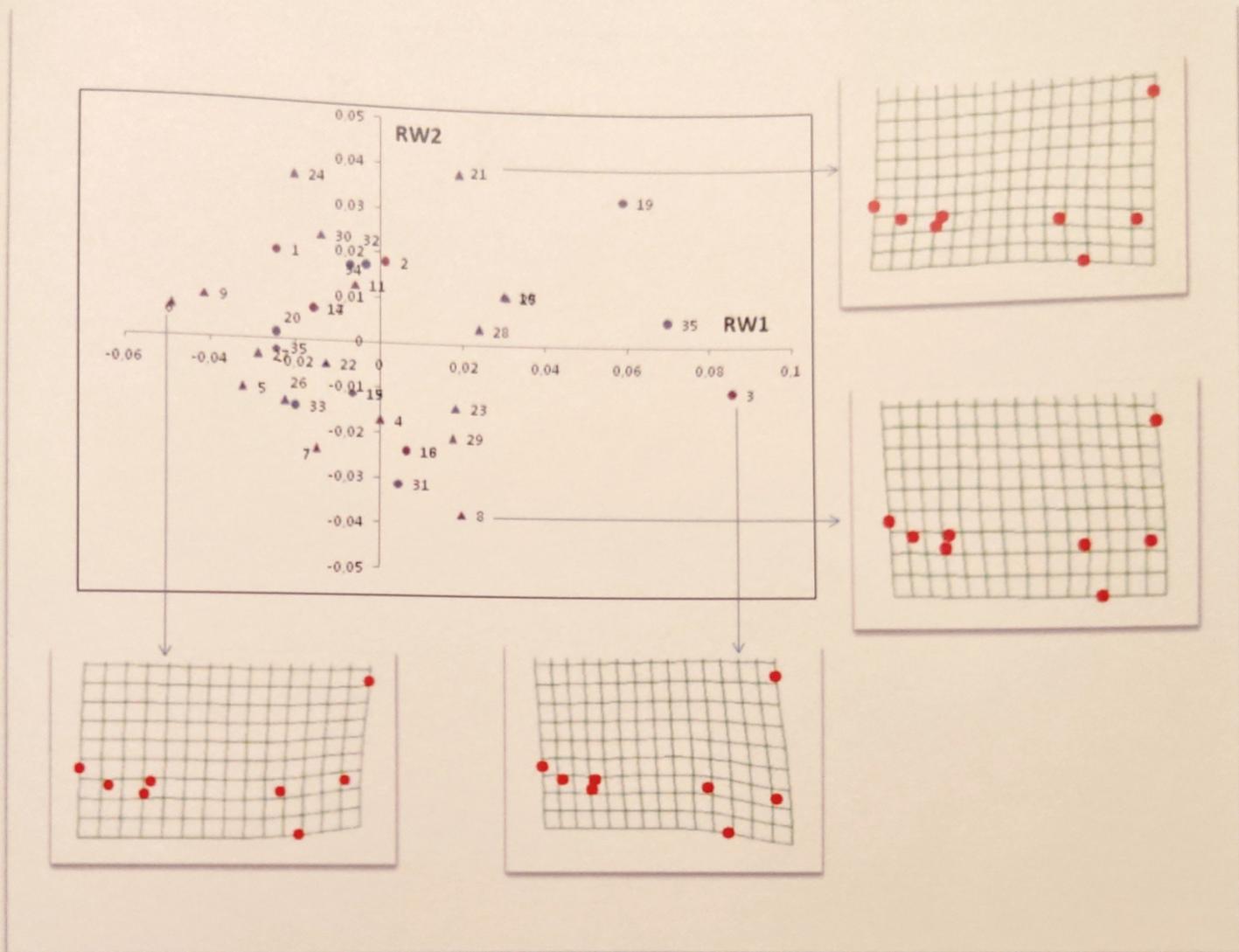


Fig.26 – Relative warp, griglie di deformazione e foto dei campioni esterni per la visione laterale (DG3 indicato con un cerchio, DG4 indicato con un triangolo, maschi in blu e femmine in rosa).

Al fine di valutare se tali differenze siano dovute alla differenza fra i sessi o all'appartenenza a differenti distretti, gli scores di ciascun campione per ciascun relative warp sono stati sottoposti all'analisi della varianza e discriminante.

Per quanto riguarda i risultati relativi alla visione laterale, dall'analisi della varianza non si riscontra significatività tra i due sessi per nessuna delle componenti principali (Tabella 7). L'analisi discriminante applicata con tutte le componenti principali mostra invece una forte discriminazione tra i sessi (Wilk's Lambda Sig.= 0,01. Tabella 8). Questa apparente discrepanza potrebbe essere dovuta al basso numero di campioni utilizzati nell'analisi; nessun componente,

preso singolarmente determina differenze significative tra i sessi, solo considerando la totalità della varianza emergono risultati che possono far pensare ad un dimorfismo sessuale.

ANOVA Sex

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RW1	Between Groups	,002	1	,002	1,877	,180
	Within Groups	,028	33	,001		
	Total	,030	34			
RW2	Between Groups	,001	1	,001	2,862	,100
	Within Groups	,011	33	,000		
	Total	,012	34			
RW3	Between Groups	,000	1	,000	,599	,444
	Within Groups	,010	33	,000		
	Total	,010	34			
RW4	Between Groups	,002	1	,002	8,772	,006
	Within Groups	,006	33	,000		
	Total	,007	34			
RW5	Between Groups	,000	1	,000	,005	,942
	Within Groups	,006	33	,000		
	Total	,006	34			
RW6	Between Groups	,000	1	,000	2,470	,126
	Within Groups	,003	33	,000		
	Total	,003	34			
RW7	Between Groups	,000	1	,000	1,563	,220
	Within Groups	,003	33	,000		
	Total	,003	34			
RW8	Between Groups	,000	1	,000	,054	,817
	Within Groups	,002	33	,000		
	Total	,002	34			
RW9	Between Groups	,000	1	,000	1,860	,182
	Within Groups	,001	33	,000		
	Total	,001	34			
RW10	Between Groups	,000	1	,000	3,890	,057
	Within Groups	,001	33	,000		
	Total	,001	34			
RW11	Between Groups	,000	1	,000	,015	,903
	Within Groups	,000	33	,000		
	Total	,000	34			
RW12	Between Groups	,000	1	,000	2,979	,094
	Within Groups	,000	33	,000		
	Total	,000	34			

Tabella 7 – Analisi della varianza per la visione laterale relativa ai sessi.

Wilks' Lambda Sex

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,280	34,385	12	,001

Tabella 8 – Analisi del discriminante per la visione laterale relativa ai sessi.

L'analisi della varianza relativa alla visione laterale non mostra significatività tra i campioni appartenenti ai due distretti (Tabella 9), come pure l'analisi discriminante (Wilk's Lambda Sig. = 0,324. Tabella 10)

ANOVA DG

		Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
RW1	Between Groups	,003	1	,003	3,739	,062
	Within Groups	,027	33	,001		
	Total	,030	34			
RW2	Between Groups	,000	1	,000	,020	,889
	Within Groups	,012	33	,000		
	Total	,012	34			
RW3	Between Groups	,001	1	,001	2,315	,138
	Within Groups	,010	33	,000		
	Total	,010	34			
RW4	Between Groups	,000	1	,000	1,471	,234
	Within Groups	,007	33	,000		
	Total	,007	34			
RW5	Between Groups	,000	1	,000	,025	,876
	Within Groups	,006	33	,000		
	Total	,006	34			
RW6	Between Groups	,000	1	,000	1,316	,260
	Within Groups	,003	33	,000		
	Total	,003	34			
RW7	Between Groups	,000	1	,000	,348	,559
	Within Groups	,003	33	,000		
	Total	,003	34			
RW8	Between Groups	,000	1	,000	,081	,778
	Within Groups	,002	33	,000		
	Total	,002	34			
RW9	Between Groups	,000	1	,000	,187	,669
	Within Groups	,001	33	,000		
	Total	,001	34			
RW10	Between Groups	,000	1	,000	,009	,924
	Within Groups	,001	33	,000		
	Total	,001	34			
RW11	Between Groups	,000	1	,000	2,639	,114
	Within Groups	,000	33	,000		

	Total	,000	34			
RW12	Between Groups	,000	1	,000	1,895	,178
	Within Groups	,000	33	,000		
	Total	,000	34			

Tabella 9 – Analisi della varianza per la visione laterale relativa ai distretti.

Wilks' Lambda DG

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1	,603	13,651	12	,324

Tabella 10 – Analisi discriminante per la visione laterale relativa ai distretti.

Tuttavia, la componente RW1 mostra variazioni morfologiche che l'ANOVA posiziona al limite della significatività probabilmente a causa del basso numero di campioni (Sig. = 0,062). I caratteri coinvolti sono gli stessi di quelli osservati in vista dorsale (fila dentale e ramo mandibolare).

In conclusione possiamo quindi dire che i campioni provenienti dai due distretti mostrano una leggera differenza nella forma della mandibola; in particolare, quelli appartenenti ai capi del DG3 mostrano la fila dentale più lunga, il processo coronoideo più sviluppato, come pure più sviluppato appare l'angolo mandibolare.

Per poter dare una spiegazione di ciò occorrerà analizzare un numero maggiore di campioni ed effettuare un'attenta analisi anche delle dimensioni; tuttavia considerato che la densità dei caprioli nel DG3 è costante negli anni ed è circa la metà rispetto a quella del DG4 che invece è in crescita, che in entrambi i distretti le densità rilevate sono vicine alle densità obiettivo e che la carrying capacity (Scocco et al., 2013) relativa agli ecosistemi boschivi nel periodo autunno-inverno (Fig.28) del DG3 (vicina alla densità stimata) è tre volte superiore a quella del DG4 (Tabella 11), possiamo ipotizzare che la forma dei campioni del DG3, che fa presumere una possibile differenza anche nelle dimensioni, possa essere legata ad un maggior equilibrio tra le risorse trofiche disponibili nel periodo critico invernale e la densità costante degli animali.

Distretto	Densità stimata capi/Kmq	D Obiettivo capi/Kmq	Carrying capacity capi/Kmq
DG3	7,5	10	6
DG4	15,7	20	2

Tabella 11 – Densità stimata, Densità obiettivo e Carrying capacity degli ecosistemi boschivi nel periodo autunno-inverno tra il DG3 e il DG4.

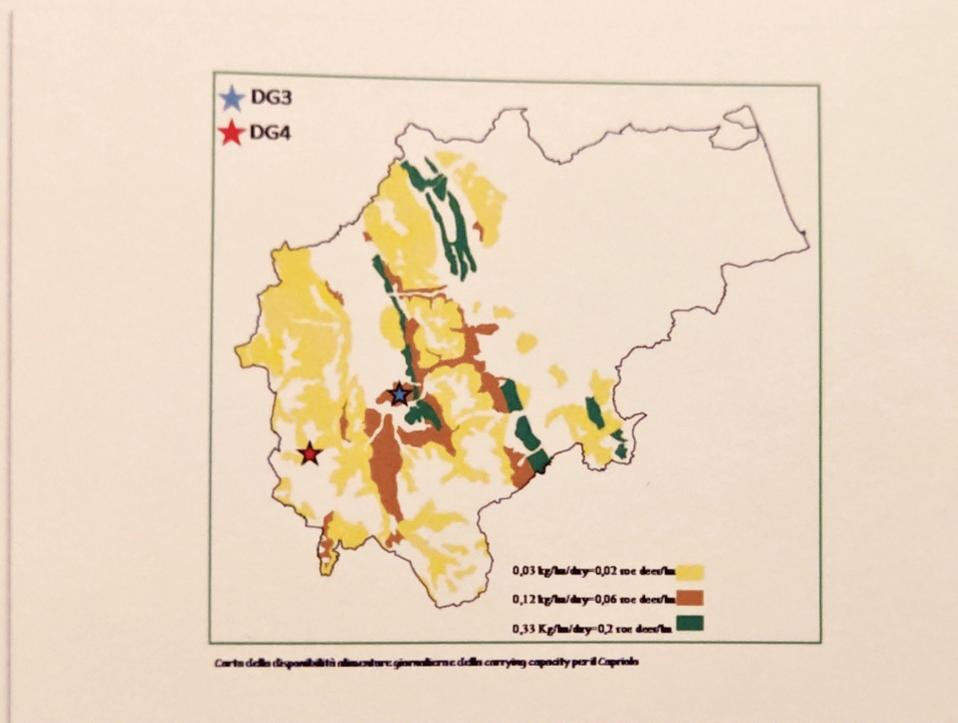


Fig.28 – Carta della disponibilità alimentare giornaliera della carrying capacity per il Capriolo nella Provincia di Macerata.

BIBLIOGRAFIA

- Brusaferro A., Insom E., 2009. Morphometric analysis of the kingfisher cranium (AVES). *Italian Journal of Zoology*. Dipartimento di Biologia Molecolare, Cellulare e Animale. Università di Camerino.
- Bookstein F.L., 1989. Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations. *I.E.E.E. Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 11: 567-585.
- Fadda C., Sistematica e variazione geografica in roditori Africani (*Morfometria geometrica e filogenesi molecolare*). Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche Naturali. Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo. Università di Roma "La Sapienza". Dottorato in Biologia Animale. *X ciclo*: 20-83, 145-151.
- Hofmann, R.R., 1984. *L'adattamento dell'apparato digerente dei cervi*. Atti V Congr. "Allevamento di selvaggina a scopo alimentare". Regione dell'Umbria: 81-104.
- Hofmann, R.R., 1989. Evolutionary step of ecophysiological adaptation and diversification of ruminant: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78: 443-457.
- ISPRA (*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*). Linee Guida per la gestione degli Ungulati (*Cervidi e Bovidi*), 91/2013. 43-44, 57-62, 144-145.
- Ladini F., 2001. Il Capriolo. *Tassotti Editore*. Dipartimento di Scienze Veterinarie. Università di Camerino.: 15-18, 60-71.
- Mattioli S., De Marinis A.M., 2009 – *Guida al rivelamento biometrico degli Ungulati*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Documenti Tecnici, 28: 1-216.
- Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E., Tosi G., 2012. Ungulati delle Alpi (Biologia-Riconoscimento-Gestione). *Nitida Immagine Editrice*.: 12-14, 131-191.

Perco F., Rossetti A., Salvi P., Morandi F. (*Parco Nazionale dei Monti Sibillini*).
Cordiner E., Felicetti N., Marini S. (*Laboratorio di Ecologia Applicata*). Piano
Triennale di Gestione del Cinghiale e di Monitoraggio del Capriolo, 2012-2015:
1-64.

Rolhf F. J., 2002. Tps Series. Department of Ecology and Evolution, State
University of New York, Stony Brook (NY).

Rolhf F.J., Slice D., 1990. Extensions of the Procrustes method for the optimal
superimposition of landmarks. *Systematic Zoology* 39, 40-59.

Ronchi B., 1988. Zootenia nelle regioni di montagna (Alpicoltura II). Athena
Editrice, Roma.

Scocco P., 2005. Aspetti morfologici ed etologici del capriolo: elementi di base
per la gestione delle popolazioni selvatiche. In: *Caratterizzazione ecologico-
strutturale degli ecosistemi della Provincia di Macerata ai fini faunistico-
venatori*, Bieffe, Recanati.

Scocco P., Catorci A., Sparvoli D. 2006. Evolution of The Italian Apennine
Ecosystems with Respect to Anatomical and Ethological Characteristics of the
Roe Deer. Dipartimento di Scienze Veterinarie, Dipartimento di Botanica ed
Ecologia, UNICAM.

Scocco P., Malfatti A., 2007. Caratteristiche Morfofunzionali dell'Apparato
Digerente e Comportamento al Pascolo dei Ruminanti Domestici. *Dipartimento
di Scienze Ambientali, Sezione di Produzioni animali, Università di Camerino*.
BRAUN-BLANQUETIA, vol. 42.

Scocco P., Catorci A., Sparvoli D., 2013. Approccio Geosinfitosociologico ed
Etologico alla Definizione della Carrying Capacity degli Ecosistemi Forestali
dell'Appennino Centrale nei confronti del Capriolo (*Capreolus Capreolus*). In:
Colleques Phytosociologiques XXIX. Stelvio '70. Camerino.

Thompson D'Arcy W., 1917. On growth and form. London: Macmillan.