

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN SCIENZE DELLA NATURA

Tesi di laurea

**ECOLOGIA ALIMENTARE DEL LUPO
(*Canis lupus*) IN LESSINIA:
un confronto fra transetti e siti di rendezvous**

*Feeding ecology of wolf (*Canis lupus*) in Lessinia (Italy):
a comparison of scat trails and rendezvous sites*

Relatore: Prof.ssa Laura Guidolin
Dipartimento di Biologia

Correlatore: Fulvio Valbusa
Carabinieri Forestali di Bosco Chiesanuova (VR)

Laureanda: Paola Selva

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

*A tutti coloro che sono stati al mio fianco in questa avventura,
e che hanno contribuito a renderla meravigliosa.
Perché il significato non sta nella destinazione, ma nel viaggio.*

INDICE

Premessa

1. INTRODUZIONE.....	1
1.1 Il lupo: elementi di biologia.....	1
1.1.1 Comportamento sociale.....	2
1.2 Il lupo in Italia: distribuzione.....	2
1.2.1 Il lupo sulle Alpi	3
1.3 Ecologia alimentare	4
1.3.1 Scavenging e caching.....	5
1.3.2 Selezione della specie preda	6
2. AREA DI STUDIO.....	7
2.1 Lessinia: inquadramento generale.....	7
2.2 Il lupo nell'area di studio	9
2.2.1 Il monitoraggio del lupo nell'area di studio	11
3. MATERIALI E METODI.....	15
3.1 Metodi di analisi della dieta	15
3.1.1 I metodi di quantificazione	15
3.1.2 Significato, potenzialità e limiti dei metodi	16
3.1.3 Analisi della dieta – fasi.....	17
3.2 Analisi della dieta – fieldwork	18
3.2.1. Raccolta del campione	18
3.2.2 Analisi di laboratorio	22
3.2.3 Metodi di quantificazione	25
3.3 Censimenti degli ungulati selvatici	31
4. RISULTATI.....	33
4.1 Raccolta e precisione del campione.....	33
4.2 Dieta annuale: introduzione	34
4.3 Dieta annuale: specie presenti.....	37
4.4 Dieta stagionale.....	39
4.5 Analisi della dieta: i transetti	44
4.6 Analisi della dieta: i rendezvous	50
4.7 Confronto transetti e rendezvous	54
4.8 Analisi delle predazioni denunciate	57

4.8.1 L'anomalia del domestico	60
4.8.2 Biomassa: <i>bias</i> del consumo parziale.....	62
4.9 Censimenti degli ungulati selvatici	65
4.9.1 Camoscio.....	65
4.9.2 Capriolo.....	67
5. DISCUSSIONE.....	69
5.1 Metodologia utilizzata.....	69
5.1.1 Raccolta del campione e precisione	69
5.1.2 Analisi di laboratorio.....	71
5.1.3 Metodi di analisi: <i>bias</i> e problematiche	71
5.2 Analisi della dieta.....	73
5.2.1 Dieta annuale e variazioni stagionali.....	73
5.2.2 Dieta risultante dai transetti.....	77
5.2.3 Dieta dei rendezvous	78
5.2.4 Confronto: dieta dei transetti e rendezvous	79
5.2.5 <i>Scavenging</i> e <i>caching</i>	81
5.2.6 Biomassa e consumo parziale.....	84
5.3 Censimenti.....	87
6. CONCLUSIONI.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	91

PREMESSA E OBIETTIVI

Il presente lavoro costituisce il primo studio dell'ecologia alimentare del lupo (*Canis lupus*, L.1758) per le Alpi Orientali, effettuato successivamente alla ricolonizzazione di queste aree da parte del predatore. La ricerca è stata effettuata negli anni 2016-17 in Lessinia, altopiano posto al confine fra le provincie di Verona e di Trento. A partire dal 2012, l'area ha ospitato il primo branco dell'Italia nord-orientale; la zona rappresenta una delle *core area* del progetto LIFE 12 NAT/IT/000807 WOLFALPS.

Obiettivi del presente studio sono:

- a) Valutazione qualitativa e quantitativa dell'ecologia alimentare del lupo in Lessinia. In particolar modo, si esaminano quali specie sono presenti nella dieta e la loro importanza relativa, utilizzando il metodo della frequenza delle occorrenze e, quando possibile, della biomassa.
- b) Stima del consumo relativo delle principali macrocategorie (ungulati selvatici, domestici, roditori)
- c) Verifica della presenza di differenze stagionali (estate vs inverno)
- d) Comparazione fra le due principali modalità di raccolta (transetti vs rendezvous), esaminando criticamente le differenze fra i risultati ottenuti coi due metodi.
- e) Confronto fra i risultati della dieta e l'elenco delle predazioni denunciate dagli allevatori.
- f) Valutare l'affidabilità del calcolo della biomassa (modello di Weaver, 1993) in condizioni di consumo parziale delle prede.
- g) Analisi dei trend dei censimenti degli ungulati selvatici in relazione alla presenza del lupo.

In un contesto di notevole conflitto uomo-lupo come quello della Lessinia risulta fondamentale sottolineare che **questo tipo di ricerca, pur non essendo una fotografia esatta al 100%, fornisce una stima accurata della dieta del lupo, fondata su basi scientifiche e statisticamente significative.**

1. INTRODUZIONE

1.1 Il lupo: elementi di biologia

Dal punto di vista sistematico il lupo (*Canis lupus*, L. 1758) appartiene all'ordine Carnivora, famiglia Canidae, genere *Canis*. Altre specie appartenenti a questo genere sono il coyote (*C. latrans*), lo sciacallo dorato (*C. aureus*), lo sciacallo della gualdrappa (*C. mesomelas*), lo sciacallo striato (*C. adustus*) e il lupo abissino (*C. simensis*) (Ciucci&Boitani, 1998).

Originariamente, il lupo rappresentava il mammifero terrestre con il più ampio areale di distribuzione. Nonostante negli ultimi secoli il territorio occupato si sia ristretto di circa un terzo, la specie è ancora diffusa in buona parte dell'America settentrionale e dell'Eurasia, ed è quindi classificata come “*Least concern*” secondo le categorie delle Liste Rosse della IUCN (www.iucnredlist.org).

All'interno dell'areale di distribuzione della specie si registra una certa variabilità fenotipica fra le popolazioni: le dimensioni corporee, il peso, la colorazione del mantello variano secondo un gradiente latitudinale. In Italia il peso medio di un esemplare maschio adulto è circa 25-35kg; le femmine, invece, sono generalmente più ridotte come dimensioni e peso. La lunghezza corporea dalla testa alla base della coda è compresa fra 110 e 150cm; l'altezza al garrese varia tra 50 e 70cm. Alle nostre latitudini il mantello appare generalmente grigio-fulvo (Fig.1.1); caratteristiche tipiche sono le orecchie grandi, triangolari, e la “mascherina facciale” chiara che si estende ai lati del muso. Dei bandeggi scuri sono spesso presenti sul dorso, la punta della coda e lungo gli arti anteriori (Ciucci&Boitani, 1998).



Figura 1.1: Esemplare del branco della Lessinia, giugno 2017 (Foto di Luca Signori)

1.1.1 Comportamento sociale

La specie *Canis lupus* è caratterizzata da un comportamento spiccatamente sociale; l'unità di base di questa struttura è il branco, che corrisponde in sostanza a un nucleo familiare. Esso è costituito generalmente dalla coppia dominante, i cuccioli dell'anno, uno o più esemplari giovani, ed eventualmente uno o più individui provenienti da un branco diverso che vengono "adottati" ("*adoptees*"). Nonostante siano state osservate alcune eccezioni a questa regola, i lupi sono generalmente monogami: la coppia dominante è l'unica a riprodursi, e rimane insieme fino alla morte di uno dei due individui. I lupi, inoltre, sono animali territoriali: ogni branco difende attivamente un proprio territorio (Mech&Boitani, 2003).

La storia di un branco inizia con la formazione di una coppia. Nelle zone in cui la densità di lupi non è elevata, ciò si realizza generalmente per dispersione: gli individui giovani abbandonano il proprio branco e viaggiano fino a raggiungere un nuovo territorio. Se nel processo incontrano un compagno, possono dar vita a una nuova unità riproduttiva, costituendo un nuovo branco. I cuccioli verranno accuditi da entrambi i genitori, e rimarranno nel branco fino a 10-54 mesi d'età: in seguito, generalmente, gli individui giovani effettueranno la dispersione dal territorio d'origine, ricominciando il ciclo (Mech&Boitani, 2003).

Durante il periodo di permanenza col branco, i giovani lupi contribuiscono alle necessità della famiglia, partecipando attivamente alla caccia e prendendosi cura delle nuove cucciolate. Alle nostre latitudini il periodo delle nascite cade verso metà maggio: la lupa dominante partorisce in una tana, dove i piccoli rimangono per le prime 8 settimane di vita. Successivamente, i cuccioli vengono trasferiti in dei siti chiamati "*rendezvous*", delle aree sicure e protette in cui trascorreranno i primi mesi di vita, fino al momento in cui saranno in grado di seguire gli adulti nei loro spostamenti. L'intero branco sembra prendersi cura della prole, proteggendo la tana, nutrendo la femmina durante la fase di allattamento, e successivamente rigurgitando il cibo parzialmente digerito per i cuccioli, quando iniziano ad essere in grado di ingerire alimenti solidi (Mech&Boitani, 2003).

1.2 Il lupo in Italia: distribuzione

Ampiamente diffuso su tutto il territorio italiano nei secoli passati, nel XIX secolo il lupo è stato oggetto di una feroce persecuzione. Lo sterminio diretto, unito a un progressivo impoverimento ecologico delle aree occupate, il disboscamento e l'assenza di prede ha provocato la completa scomparsa della specie dalle Alpi, oltre a un notevole restringimento dell'areale nel resto della penisola (Cagnolaro *et al.*, 1974).

All'inizio degli anni '70, la presenza del lupo in Italia era limitata ad alcuni distretti montani dell'Appennino. La distribuzione appariva frammentata in piccoli gruppi isolati fra loro; nel 1972, la consistenza numerica stimata per l'intera penisola ammontava a circa 100 esemplari. I branchi mostravano un notevole adattamento al contesto antropizzato in cui erano costretti a vivere: il 60-70% della dieta risultava costituita da rifiuti recuperati dalle locali discariche, compensando così l'assenza di prede naturali (Boitani, 1992).

Negli ultimi 50 anni la specie è stata interessata da una lenta ma graduale ripresa, favorita da una progressiva presa di coscienza dell'opinione pubblica e da una maggiore tutela normativa. La legge 11 febbraio 1992, e successive integrazioni, ha infatti inserito il lupo fra le specie particolarmente protette; nel 1997 l'Italia ha recepito la Direttiva Habitat, inserendo la specie fra quelle meritevoli di una protezione rigorosa (allegati B e D, direttiva 92/43/CEE) (Ministero dell'Ambiente, 2017).

1.2.1 Il lupo sulle Alpi

Il lupo venne sterminato sulle Alpi fra la fine dell'Ottocento e i primi anni del Novecento; dopo un lungo periodo di assenza, stiamo attualmente assistendo a un graduale processo di ricolonizzazione dell'intero arco alpino. Il primo branco stabile si è insediato in Piemonte nel 1996; il numero di unità riproduttive presenti in questa regione è progressivamente aumentato. Nel corso degli anni '90 e nel primo decennio 2000, si è inoltre assistito ad alcuni fenomeni di dispersione verso i versanti svizzeri e austriaci. Nel 2012, sull'intero arco alpino erano presenti 35 branchi e 6 coppie, per la maggior parte localizzati sulle Alpi italo-francesi (Marucco *et al.*, 2014).

Il processo di naturale ricolonizzazione ha recentemente interessato anche le Alpi centro-orientali. Nel 2010 è stata verificata la presenza di un primo individuo a cavallo fra le province di Trento e Bolzano, fra la Val di Non e la Val d'Ultimo. Nel 2012 in Lessinia (Verona) è avvenuto l'incontro fra un lupo di origine dinarica e una lupa italiana (§2.2). La coppia si è riprodotta con successo nel 2013, costituendo il primo branco delle Alpi Orientali (Marucco *et al.*, 2014).

A partire dal 2016, il processo di espansione ha interessato anche altre aree del Veneto e del Trentino Alto Adige (Fig.1.2). In provincia di Vicenza è stata documentata la formazione di un nuovo branco sull'Altopiano di Asiago (Parricelli, com.pers.); la presenza di un ulteriore nucleo riproduttivo è stata inoltre confermata nell'area di Col Visentin, al confine tra le province di Belluno e Treviso (Romito, com.pers). Anche sul Massiccio del Grappa, a cavallo tra le province di Vicenza, Belluno, Treviso, è stata confermata la formazione di un branco. Ulteriori segnalazioni di singoli individui sul Monte Baldo e sull'Altopiano del Cansiglio andranno ulteriormente approfondite (Parricelli, com.pers.).

Per quanto riguarda il Trentino Alto Adige, è ormai confermata la presenza di un branco sul Gruppo del Carega, in un'area limitrofa a quella occupata dal branco della Lessinia. Altri tre nuclei riproduttivi sembrano essersi formati in alta Val di Fassa, alta Val di Non, e nella zona Pasubio-Folgaria. Si ritiene inoltre che un'altra coppia si sia stabilizzata nell'area di San Pellegrino-Paneveggio (Groff *et al.*, 2018).

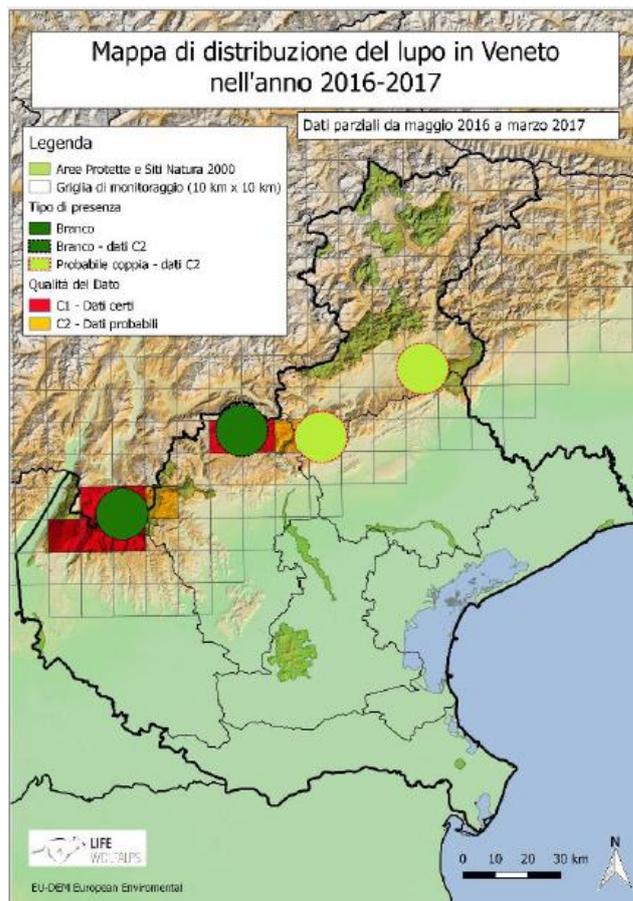


Figura 1.2: Mappa della distribuzione del lupo in Veneto per l'anno 2016-17: stato delle conoscenze risalente a marzo 2017 (Foto da Avanzinelli et al., 2017)

1.3 Ecologia alimentare

Dal punto di vista dell'ecologia alimentare, il lupo è un carnivoro generalista: a differenza dei cosiddetti "ipercarnivori", esso è adattato a nutrirsi non solo di carne, ma anche di varie altre categorie alimentari. La dieta di questa specie, analizzata in decine di studi, varia enormemente in base alla localizzazione geografica: i lupi si nutrono di ungulati selvatici in Nord America, di domestico nella penisola iberica, di salmoni in Alaska, di spazzatura in India e Cina. I lupi sembrano preferire gli ungulati selvatici nelle zone in cui essi sono disponibili; in caso di presenza contemporanea di prede selvatiche e domestiche, la scelta dipende principalmente dall'abbondanza e dalla vulnerabilità degli stessi (Mech&Boitani, 2003).

Lo studio della dieta può venire effettuato mediante metodi indiretti, quali analisi del contenuto stomacale e analisi degli escrementi, oppure direttamente, tramite l'individuazione delle carcasse degli animali consumati. Il metodo più utilizzato, economico, e meno impattante è certamente la *scat analysis*, ovvero lo studio della dieta mediante l'analisi dei resti indigesti presenti negli escrementi. Nonostante questa tecnica non sia esente da problemi e limitazioni, essa rappresenta il principale strumento a nostra

disposizione per comprendere l'ecologia alimentare della specie (Klare *et al.*, 2011). È tuttavia fondamentale sottolineare che questa tecnica fornisce informazioni sui tipi di prede che il lupo ha consumato, ma non necessariamente ucciso. Oltre alla predazione diretta, infatti, i lupi ricorrono frequentemente anche allo *scavenging*, ovvero al consumo di carcasse di animali morti per altre cause (Peterson&Ciucci, 2003).

L'analisi della dieta è probabilmente il tipo di studio più comune effettuato per il lupo; solo in Italia, negli anni compresi fra il 1980 e il 2005, sono stati pubblicati almeno 20 ricerche diverse su questo argomento (Meriggi *et al.*, 2011). Qual è, dunque, la necessità di approfondire ulteriormente questo tema?

In aree di recente ricolonizzazione, i conflitti fra uomo e lupo insorgono sia se il lupo preda animali domestici, a causa dell'ovvio conflitto con gli allevatori, sia se il consumo si concentra sugli ungulati selvatici, a causa della competizione con l'attività venatoria. Lo studio della dieta riveste una notevole importanza soprattutto in contesti agricoli, in cui le attività zootecniche costituiscono la componente principale nell'economia locale (Morehouse&Boyce, 2011). La comprensione dell'ecologia alimentare del lupo risulta fondamentale per l'individuazione di appropriate strategie per la gestione della specie, soprattutto in contesti in cui il conflitto con la zootecnia mette a rischio la sopravvivenza della specie.

1.3.1 Scavenging e caching

Come riportato nel paragrafo precedente, la presenza di una determinata categoria alimentare all'interno di un escremento è imputabile sia alla predazione diretta, sia ad altri fenomeni, quali *scavenging* e *caching*:

- **Scavenging**: l'abitudine del lupo di nutrirsi di carcasse, chiamata appunto "*scavenging*", è frequentemente riportata in letteratura. Il fenomeno sembra essere sia estivo che invernale e può costituire una componente importante della dieta (Mech&Boitani, 2003). Huggard (1993a), ad esempio, riporta come nel corso di un inverno due branchi abbiano utilizzato complessivamente 14 carcasse di animali morti per cause diverse dalla predazione; in aggiunta, gli individui tornavano frequentemente a consumare carcasse di animali da loro uccisi, fino a due mesi dopo l'evento predatorio.
- **Caching**: il fenomeno del *caching* consiste nell'abitudine, comune a molti canidi, di nascondere porzioni di cibo sottoterra, in modo da costituire una riserva per i periodi in cui esso scarseggia. Il comportamento, comune sia ai cuccioli che agli adulti (Mech&Boitani, 2003), segue delle fasi stereotipate (Phillips *et al.*, 1990); una marcatura urinaria è spesso utilizzata per segnalare una *cache* vuota (Harrington, 1981). La quantità di cibo nascosta può variare enormemente: da circa mezzo chilo di carne rigurgitata in un buco profondo circa 30cm (Peterson&Ciucci, 2003) a un intero cervide nascosto sotto 70cm di neve (Nelson, 2011). La velocità di decomposizione delle *cache* è sconosciuta: Mech&Boitani (2003) riportano un caso di *surplus killing* invernale seguito da *caching*, in cui le prede erano state consumate nei due mesi successivi. Nel

Canada settentrionale, dove il suolo è congelato per circa 10 mesi l'anno, Mech ha osservato un lupo nutrirsi di una lepre che “apparentemente era stata sotterrata (“*cached*”) circa l'anno prima” (Mech&Boitani, 2003). La modalità con cui necrofagi e saprofagi possono accelerare la decomposizione delle *cache* in climi più caldi e umidi rimane tuttavia sconosciuta (Gadbois *et al.*, 2014).

1.3.2 Selezione della specie preda

Secondo Huggard (1993b), la selezione per un determinato tipo di specie preda è influenzata da una molteplicità di fattori legati al comportamento di caccia, che l'autore suddivide in tre fasi principali: l'incontro con la preda, la decisione di attaccare, il successo o meno dell'attacco. In particolare, la preferenza per un determinato tipo di preda dipenderebbe da:

- **Encounter rate:** è la probabilità di incontro con un determinato tipo di preda, che può essere casuale o intenzionale. Esso è influenzato da:
 - *Density:* densità delle specie preda. Se una determinata specie è abbondante sul territorio, la probabilità di incontro con il predatore è maggiore. L'abbondanza relativa, tuttavia, non è l'unico fattore a influenzare l'*encounter rate*.
 - *Habitat overlap:* sovrapposizione degli habitat utilizzati da preda e predatore. Se una specie è localmente molto abbondante, ma è localizzata in aree tradizionalmente poco frequentate dal lupo, avrà minor probabilità di essere predata.
 - *Detectability:* alcuni tipi di prede sono più facilmente individuabili da parte del predatore, per esempio a causa delle maggiori dimensioni corporee, del comportamento meno schivo, dell'abitudine a frequentare aree aperte, del comportamento gregario, ecc.
- **Decisione di attaccare:** sembra essere influenzata da un bilancio fra benefici e rischi. In particolare si considera:
 - *Comportamento della preda:* se la preda mette in atto un deciso comportamento di difesa, il predatore può scegliere di non attaccare, per evitare il rischio di venire ferito a sua volta.
 - *Dimensione del branco – guadagno energetico:* il numero di lupi presenti nel branco influenza la taglia della preda selezionata (Meriggi *et al.*, 2011)
- **Successo dell'attacco:** può dipendere, ad esempio, dalle condizioni fisiche della preda, dalla strategia di fuga, dalle condizioni ambientali (es neve), ecc.

Riassumendo, la scelta della preda dipende da una molteplicità di fattori, tra cui i più importanti sembrano essere l'abbondanza e l'accessibilità delle potenziali prede (Meriggi&Lovari, 1996).

2. AREA DI STUDIO

2.1 Lessinia: inquadramento generale

Con il termine Lessinia viene definita l'area delle Prealpi a nord di Verona delimitata dalla Val d'Adige a ovest, dalla Valle del Chiampo a est, dalla Val di Ronchi e dal gruppo del Carega a nord. Questo altopiano di forma trapezoidale digrada dolcemente verso sud, collegato alla pianura da strette valli longitudinali di origine fluviale (localmente chiamate "vaj"). La parte settentrionale dell'altopiano, denominata "Alta Lessinia", registra le quote più elevate; il punto più alto è Cima Trappola, di 1850m di quota. Il Parco Regionale della Lessinia occupa un'estesa porzione dell'altopiano, interessando il territorio di 15 comuni (di cui 13 in provincia di Verona e 2 in quella di Vicenza), per un'estensione totale di oltre 10.000 ettari.

Dal punto di vista geologico, l'area è costituita prevalentemente da rocce sedimentarie (Dolomia principale, Gruppo dei Calcari grigi, Gruppo dei Calcari oolitici, Rosso ammonitico, Maiolica, Scaglia rossa veneta); nel settore orientale la presenza di basalti e prodotti vulcanoclastici testimonia un'intensa attività vulcanica che ha interessato l'area nel corso dell'Eocene. Alla fine del Cenozoico (Pliocene), l'orogenesi alpina ha determinato il completo sollevamento dell'area fino alla quota attuale. L'altopiano è stato quindi progressivamente modellato dagli agenti esogeni (acqua, ghiaccio e vento), che hanno inciso e perforato le rocce calcaree originando vistosi fenomeni carsici.

Dal punto di vista della vegetazione, l'altopiano è suddiviso principalmente in due: la parte settentrionale (la cosiddetta "Alta Lessinia") è occupata dai pascoli utilizzati per l'alpeggio (Fig.2.1); essa si presenta priva di copertura arborea, a causa dal processo di disboscamento avvenuto durante la dominazione veneziana dell'area. La parte meridionale, in particolare i vaj, sono invece caratterizzati dalla presenza di estese faggete, talvolta a carattere mesotermo. In quest'ultimo caso al faggio si associano l'abete bianco e l'abete rosso.

L'altopiano ospita la maggior parte delle specie tipiche della fauna alpina. Per gli ungulati selvatici sono presenti il capriolo, il camoscio, e il cinghiale; la popolazione di cervo è attualmente in espansione. Degna di nota è la presenza ormai consolidata dell'istrice, mentre il gallo cedrone raggiunge in quest'area i limiti più meridionali del suo areale di distribuzione. La Lessinia rappresenta inoltre l'unico sito della catena alpina ad ospitare lo svernamento dello zigolo delle nevi, un piccolo passeriforme nidificante nelle regioni artiche. Estremamente frequente è anche la presenza del fringuello alpino.

L'economia dell'altopiano dipende in larga parte dal settore zootecnico. L'allevamento è concentrato soprattutto sui bovini, in particolar modo sulle razze da latte, mentre gli ovicapriini costituiscono solo in 12% dei capi allevati. La monticazione è una pratica molto diffusa (Fig.2.2): nei mesi estivi sono presenti nei pascoli estivi dell'Alta Lessinia circa 6.300 bovini, su un'estensione di pascolo di circa 6.100 ettari (Ramanzin&Sturaro, 2015). La densità di animali al pascolo è quindi estremamente elevata, ammontando a circa 103 animali/km².



Figura 2.1: Alta Lessinia: panorama dei pascoli estivi (Foto personale).

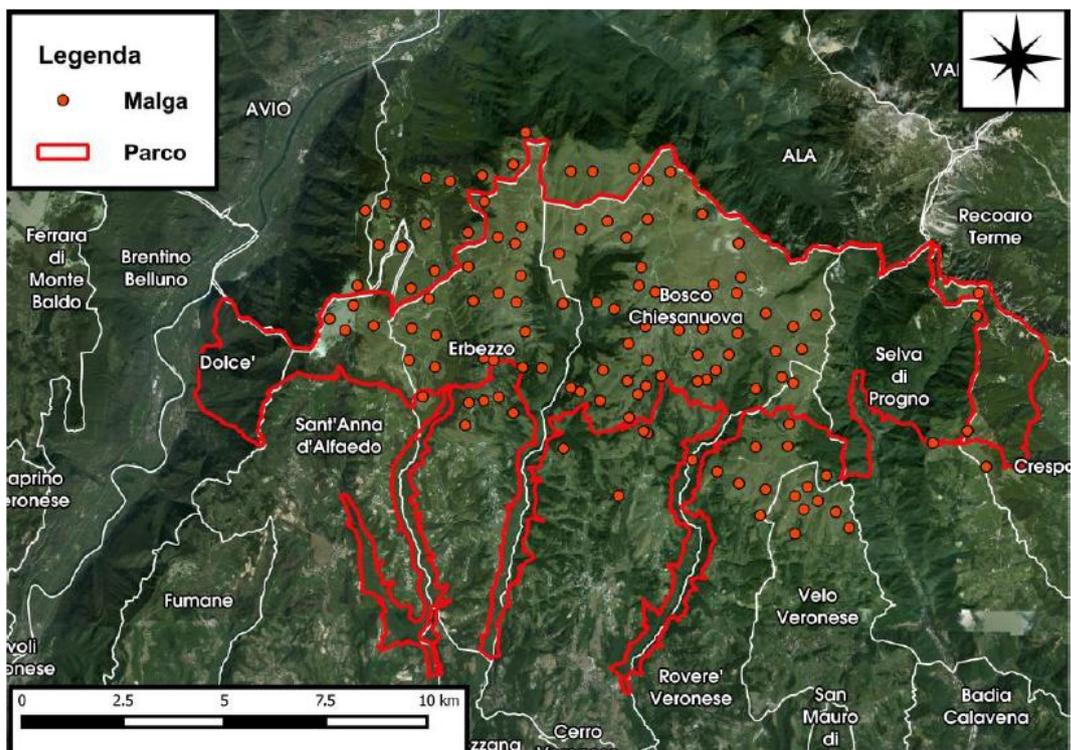


Figura 2.2: Immagine satellitare dell'altopiano della Lessinia. Sono indicati i confini del Parco e la localizzazione delle malghe (Ramanzin&Sturaro, 2015).

2.2 Il lupo nell'area di studio

In Lessinia l'estinzione del lupo risale alla seconda metà del 1800 (Cagnolaro *et al.*, 1994); dopo un secolo e mezzo di assenza, nel gennaio 2012 è stata riscontrata la prima prova certa della presenza del canide nell'area. L'individuo fototrappolato è risultato essere un esemplare femmina di origine italiana (ribattezzata "Giulietta"), probabilmente arrivata nell'area in seguito a un fenomeno di dispersione dalle Alpi Occidentali. Nel marzo 2012 si è assistito invece all'arrivo sull'altopiano di Slave, giovane maschio di origine dinarica. Nel luglio 2012, l'animale era stato munito di collare GPS dai ricercatori dell'Università di Lubiana, nell'ambito del progetto Life Slowolf: ciò ha permesso di documentare una delle più lunghe dispersioni monitorate scientificamente a livello europeo (Fig. 2.4). L'esemplare ha infatti percorso circa 1.176 km attraversando la Slovenia, l'Austria, scendendo in Italia attraverso l'Alto Adige, il Bellunese, il Trentino orientale, il Vicentino e infine il Veronese, giungendo in Lessinia la notte del 6 marzo, circa 3 mesi dopo la partenza. L'incontro con la femmina è stato accertato il 12 aprile 2012, grazie al ritrovamento di una doppia pista su neve (Castagna *et al.*, 2014). L'evento ha rappresentato il primo contatto documentato geneticamente fra due popolazioni separate da più di un secolo; esso costituisce quindi un fenomeno di eccezionale valore naturalistico.



Figura 2.3: Coppia alfa del branco della Lessinia. Il maschio dominante (a sx) è facilmente riconoscibile grazie alla colorazione più chiara del mantello (Foto di Luca Signori).

La coppia si è riprodotta per la prima volta con successo nell'estate 2013: la nascita dei primi due cuccioli ha quindi determinato la formazione del primo branco delle Alpi Orientali (Marucco *et al.*, 2014). La produttività della coppia dominante si è dimostrata elevata; negli anni successivi sono infatti nate altre quattro cucciolate, rispettivamente di 7 cuccioli nel 2014, 7 nel 2015, 6 nel 2016 e 5 nel 2017 (Tabella 1).

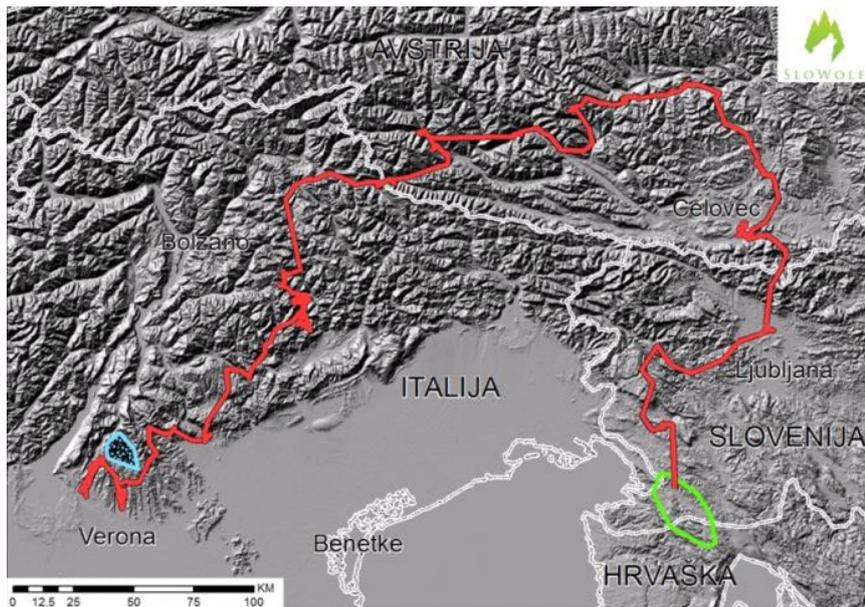


Figura.2.4: Dispersione del maschio di origine dinarica (Slavc), dal suo territorio di origine (verde) all'altopiano della Lessinia (Foto di Slowolf).

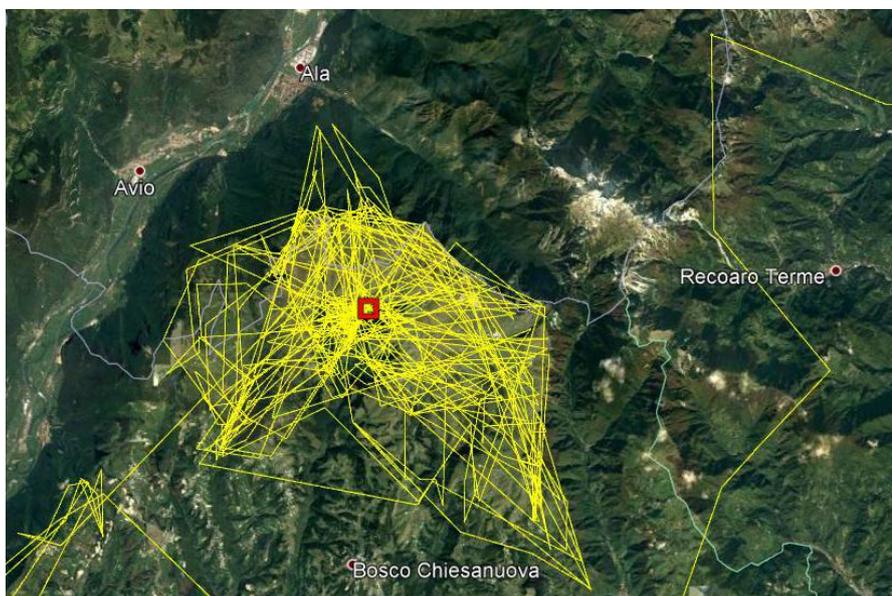


Figura.2.5: Movimenti del maschio Slavc dall'arrivo in Lessinia al distacco del collare GPS. Nella fascia a dx e in basso a sx sono visibili gli spostamenti precedenti al definitivo insediamento sull'altopiano (Foto elaborata dalla traccia GPS, per concessione di Slowolf)

2.2.1 Il monitoraggio del lupo nell'area di studio

La Lessinia rappresenta una delle *core area* del progetto quinquennale LIFE Wolfalps (LIFE 12 NAT/IT/000807 WOLFALPS), attivatosi nel 2013 e di prossima scadenza (maggio 2018).

Il monitoraggio sull'altopiano è stato effettuato secondo le modalità previste dal progetto, mediante raccolta non invasiva di segni di presenza (quali escrementi, campioni biologici, rilevazione di piste su neve, predazioni, avvistamenti diretti, ecc). Il monitoraggio, effettuato dal personale del Corpo Forestale dello Stato, Parco della Lessinia, Provincia Autonoma di Trento (Stazione Forestale di Ala) e Polizia provinciale (province di Verona e Vicenza), è risultato essere di elevatissimo livello. La quantità e qualità dei dati raccolti ha permesso di maturare una conoscenza estremamente dettagliata del branco, inusuale per questo tipo di studi (Avanzinelli *et al.*, 2017).

Oltre ai transetti sistematici, dal 2012 a oggi il branco è stato monitorato mediante fototrappolaggio, *snow-tracking*, *wolf-howling* e frequenti avvistamenti diretti. Queste tecniche sono state utilizzate per stimare il numero di individui presenti nell'area durante le tre fasi dell'anno (estate, inizio inverno, fine inverno). Il numero minimo certo è rappresentato dal più elevato numero di lupi riscontrato con una qualsiasi delle seguenti tecniche: numero di individui conteggiati lungo una stessa pista su neve, attribuita al branco per localizzazione o risultato genetico; numero massimo di lupi ripresi assieme con foto o video; numero totale di genotipi diversi individuati mediante campionamento genetico (Avanzinelli *et al.*, 2017).

Il numero di individui conteggiati è generalmente maggiore in estate, a causa della nascita della cucciolata (Fig.2.6). La stima più conservativa è invece quella effettuata a fine inverno, in quanto tiene conto degli eventi di dispersione e della mortalità invernale. Nel periodo di campionamento del presente studio, il numero minimo certo di lupi è risultato essere: 11 individui per l'estate 2016 (5 adulti, 6 cuccioli), 7 fra adulti e subadulti per l'inverno 2016-17, 9/10 individui per l'estate 2017. La consistenza invernale è stata ricavata mediante l'osservazione di una pista su neve; per l'estate 2017, il valore si riferisce al numero massimo di individui osservati durante un avvistamento diretto. Poiché in quest'occasione non era stato possibile determinare con certezza il numero esatto di individui, nel calcolo della precisione (§3.1) si è scelto di utilizzare la stima più elevata, in via precauzionale.



Figura 2.6: Cucciolata del 2015, fotografata a circa 3 mesi d'età (Foto di Luca Signori).

ANNO	N° LUPI <i>(n° minimo accertato nell'anno)</i>
2012	3 indd. (coppia Alfa+spoglia 1 femm.)
2013	4 indd. (coppia Alfa+2juvv.)
2014	11 indd. (coppia Alfa+7juvv.+2)
2015	13/14 indd. (coppia Alfa+7juvv.+4/5)
2016	11 indd. (coppia Alfa+6juvv.+3)
2017	9/10 indd. (Lessinia) (coppia Alfa+5juvv.+2/3) 8 indd. (Carega - Piccole Dolomiti Vicentine - Lessinia Nord-orientale?) IN ATTESA DI CONFERMA DA GENETICA

Tabella 1: Monitoraggio del lupo in Lessinia (2012-17): numero minimo certo di individui. (Archivio del Parco della Lessinia)

L'individuazione dei rendezvous

Il monitoraggio effettuato nelle estati 2016 e 2017 ha permesso di localizzare i rispettivi siti di rendezvous; si è invece scelto intenzionalmente di non cercare le tane, in modo da evitare di arrecare disturbo al branco nelle prime delicate settimane di vita dei cuccioli.

Nel 2016 sono stati utilizzati due diversi siti di rendezvous: il primo, d'ora innanzi chiamato RVT16, è stato frequentato fino alla fine di agosto; il secondo, denominato RVA16, è stato abbandonato nei primi giorni di novembre.

Verso metà maggio 2017 il branco ha improvvisamente cessato di frequentare la zona dove, in tutti gli anni precedenti, erano stati localizzati i rendezvous. Ciò ha complicato non poco sia la raccolta degli escrementi per l'analisi della dieta, sia la ricerca del sito stesso. Il rendezvous è stato infine individuato il 31 agosto 2017, in un'area precedentemente considerata poco adatta a causa dell'elevato disturbo antropico. Il sito è stato frequentato sino a metà ottobre, quando i cuccioli sono stati trasferiti in un altro rendezvous poco distante, questa volta in una zona più isolata. La frequentazione del primo sito, tuttavia, non è cessata, almeno da parte di alcuni individui adulti; entrambi i siti sono stati abbandonati all'inizio di novembre. I due siti sono quindi stati frequentati contemporaneamente per alcune settimane; in sede di analisi dati si è quindi deciso di considerare assieme gli escrementi raccolti nell'uno e nell'altro.

Per quello che riguarda l'analisi della dieta, quindi, nel 2017 si è scelto di considerare un unico rendezvous (denominato d'ora innanzi RVS17), ottenuto accorpendo i dati dei due diversi siti.

Definizione dell'area di studio

Nel corso dei cinque anni di progetto, l'utilizzo del territorio da parte del branco è stato valutato più volte, calcolando l'Area Minima Certa sulla base del Minimo Poligono Convesso (MPC) (Avanzinelli *et al.*, 2017). Tuttavia, questo metodo sottostima notevolmente l'effettiva estensione dell'area occupata dalla specie. Per il presente studio, quindi, l'*home range* è stato definito in base alle informazioni raccolte mediante telemetria, nel periodo antecedente al distacco del radiocollare del maschio dominante (Fig 2.5). D'ora innanzi, l'area di studio della presente ricerca viene quindi definita come il territorio dell'altopiano della Lessinia compreso fra la Val d'Adige a ovest, la Val di Ronchi/Gruppo del Carega a nord, la Valle di Revolto/Val d'Illasi a est. Sono quindi stati esclusi le zone di Selva di Progno, Campofontana, e Gruppo del Carega: la presenza di un branco distinto in queste aree è stata infatti confermata. Il confine meridionale dell'*home range* del nucleo della Lessinia non è mai stato individuato con sicurezza: di conseguenza, per il presente studio il campionamento è stato effettuato fino all'altezza di Bosco Chiesanuova.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Metodi di analisi della dieta

3.1.1 I metodi di quantificazione

Lo studio dei resti indigesti contenuti negli escrementi rappresenta il metodo più utilizzato per valutare l'ecologia alimentare di molte specie carnivore (Klare *et al.*, 2011); questa tecnica, infatti, non è invasiva, presenta costi ridotti ed è relativamente facile da applicare (Reynolds&Aebischer, 1991; Ciucci *et al.* 1996).

Gli studi presenti in letteratura riportano l'utilizzo di una pluralità di metodi diversi per lo studio delle fatte, che Klare *et al.* (2011) suddivide in 3 raggruppamenti principali:

- 1) **Metodi qualitativi**: valutano la presenza/assenza di una determinata categoria alimentare della fatta. Ciò si esprime attraverso la frequenza delle occorrenze¹ ("*frequency of occurrence*"), che rappresenta la percentuale di escrementi contenenti una determinata categoria alimentare rispetto al totale. La frequenza delle occorrenze può essere calcolata sul numero totale di escrementi o sul totale delle occorrenze (Lockie, 1959), considerando o meno le categorie alimentari presenti in traccia (<3%).
- 2) **Scat composition (peso e volume)**: metodi basati sulla misura quantitativa del peso (*Measured* ed *Estimated weight*) o del volume (*Relative volume*) dei resti indigesti contenuti nel campione (Ciucci *et al.*, 1996).
 - *Measured weight*: per ciascun escremento le diverse categorie alimentari vengono separate manualmente e pesate.
 - *Estimated weight*: al fine di velocizzare i tempi necessari, si effettua una stima visiva della proporzione con cui ogni categoria alimentare è presente nella fatta. Questo valore viene poi moltiplicato per il peso secco dell'escremento, ottenendo il peso relativo per ciascuna componente.
 - *Relative volume*: per ogni categoria alimentare, si effettua una stima visiva del volume occupato rispetto al volume totale della "fatta", grazie all'ausilio di una griglia di riferimento (Fig.3.1).

Per ciascuno di questi metodi, vengono sommati tutti i pesi/volumi relativi alla *i*-esima categoria; il valore ottenuto è poi rapportato al totale.

- 3) **Calcolo della biomassa**: metodi che stimano in maniera quantitativa la biomassa (kg di preda) effettivamente ingerita dal predatore. Afferiscono a due tipologie:

¹ Viene definita "occorrenza" la presenza di una qualsiasi categoria alimentare nell'escremento; ad esempio, una fatta costituita dal 90% di pelo di capriolo e 10% di roditore avrà 2 occorrenze.

- *Number of prey detected*: il numero minimo di prede contenute in ciascuna fatta viene stimato grazie alla presenza di elementi diagnostici (mandibole, ossa, ecc) e poi moltiplicato per il peso medio vivo della preda. Questo metodo è utilizzato generalmente per prede di piccole dimensioni (es. micromammiferi) (Weaver&Hoffman, 1979).
- *Feeding trials*: si basa su modelli elaborati con esperimenti su lupi in cattività, i quali vengono alimentati con carcasse di peso noto appartenenti a specie diverse. La relazione tra il peso medio vivo della specie preda e i kg di biomassa ingeriti per ciascuna fatta viene espressa sotto forma di retta di regressione del tipo:

$$Y = a + bX$$

in cui

Y = kg di biomassa ingerita per ogni escremento.

X = peso medio della specie preda.

I due principali modelli per il calcolo della biomassa presenti in letteratura sono stati elaborati da Floyd *et al.* (1978) e Weaver (1993).

3.1.2 Significato, potenzialità e limiti dei metodi

La scelta del metodo di analisi influenza i risultati ottenibili dallo studio della dieta, in quanto ciascuna tecnica presenta vantaggi e svantaggi e fornisce un'interpretazione diversa dalle altre (Klare *et al.*, 2011). Descriviamo in seguito il significato, le potenzialità e i limiti (*bias*) legati a ciascun metodo:

- 1) *Metodi qualitativi - frequenza di occorrenza*: è un indice di presenza/assenza, utile per evidenziare le componenti rare.
Il principale *bias* di questa tecnica consiste nel fatto che le categorie alimentari presenti in quantità diverse vengono conteggiate in maniera analoga ("*equating of occurrence*") (Kelly, 1991). Elementi in traccia, quindi, vengono considerati alla stessa stregua di componenti molto abbondanti. Questo metodo tende quindi a sovrastimare le categorie alimentari rare (es. frutta, invertebrati) e le specie di taglia piccola (es. roditori).
Nonostante questo limite, la frequenza delle occorrenze è il metodo più semplice e di veloce applicazione, oltre che il più utilizzato (Ciucci *et al.*, 1996; Klare *et al.*, 2011); risulta pertanto rilevante per la comparazione fra studi diversi.
- 2) *Scat composition* (peso e volume): questo metodo fornisce informazioni quantitative riferite al campione, eliminando il *bias* "*equating of occurrence*".
Il limite principale di questo metodo è legato al rapporto superficie/volume: animali di taglia piccola avranno proporzionalmente una quantità di resti indigesti maggiore rispetto ad animali di taglia grande (Floyd *et al.*, 1978); di conseguenza, tenderanno a venire sovrastimati.

La tecnica dell'*estimated weight*, inoltre, si basa sull'assunzione che tutte le categorie alimentari considerate abbiano uguale densità; in caso si considerino, ad esempio, componenti quali ossa e pelo questo presupposto non è applicabile (Ciucci *et al.*, 1996).

- 3) *Calcolo della biomassa*: rappresenta l'unico metodo che fornisce informazioni quantitative non solo legate al campione, ma anche alla preda consumata. In particolare il calcolo della biomassa mediante *feeding trials* viene considerato da numerosi autori (Floyd *et al.*, 1978; Ciucci *et al.*, 1996; Klare *et al.*, 2011) come la stima più accurata della dieta effettiva.

Questo metodo presenta il vantaggio di eliminare il *bias* del rapporto/superficie volume; non è, tuttavia, esente da problemi e limitazioni, quali:

- è applicabile solo ai mammiferi (Corbett, 1989)
- si assume che le prede siano consumate completamente (Ciucci *et al.*, 1996)
- non viene considerata la perdita di biomassa legata ai necrofagi (Ciucci *et al.*, 1996)

La traslazione di un modello studiato in cattività ad animali in natura richiede inoltre di prestare attenzione ad alcuni fattori, quali (Klare *et al.*, 2011):

- *Differenze fra animali in cattività e selvatici*: il modello viene traslato su individui di sesso, età e condizioni fisiche diverse da quelle degli animali studiati. Queste differenze inter-individuali possono influenzare il funzionamento dell'apparato digerente.
- *Range alimentare*: in natura i predatori hanno a disposizione più tipi diversi di prede rispetto alle condizioni in cattività.
- *Specie preda non testate*: il modello viene spesso applicato a specie preda non effettivamente testate sperimentalmente.
- *Predatori non testati*: sebbene i modelli possano venire traslati da una specie di predatore ad altre specie affini, l'accuratezza diminuisce nell'applicare il modello a specie diverse da quelle studiate.

3.1.3 Analisi della dieta – fasi

Indipendentemente dal metodo di analisi scelto, lo studio della dieta si articola in 3 fasi principali:

- 1) Raccolta
- 2) Preparazione dei campioni
- 3) Applicazione dei metodi di quantificazione.

Nei paragrafi successivi ciascun processo sarà trattato nel dettaglio.

3.2 Analisi della dieta – fieldwork

3.2.1. Raccolta del campione

Periodo e modalità

La raccolta degli escrementi è stata effettuata nel periodo compreso tra agosto 2016 e novembre 2017 dalla scrivente, con collaborazione occasionale di Carabinieri forestali, personale del Parco della Lessinia e altri soggetti interessati. La raccolta è stata effettuata secondo due modalità principali:

- **Transetti sistematici** (*scat trails*): questo metodo consiste nel definire preventivamente alcuni percorsi (“transetti” o “*scat trails*”) che poi verranno ispezionati a intervalli regolari alla ricerca di escrementi. Il campionamento ha interessato il periodo 1° agosto 2016 – 31 luglio 2017; nei 12 mesi in cui è stata applicata questa tecnica, sono state effettuate più di 100 uscite, percorrendo una distanza totale di 1.040km, corrispondenti approssimativamente a 52.530m di dislivello.

Sono stati utilizzati 9 transetti, individuati sfruttando l’esperienza maturata in occasione di precedenti monitoraggi (Avanzinelli *et al.*, 2017). Ognuno di essi è stato percorso con cadenza mensile o quindicinale, a seconda della maggiore o minore frequenza di ritrovamento delle fatte, in modo da assicurare uno sforzo di campionamento il più possibile costante nel tempo. I transetti utilizzati coincidono per la maggior parte con sentieri e piste forestali, e garantiscono una copertura omogenea della zona della Lessinia centrale e dei vaj, più frequentata dal branco, attribuendo invece meno importanza alle aree periferiche.

All’interno della categoria “transetti” confluiscono inoltre gli escrementi raccolti in maniera opportunistica da altri operatori durante attività di monitoraggio non sistematico, sopralluoghi su siti di predazione di bestiame domestico, oltre agli escrementi raccolti occasionalmente in zone di riposo diurno (denominati “punti fissi”).

- **Siti di rendezvous**: una seconda metodologia utilizzabile è la raccolta degli escrementi presso le tane e i siti di rendezvous (Steenweg *et al.*, 2015). Questo metodo presenta il vantaggio di permettere la raccolta di un gran numero di escrementi con uno sforzo di campionamento molto limitato; tuttavia, questa pratica può rappresentare una fonte di disturbo per il branco proprio nel periodo più delicato per la crescita dei cuccioli.

La raccolta degli escrementi presso i siti di rendezvous è stata effettuata da inizio settembre a inizio novembre di entrambi gli anni, con due diverse modalità:

- **Raccolta opportunistica**: eseguita *dopo* che il branco aveva abbandonato il rendezvous, in modo da non costituire fonte di disturbo. La raccolta, effettuata perlustrando l’intera area del rendezvous, vedeva la partecipazione di un numero elevato di operatori (4-7), in modo da massimizzare l’efficacia della ricerca.

- **Raccolta sistematica:** in caso di raccolta sistematica il sito di interesse veniva visitato a intervalli regolari nel tempo (ogni 10-20giorni) da un numero molto ridotto di operatori (1-2). Al fine di limitare il più possibile il disturbo la raccolta veniva effettuata in maniera estremamente rapida e solo in piccole aree circoscritte, contigue al rendezvous vero e proprio.

Stagioni di campionamento

Gli escrementi raccolti durante il periodo di campionamento sono stati suddivisi in due stagioni: fatte “estive”, raccolte fra novembre e aprile, e fatte “invernali”, reperite tra maggio e ottobre, in accordo con quanto svolto in precedenti studi (Mattioli *et al.*, 1995; Regine, 2008; Larentis, 2017). Alcuni lavori ammettono una certa sovrapposizione cronologica nella ripartizione, distinguendo fra le due tipologie sulla base della presenza o assenza di copertura nevosa: gli escrementi sono considerati “invernali” se raccolti su neve, “estivi” negli altri casi (Ciampichini, 2006). Questo criterio risulta poco efficace per la nostra area di studio, in quanto la copertura nevosa sull’altopiano della Lessinia per l’inverno 2016-17 è risultata estremamente scarsa, concentrata solamente nel periodo compreso fra il 13 gennaio e la fine di febbraio 2017. Nonostante questo, si è scelto di utilizzare comunque gli stessi intervalli stagionali, in quanto collegati non solo alle temperature, ma anche al periodo di alpeggio (presenza o assenza del bestiame nei pascoli) e all’ecologia del lupo (nascita dei cuccioli, diverso uso del territorio, ecc).

Il campionamento invernale è stato effettuato fra il 1° novembre e il 30 aprile con la metodologia dei transetti; a causa dello scarsissimo innevamento non è stato possibile utilizzare né la tecnica dello snow-tracking né il metodo additivo (Marucco, 2008). Il campionamento estivo mediante transetti è stato effettuato nei periodi 1° agosto – 30 ottobre 2016 e 1° maggio – 31 luglio 2017. Per i siti di rendezvous la raccolta è stata compresa fra inizio settembre e inizio novembre, quando i cuccioli hanno abbandonato l’area per seguire gli adulti. In particolare nel sito di rendezvous RVT16 è stata effettuata una raccolta occasionale al termine dell’utilizzo dell’area da parte del branco; nel sito RVA16 è stata invece portata avanti una raccolta sistematica. Per il rendezvous RVS17 sono state utilizzate entrambe le metodologie.

Criteri per la raccolta

Per l’analisi della dieta sono state considerate solamente le fatte di consistenza solida, in grado quindi di resistere agli agenti atmosferici (“*collectable scat*” *sensu* Floyd, 1978), mentre sono state scartate le feci di consistenza semi-liquida, prodotto delle prime fasi di digestione (Floyd *et al.*, 1978; Ciucci *et al.*, 1996). Le fatte sono state raccolte in qualunque momento dopo la loro deposizione, purché fisicamente non disgregate: l’ “età” di un escremento, infatti, non è significativa ai fini dello studio della dieta (Reynolds&Aebischer, 1991). Fatte rinvenute entro 1m² venivano considerate come un unico campione, a meno che non presentassero evidenti differenze in colore, composizione ecc. (Corbett, 1989).

Ogni escremento veniva raccolto in un sacchetto di plastica su cui veniva indicata la data, il codice identificativo univoco per ogni fatta e le coordinate del luogo di raccolta;

venivano inoltre annotate le principali caratteristiche dell'escremento ("età" presunta, odore, contenuto, ecc.). I campioni venivano quindi posti in congelatore e conservati fino al momento dell'analisi in laboratorio.

Criteri per la selezione degli escrementi

Lo studio della dieta tramite analisi delle feci presuppone la capacità di attribuire in maniera corretta un determinato tipo di escremento all'animale che lo ha deposto. Ciò risulta particolarmente rilevante in caso di specie simpatriche (Weaver&Fritts, 1979; Green&Flinders, 1981; Laguardia *et al.*, 2015): nella nostra area di studio, possibile confusione poteva sorgere nel discriminare fatte di lupo, volpe e cane.

I criteri utilizzati per la raccolta, volti a minimizzare il margine di errore con fatte di altre specie, sono stati:

- *Dimensioni e diametro*: per tutte le fatte raccolte lungo transetti il diametro doveva essere >30mm (Weaver&Fritts 1979). Per gli escrementi raccolti nei siti di rendezvous, invece, è stato accettato anche un diametro minore, per tenere in considerazione la presenza di fatte attribuibili ai cuccioli (e quindi di dimensioni più piccole). Le fatte di diametro inferiore ai 15mm sono state scartate in via precauzionale, al fine di ridurre l'eventuale confusione con escrementi di volpe; gli escrementi con diametro compreso fra 16 e 20mm sono state valutati attentamente in base agli altri criteri prima della raccolta (Green&Flinders, 1981; Weaver&Fritts 1979).
- *Contenuto*: negli escrementi di lupo è estremamente comune la presenza di resti indigesti degli animali predati (ossa, pelo, frammenti di zoccolo, ecc.). Questo criterio risulta particolarmente utile per distinguere tra fatte di lupo e di cane; queste ultime sono infatti caratterizzate da una consistenza più morbida e omogenea.
- *Odore*: gli escrementi di lupo deposti da poco tempo possono presentare un odore molto forte e caratteristico, legato alle secrezioni delle ghiandole anali (Asa *et al.*, 1985), non presente nelle fatte di cane.
- *Localizzazione*: il sito di deposizione deve essere compatibile con il comportamento del lupo. La deposizione presso intersezioni fra più sentieri o in corrispondenza di particolari punti di riferimento è molto frequente (Vilà *et al.*, 1994). Al contrario, sono state scartate le zone con eccessiva presenza antropica, al fine di ridurre la confusione con gli escrementi di cane.

È importante sottolineare come l'utilizzo di più criteri contemporaneamente aumenti la possibilità di discriminare efficacemente tra le diverse specie simpatriche. Ogni criterio, infatti, se utilizzato da solo, presenta delle limitazioni: la regola del diametro, ad esempio, comporta una notevole perdita di informazioni legata alla presenza di escrementi più piccoli della media (Weaver&Fritts, 1979), mentre il caratteristico odore delle secrezioni anali sarebbe presente solo in una piccola percentuale delle fatte (Asa *et al.*, 1985).

Precedenti studi sottolineano i limiti legati alla discriminazione fra specie simpatriche sulla base di criteri morfologici della fatta stessa, suggerendo invece le analisi genetiche come metodo non ambiguo e robusto (Foran *et al.*, 1997). Poiché i costi elevati non

permettono di applicare questa tecnica a tutti gli escrementi, si sono utilizzati i tradizionali criteri sopra riportati; un piccolo sottocampione è stato analizzato geneticamente come conferma dell'accuratezza del metodo.

Analisi genetica

L'analisi genetica degli escrementi si basa sull'estrazione del DNA nucleare e mitocondriale da cellule epiteliali rimaste sulla superficie della fatta, permettendo l'identificazione della specie, del sesso e del genotipo.

Grazie ai finanziamenti legati al progetto LIFE WolfAlps, è stato possibile analizzare geneticamente un piccolo sottocampione di escrementi presso il "National Genomics Center for Wildlife and Fish Conservation" (Missoula, USA). Le fatte inviate ad analizzare (n=20 per l'anno 2016, Lessinia veneta) sono stati selezionate in maniera non casuale, prediligendo quelle di recente deposizione, in modo da massimizzare il risultato in laboratorio (Marucco *et al.*, 2012).

Questa analisi si è inserita nel programma di monitoraggio biennale (2014-16) del progetto LIFE WolfAlps. Nonostante il campione considerato per il biennio sia di piccole dimensioni (n=49), a causa dei notevoli costi di analisi, è stata confermata nel 100% dei casi l'attribuzione a lupo, dimostrando quindi l'esperienza maturata nel corso degli anni dagli operatori (Avanzinelli *et al.*, 2017).

Grandezza e precisione del campione

Un campione di dimensioni eccessivamente ridotte rispetto al numero totale di escrementi depositi rischia di essere poco rappresentativo della dieta (Marucco *et al.*, 2008). Per valutare l'affidabilità dello studio, si è quindi calcolata la percentuale di fatte raccolte rispetto alla "popolazione" totale di fatte (N) deposte nel corso dell'anno. La numerosità di quest'ultima viene calcolata con la formula:

$$N = n^{\circ} \text{ lupi} \times 2 \text{ fatte/giorno} \times n^{\circ} \text{ giorni}$$

Il calcolo viene effettuato separatamente per le due stagioni, utilizzando il numero minimo certo di lupi presenti nel branco a fine estate e fine inverno.

La stima del tasso di defecazione è basata su osservazioni di *feeding trials* in cattività (Floyd *et al.*, 1978), che riferiscono un tasso di defecazione di 4 fatte/lupo/giorno. Considerando la minore disponibilità di cibo in natura, questa stima viene dimezzata, utilizzando quindi un tasso di defecazione di 2 fatte/lupo/giorno, in analogia con quanto fatto in precedenti studi (Marucco, 2003; Ciampichini, 2006).

Infine, vengono considerati al fine del calcolo 181 giorni invernali e 184 giorni estivi.

La dimensione del campione viene considerata adeguata se il numero di escrementi raccolti è compreso fra il 5 e il 10% della popolazione totale di fatte.

3.2.2 Analisi di laboratorio

Preparazione del campione

Per la preparazione dei campioni è stata seguita la procedura di laboratorio proposta da Reynolds&Aebischer (1991) e traslata quindi per il lupo (Ciucci et al., 1996). La procedura comprende le seguenti fasi:

- *Sterilizzazione*: il campione viene estratto dal congelatore, posto in una vaschetta di alluminio e cotto per 6 ore a 90°, in modo da uccidere potenziali parassiti pericolosi per l'uomo (es. genere *Echinococcus*)
- *Misurazione* del peso e del volume della fatta tramite una bilancia elettronica (g) e immersione in un cilindro graduato pieno d'acqua (ml).
- *Ammollo*: la fatta è lasciata in ammollo per 24-48 ore al fine di ammorbidirla per velocizzare le fasi successive. In alternativa, si può inserire l'escremento in un contenitore chiuso ermeticamente e agitarlo per pochi minuti, ottenendo lo stesso risultato.
- *Lavaggio*: la fatta e il liquido in cui essa è contenuta vengono rovesciate in un colino di maglia 0,5mm e successivamente sciacquati sotto l'acqua corrente per parecchi minuti. Questa fase ha lo scopo di eliminare la componente microscopica, che non viene considerata ai fini della dieta in quanto ritenuta poco significativa (Ciucci et al., 1996).
- *Essiccazione*: le fatte sono nuovamente cotte in forno a 70° per un tempo variabile, fino a quando non risultano completamente asciutte. Questa fase permette poi di conservare per lungo tempo i campioni, evitando la formazione di muffe.
- *Separazione e quantificazione*: le diverse componenti alimentari (pelo, ossa, vegetazione, ecc.) vengono separate manualmente con l'uso di pinzette e disposte su una griglia graduata, suddivisa in quadrati di dimensioni crescenti. Si effettua quindi una stima ad occhio delle proporzioni in volume occupate da ciascuna componente (es. pelo 75%, ossa 20%, vegetazione 5%). In caso risulti impossibile separare le diverse categorie (es. vegetazione e pelo intricati tra loro) si analizzano alcune piccole porzioni della griglia, attribuendo per ciascuna la percentuale dei due componenti (es. porzione 1: 50% pelo – 50% vegetazione, porzione 2: 35% pelo – 65% vegetazione, ecc.), fino ad arrivare a un valore medio.
- *Identificazione* dei resti indigesti presenti (vedi paragrafo successivo). Durante queste fasi viene compilata una apposita scheda riassuntiva, specificando il codice identificativo univoco della fatta, il peso, il volume, i vari tipi di componenti alimentari presenti e le rispettive percentuali in volume.
- *Stoccaggio*: al termine del processo di identificazione i resti indigesti sono inseriti in buste plastificate contrassegnate dal codice univoco della fatta, e conservati in un luogo asciutto per eventuali successive identificazioni.



Figura 3.1: Alcune fasi dell'analisi di laboratorio: a) sterilizzazione, b) misurazione del volume, c) lavaggio, d) essiccazione, e) separazione e quantificazione, f) stoccaggio.

Identificazione dei resti indigesti

I resti indigesti provenienti dalla fase di lavaggio appartengono generalmente a 6 categorie: pelo, ossa, vegetazione, frutta, *non-food item*, “altro”.

Peli

Il mantello di un animale è costituito da due diverse tipologie di pelo: il pelo di guardia (“*guardhair*”) e il sottopelo (“*underhair*”). La struttura interna di un pelo è costituita da 3 strati concentrici: la cuticola, che rappresenta lo strato più esterno di scaglie di cheratina, la cortex e la medulla (Teerink, 1991).

Per l'identificazione dei campioni sono utilizzati i peli di guardia, in quanto sono gli unici dotati di valore diagnostico. Il riconoscimento si è basato sia su caratteristiche macroscopiche che microscopiche.

Lo studio è stato effettuato inizialmente su collezioni certe di riferimento, utilizzando guide specifiche (Debrot, 1982; Teerink, 1991) ed elaborando un mio personale manuale di riconoscimento che comprendesse non solo le specie selvatiche ma anche gli ungulati domestici. Successivamente, dopo aver sostenuto il *blind test* (vedi paragrafo successivo) si è proceduto all'analisi dei campioni estratti dagli escrementi.

Ciascuna fatta può contenere peli di una o più specie, generalmente riconoscibili visivamente osservando la matassa. Da ogni campione venivano estratti 5 ciuffetti di pelo da punti diversi della massa, cercando in questo modo di identificare anche le specie presenti in traccia. Dopo un primo esame dell'aspetto esterno (lunghezza, ondulazioni, consistenza, colore...), i peli venivano osservati al microscopio con ingrandimento 4x e 10x (Fig.3.2). L'attribuzione del campione a una precisa specie è stata effettuata analizzando le caratteristiche della medulla (struttura, ampiezza, forma dei margini) (Teerink, 1991), oltre alla forma di radice e punta (De Marinis&Asprea, 2006), mentre non sono stati utilizzati né gli stampi della cuticola né le sezioni trasversali (Teerink, 1991; Lombardi&Ragni, 2011). Negli unici due casi dubbi, il pelo è stato assegnato alla categoria "mammifero indeterminato" e "ungulato indeterminato".

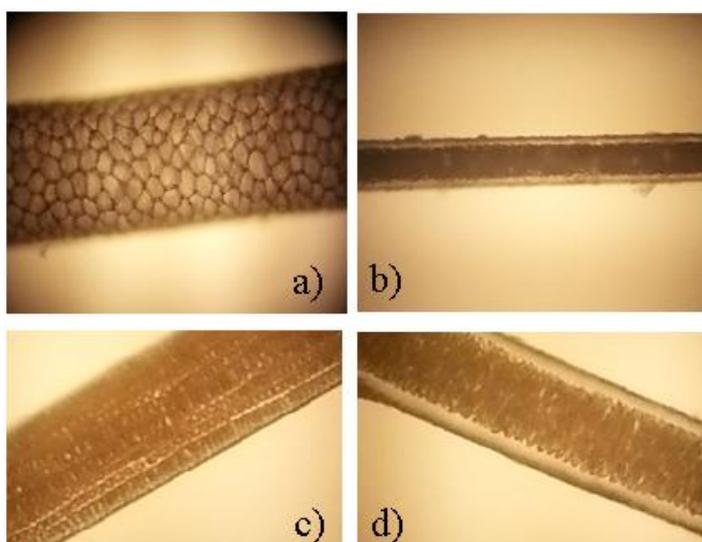


Figura 3.2: Tipi diversi di pelo in visione microscopica: a) capriolo invernale; b) bovino; c) lepre, d) marmotta.

Blind test

Al fine di testare l'accuratezza del processo di identificazione, ogni operatore è sottoposto al cosiddetto "*blind test*" prima di poter iniziare la vera e propria analisi. L'esame consiste nel riconoscimento di 120 campioni di pelo di sicura attribuzione, che l'operatore però ignora (Ciucci *et al.*, 1996); il numero massimo di errori consentiti per superare il test è di 1/120 (0,83%). Nel caso del presente studio, l'accuratezza dell'operatore è stata del 100% (120/120 campioni).

Nel *blind test* sono state inserite tutte le specie di mammiferi presenti nell'area di studio che possono essere predate dal lupo. In particolare, sono state considerate le seguenti categorie:

- *Ungulati selvatici* (camoscio, capriolo, cervo e cinghiale): nel caso di capriolo e cervo i peli invernali ed estivi presentano caratteristiche molto diverse, e sono quindi considerati separatamente.
- *Ungulati domestici* (asino, capra, pecora, bovino)
- *Roditori*: questo raggruppamento include le categorie marmotta, “ghiro” e “altri roditori”. La categoria “ghiro” include principalmente la specie *Glis glis*, ma non si esclude la presenza anche di altri Gliridae. Il raggruppamento “altri roditori” raggruppa invece tutti gli altri generi presenti sul territorio, quali *Apodemus*, *Crocidura*, *Microtus*, *Sorex*, ecc.
- *Mustelidi* (tasso, martora, donnola e faina)
- *Canidi* (lupo, cane, volpe)
- *Altri*: insettivori (talpa), lagomorfi (lepre comune).

Non è stata effettuata una differenziazione fra le varie classi d'età degli ungulati selvatici.

Altre componenti

Altre categorie di resti indigesti rinvenibili nelle fatte, oltre alla componente di peli, sono:

- **Ossa**: questa categoria include i frammenti di ossa, pelle, zoccoli, ecc. Nel caso nell'escremento fosse presente più di una specie preda e non si riuscisse a ricondurre visivamente le ossa all'una o all'altra categoria, esse venivano ripartite secondo le rispettive proporzioni in volume.
- **Vegetazione**: include graminacee generiche, aghi di conifere, foglie di latifoglie, corteccia e rametti, muschio, ingerite più o meno intenzionalmente dal lupo.
- **Frutta** e bacche
- **Non-food item**: include componenti privi di apporto nutrizionale, quali terriccio e sassolini ingeriti non intenzionalmente, materiale sintetico (carta, plastica, tessuto, ecc.) e peli di *grooming*.
- **Altro**: nella dieta possono essere presenti saltuariamente resti di invertebrati, uccelli, ecc.

3.2.3 Metodi di quantificazione

Scelta dei metodi

Numerosi autori (Corbett, 1989; Ciucci *et al.* 1996) hanno evidenziato come i diversi metodi di quantificazione (§3.1.1) risultino concordi nel fornire informazioni sulla dieta dei carnivori generalisti o ipercarnivori (Klare *et al.* 2011), in particolare per quanto riguarda le principali categorie alimentari consumate. La scelta di utilizzare più di un metodo contemporaneamente è sempre consigliabile: il confronto fra più tecniche, infatti,

permette una valutazione dei *bias* legati a ciascun metodo (§3.1.2) e una migliore interpretazione della dieta (Ciucci *et al.*, 1996).

Per il presente studio sono stati utilizzati:

- **Frequenza delle occorrenze:** in analogia a quanto fatto da Ciucci *et al.* (1996), viene utilizzata la frequenza sulle occorrenze totali, calcolata secondo la formula

$$Freq.occ. = \frac{n^{\circ} \text{ occorrenze specie } i - \text{esima}}{n^{\circ} \text{ occorrenze totali}} \times 100$$

Si è scelto di escludere le occorrenze in traccia, ovvero quelle che risultano < 3% sul totale delle fatte (Ciucci *et al.*, 1996)

Questa tecnica è stata scelta in quanto l'utilizzo delle occorrenze totali, al posto del numero totale di fatte (Lockie, 1959), permette di considerare le occorrenze multiple presenti in un unico escremento. L'eliminazione delle componenti <3% contribuisce inoltre a ridurre la sovrastima delle categorie rare.

- **Biomassa (Weaver, 1993):** per il calcolo della biomassa si è scelto di utilizzare il modello di regressione di Weaver (1993), ottenuto combinando i risultati di tre diversi studi (Floyd *et al.*, 1978; Traves, 1983; Weaver, 1993). La retta di regressione è:

$$Y = 0.439 + 0.008X$$

con

Y = kg di biomassa ingerita per escremento

X= peso medio della specie preda.

Il modello è tarato su prede americane (cervidi, alce) di peso variabile (da 33 a 327 kg). Un modello alternativo è rappresentato dalla retta di regressione di Ciucci (2001), tarata su prede tipiche dell'Appennino; la preda di taglia maggiore testata era un cervo maschio adulto.

Klare *et al.* (2011) sottolinea l'importanza di utilizzare un modello testato su specie preda uguali o affini a quelle effettivamente presenti nella dieta studiata in natura, evitando ad esempio di traslare da prede americane a prede europee. Ciucci *et al.* (1996), d'altra parte, sottolinea come l'accuratezza di un modello diminuisca bruscamente se applicato a specie preda di dimensioni diverse da quelle testate.

Nella nostra area di studio il bestiame domestico (in particolare i bovini) rappresenta una componente importante della dieta, come evidenziato dal notevole numero di predazioni estive (§4.7). Poiché il peso corporeo di una vacca adulta (o di una manza) oltrepassa notevolmente i limiti sperimentali del modello di Ciucci, si è ritenuto opportuno utilizzare la retta di regressione di Weaver (1993). Il modello di Ciucci, inoltre, seppur frequentemente utilizzato in letteratura (Milanesi *et al.*, 2012), non è mai stato pubblicato ufficialmente dall'autore (Ciucci, com. pers.).

Nell'applicare il metodo della frequenza delle occorrenze sono state considerate solo le categorie alimentari dotate di valore nutritivo. Vegetazione e *non food item* sono stati esclusi in quanto considerati privi di apporto nutrizionale (§5.1.2). Frutta, invertebrati, resti di uccelli ecc. non oltrepassavano mai la soglia del 3%, e non sono quindi stati considerati.

Il metodo della biomassa, invece, è applicabile solo ai mammiferi (Ciucci *et al.*, 1996).

Calcolo della biomassa

Poiché tutti gli esperimenti in cattività (Floyd *et al.*, 1978; Weaver, 1993) sono stati effettuati su lupi adulti o subadulti, si è deciso di escludere dall'analisi della biomassa il sottocampione di escrementi raccolto nei siti di rendezvous (§5.1.3).

L'applicazione del modello avviene mediante i seguenti step: dopo aver scelto la retta di regressione da utilizzare, viene calcolato il valore di Y per ciascuna specie; questo valore viene poi moltiplicato per il numero di fatte (n) contenenti quel tipo di preda. In caso di escrementi che contengono più di una specie, viene calcolato il numero equivalente di fatte (vedi paragrafi successivi).

Gli step per l'applicazione del calcolo della biomassa sono quindi:

- 1) Scelta della retta di regressione
- 2) Calcolo del peso medio delle specie preda (X)
- 3) Calcolo del numero equivalente di fatte
- 4) Calcolo della biomassa totale ingerita per tipo di preda (Y_{tot})

In seguito i punti 2 e 3 sono analizzati in dettaglio.

Calcolo del peso medio delle prede

Il calcolo del peso medio delle prede (X) rappresenta il punto critico nell'applicazione del modello (Ciucci *et al.* 1996). Alcuni tipi di prede (es. ungulati selvatici e domestici) presentano variazioni notevoli di taglia corporea legata al sesso e all'età. Questo *bias* viene ridotto calcolando l'*adjusted weight* basato sul rapporto giovani/adulti nelle feci (Corbett, 1989). La proporzione relativa di ciascuna classe d'età viene moltiplicata per il rispettivo peso medio; i due valori sono quindi sommati.

Il peso medio (X) degli ungulati selvatici e domestici nell'area di studio è stato stimato in primo luogo intervistando persone locali competenti, quali veterinari, allevatori, cacciatori, addetti alla macellazione della selvaggina, tecnici faunisti (Benini, Semenzato, Melotti, com. pers) (Tab.2). A questi soggetti è stato chiesto di stimare il peso di giovani, maschi adulti e femmine adulte delle specie conosciute; dal range di valori ottenuti si è calcolato il peso medio (X). Al fine di controllarne l'accuratezza, i dati ottenuti per i selvatici sono stati confrontati con le misure biometriche riportate in letteratura (Mustoni *et al.* 2002; Gallo Orsi *et al.*, 1995).

Per quanto riguarda la stima del peso adulto per gli ungulati selvatici si è considerato il peso medio fra maschi e femmine. Nel caso dei domestici, invece, in particolare per i bovini, la stima è basata sulle femmine, in quanto i maschi adulti non sono presenti in

alpeggio. Per le specie preda di dimensione minore (micromammiferi, lagomorfi) sono stati utilizzati i valori riportati da Ciampichini (2006). La categoria “cane” non rientra nell’analisi, in quanto esclusive dei rendezvous; il peso della categoria “ungulato indeterminato” è stato calcolato facendo la media fra i pesi degli ungulati (selvatici e domestici) presenti nell’area di studio.

Il secondo passo è stato il calcolo dell’*adjusted weight* (Tab.2) per le specie di grandi dimensioni e rapido sviluppo corporeo (ungulati selvatici e domestici). I dati relativi al rapporto giovani:adulti dedotto dalle fatte non è disponibile per il nostro studio (§5.1.2). Di conseguenza, sono state applicate le seguenti metodologie:

- **Ungulati domestici:** il calcolo si è basato sul numero di predazioni denunciate dagli allevatori al fine di ottenere gli indennizzi previsti dalla Regione. Si specifica che, essendo la Lessinia un’area di recente colonizzazione, gli allevatori sono estremamente motivati a denunciare qualsiasi predazione, anche dubbia, per ottenere i rimborsi. L’elenco delle predazioni è quindi ritenuto affidabile.

- *Asini, capre, pecore:* le predazioni riguardano animali adulti; non vi è necessità di calcolare l’ *adjusted weight*.

- *Bovini:* le predazioni riguardano quasi esclusivamente animali giovani (vitelli e manze). Con l’ausilio di un veterinario (Benini, pers.com.) è stato analizzato il materiale fotografico e la relativa documentazione allegata inerente a ogni predazione denunciata nell’area di studio, nel periodo di campionamento, a opera di lupo o canide. Per ogni animale si è stimato il peso corporeo prima della morte, a seconda dell’età, della razza (da carne o da latte) e delle condizioni fisiche. Si è quindi calcolato il peso medio dei bovini predati, che è stato utilizzato come *adjusted weight*.

I limiti di questo metodo sono l’impossibilità di determinare con certezza l’autore della predazione (lupo o canide) e il fatto che risente di un certo grado di soggettività, legato all’esperienza dell’operatore. Si sottolinea tuttavia che questo tipo di stima fornisce un valore molto più accurato di quello utilizzato per gli ungulati selvatici, in quanto rispecchia gli animali effettivamente predati e non quelli genericamente presenti nella popolazione.

- **Ungulati selvatici:** cervidi, bovidi e suidi presentano uno sviluppo corporeo piuttosto rapido, in cui il peso corporeo aumenta velocemente nei primi mesi di vita. Numerosi studi in letteratura hanno inoltre dimostrato la preferenza del lupo per gli individui più giovani (Gazzola *et al.*, 2005; Mattioli *et al.*, 1995). Questi due fattori combinati rendono necessario il calcolo dell’*adjusted weight*.

Nel caso dei cervidi, in assenza dei dati relativi al rapporto giovani/adulti nelle fatte, sono stati utilizzati i valori relativi alla popolazione. Per capriolo e camoscio i dati sono stati ricavati dai censimenti svolti nel 2017 nella Lessinia veneta (§4.6) Nel caso di cervo, per cui i dati dei censimenti risultavano assenti o inadeguati, si è ricorso a valori presi dalla letteratura (Mustoni *et al.* 2002). L’*adjusted weight* è calcolato moltiplicando il peso medio (X) di giovani e adulti per la proporzione con cui comparivano nei censimenti.

Per quanto riguarda il cinghiale, il rapporto giovani/adulti risulta estremamente variabile; in assenza di dati oggettivi sulla struttura di popolazione si è deciso di utilizzare un peso medio di 70kg, tratto dalla letteratura (Bassano *et al.*, 1995).

<u>Ung. Domestici</u>	
Specie	Peso (X)
Asino Ad.	150kg
Capra camosciata Ad.	50kg
Pecora Ad.	55kg
Bovino <i>Adjusted</i>	260kg
<u>Ung. Selvatici</u>	
Specie	Peso (X)
Capriolo <i>Adjusted</i>	19,5kg
Camoscio <i>Adjusted</i>	26,5kg
Cinghiale	70kg
Cervo <i>Adjusted</i>	119,5kg
<u>Altro</u>	
Specie	Peso (X)
Marmotta	5kg
Ghiro	0,125kg
Altri micromammiferi	0,08kg
Lepre	2,2kg
Ung. indeterminato	90kg

Tabella 2: Peso medio (X) e adjusted weight delle specie presenti nella dieta del lupo in Lessinia.

Calcolo del numero equivalente di fatte

Il calcolo del numero equivalente di fatte, introdotto da Floyd *et al.* (1978) e standardizzato da Corbett (1989) e Ciucci *et al.* (1996), affronta il problema della presenza di peli di specie diverse nella stessa fatta.

Con l'ausilio di una griglia di riferimento e del microscopio ottico, si stima la percentuale con cui compare ciascun tipo di pelo rispetto al volume totale, al fine di riportare le varie specie a 1 (es capriolo: 0,80; marmotta: 0,20). La stima è effettuata rispetto al volume totale di tutte le categorie alimentari dotate di valore nutrizionale e presenti >3%. Vegetazione, *non food item*, frutta, invertebrati ecc. sono quindi esclusi.

Di conseguenza, il calcolo è stato effettuato considerando solo le componenti "pelo" e "ossa". Se chiaramente riconoscibili, tutte le ossa (oltre ad eventuali brandelli di pelle, zoccoli, ecc.) venivano attribuite alla specie di appartenenza; in caso contrario venivano ripartite fra le specie presenti secondo le rispettive percentuali relative.

Nel corso dello studio sono stati raccolti numerosi escrementi contenenti quantità elevate di vegetazione e *non food item*. Secondo la procedura sopra riportata, essi vengono considerati alla stessa stregua di escrementi contenenti soltanto pelo e ossa, anche se il significato ecologico è probabilmente diverso. Nonostante i limiti di questa procedura, quindi, essa rappresenta la migliore approssimazione delle condizioni sperimentali dei *feeding trials* in cattività.

Analisi statistica

La dieta è stata analizzata su base annuale, stagionale, e del luogo di raccolta (trasetti e rendezvous). I dati relativi ai rendezvous sono stati analizzati solamente con il metodo della frequenza delle occorrenze; nel caso dei trasetti è stato utilizzato anche il metodo della biomassa. I risultati ottenuti con le due tecniche sono stati confrontati mediante il coefficiente di correlazione fra ranghi di Spearman, utilizzando il software R.

La tecnica del *bootstrapping* è stata utilizzata per stimare l'errore standard associato alle frequenze di occorrenza. Essa è una tecnica di ricampionamento con reimmissione che simula la distribuzione campionaria di una statistica, permettendo di calcolare la media, la varianza, gli intervalli di confidenza, ecc. In particolare, utilizzando il supporto online Statkey – Lock5, per ogni frequenza di occorrenza sono stati estratti dal campione 2000 sottocampioni con reimmissione, in modo da simularne la distribuzione. Per valutare la precisione del campionamento è stato quindi calcolato l'errore standard e l'intervallo di confidenza al 95% (Manly, 1998)

La presenza di differenze a livello stagionale o legate al luogo di raccolta è stata verificata mediante il test esatto di Fisher, utilizzando i dati provenienti dalla frequenza delle occorrenze. Il test di Fisher è stato preferito al più tradizionale test del chi-quadro per evitare il problema delle frequenze attese inferiori a 5; l'accorpamento delle categorie avrebbe infatti comportato un'eccessiva perdita di informazioni dal punto di vista biologico.

3.3 Censimenti degli ungulati selvatici

L'area di studio considerata nel presente lavoro ricade principalmente all'interno del Parco Regionale della Lessinia; le specie di ungulati selvatici presenti sono capriolo, camoscio, cervo e cinghiale.

All'interno del Parco soltanto il camoscio è censito in maniera sistematica; il trend di abbondanza degli ungulati selvatici è stato quindi valutato utilizzando i censimenti dei comprensori di caccia (veneti) confinanti con il Parco. Le specie monitorate in maniera sistematica sono capriolo e camoscio; i dati relativi al cervo sono stati scartati in quanto considerati non sufficienti a definire una consistenza di popolazione. Il cinghiale, invece, non è oggetto di censimento.

I dati sono stati forniti dalla provincia di Verona (Servizio tutela faunistico ambientale) per quanto riguarda i comprensori di caccia, e da Veneto Agricoltura per i censimenti all'interno del Parco. I comprensori di caccia considerati sono Bosco Chiesanuova, Erbezzo, Velo Veronese, Roveré Veronese, Sant'Anna di Alfaedo e Selva di Progno. Fra questi, i primi tre riceveranno particolare attenzione, in quanto maggiormente interessati dalla presenza del lupo.

È importante sottolineare come i censimenti di capriolo e camoscio vengano effettuati in differenti periodi dell'anno, con modalità diverse e in aree diverse; i risultati, quindi, non sono direttamente paragonabili tra loro. Inoltre, lo sforzo di campionamento, il numero di uscite e la localizzazione dei punti di osservazione è soggetta a variazione nel corso degli anni. Di conseguenza, i dati verranno analizzati soltanto in modo descrittivo, evidenziando il trend di ciascuna specie negli ultimi sette anni.

Capriolo

Il capriolo è stato oggetto di monitoraggio sistematico a partire dal 1996. Il censimento viene effettuato nel periodo primaverile (fine marzo – inizio maggio), mediante 3 uscite ripetute con osservazione da punti fissi.

Camoscio

Il camoscio è stato censito con regolarità in tutti i sei comprensori a partire dal 2007. Il protocollo prevede l'osservazione da punti fissi in un'unica giornata, scelta generalmente a metà luglio. Le aree interessate dal censimento subiscono parziali modifiche annuali: nel 2014, ad esempio, alcuni punti di osservazione sono stati localizzati anche all'interno del Parco.

A partire dal 1995 il camoscio è stato inoltre monitorato in maniera sistematica all'interno dell'area protetta, sul versante destro della Valle di Revolto. In questa zona, infatti, risiede da decenni un nucleo irradiatosi dalla Foresta di Giazza. Il censimento è effettuato mediante osservazione da punti fissi nel mese di novembre.

4. RISULTATI

4.1 Raccolta e precisione del campione

Il periodo di campionamento relativo ai transetti è stato compreso fra il 1° agosto 2016 e il 31 luglio 2017, quello nei siti di rendezvous fra inizio settembre e inizio novembre per entrambe le estati (Tab.3). Per i transetti sono disponibili i dati dell'estate 2016 (agosto-ottobre), inverno 2016-17, estate 2017 (maggio-luglio). I dati dei rendezvous provengono da 4 siti, di cui due inerenti al 2016 e altri due (accorpati) al 2017.

Sono stati raccolti complessivamente 346 escrementi; il 26,3% appartiene al periodo invernale (n=91) e il 73,7% al periodo estivo (n=255, di cui n₁= 170 estate 2016; n₂= 85 estate 2017). Il 48,3% delle fatte (n=167) è stato raccolto lungo i transetti o in maniera opportunistica (n₁ = 98 transetti; n₂ = 29 opportunistici; n₃ = 34 “punti fissi”, n₄ = 6 predazioni di domestici) ; il 51,7% proviene invece dai siti di rendezvous (n=179, e rispettivamente n₁ = 29 RVT 16; n₂ = 114 RVA 16; n₃ = 36 RVS 17) (Fig.3.1).

	RVT-16	RVA-16	RVS-17 (1)	RVS-17 (2)
Tipologia di raccolta	opportunistica	sistematica	sistematica	opportunistica
Date	09/09/16	19/09/16 30/09/16 22/10/16 08/11/16 15/11/16	22/09/17 06/10/17 16/10/17	09/11/2017

Tabella 3: Tipologia e date di raccolta nei siti di rendezvous. I siti RVS-17 (1) e RVS-17 (2) sono indicati distintamente, ma verranno considerati come un raggruppamento unico in sede di analisi dati.

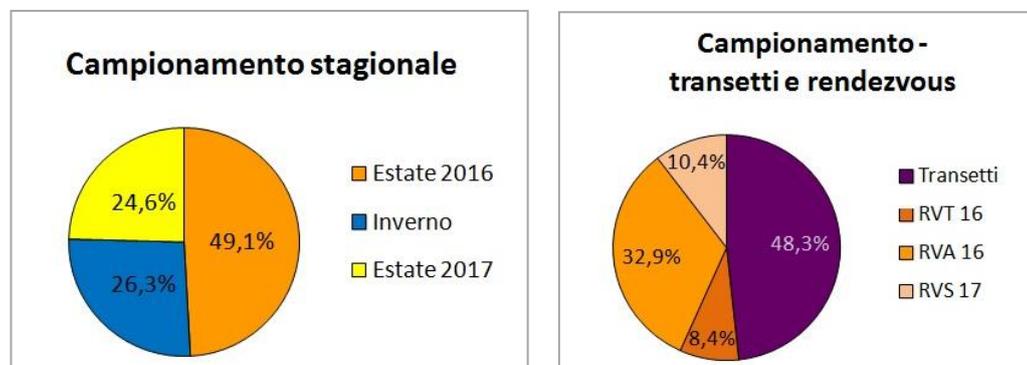


Figura 3.1: (a) Campionamento stagionale; (b) campionamento per luogo di raccolta (transetti e siti di rendezvous). È indicata la percentuale di fatte raccolte per ciascuna categoria nel periodo di campionamento (1° agosto 2016 – 9 novembre 2017).

La precisione del campionamento (§3.2.1) è stata calcolata sia complessivamente che suddivisa nelle varie stagioni (Tab. 4). La stima della “popolazione” totale di fatte è risultata essere 6398 escrementi; il campione raccolto rappresenta quindi complessivamente il 5,31% del totale. L’estate 2016 è la stagione che registra il livello di precisione più alto, grazie soprattutto alla notevole quantità di campioni raccolti nel sito di rendezvous RVA16.

	<i>Estate 2016</i>	<i>Inverno</i>	<i>Estate 2017</i>	<i>Totale</i>
<i>n° lupi (L)</i>	L = 11	L = 7	L = 10	--
<i>n° fatte raccolte (n)</i>	n = 167	n = 91	n = 82	n = 340
<i>n° fatte totali (N)</i>	N = 2024	N = 2534	N = 1840	N = 6398
<i>Precisione</i>	8,25%	3,59%	4,45%	5,31%

Tabella 4: precisione del campione annuale e stagionale.

4.2 Dieta annuale: introduzione

Categorie alimentari secondarie

I resti indigesti contenuti nelle fatte possono appartenere a 6 categorie principali: “pelo”, “ossa”, “vegetazione”, “frutta”, “*non food item*”, “altro”. Nell’ 84,1% dei casi (n = 291) la categoria “pelo” costituisce la componente principale. La vegetazione è più rappresentata nel 13,9% dei casi (n = 48), i frammenti di ossa nel 1,7% (n= 6), i *non food item* in un unico caso.

Per quanto riguarda i diversi tipi di vegetazione, la classe più presente è quella delle graminacee generiche (42% delle occorrenze), seguita dai frammenti di latifoglie (26%), aghi di pino (22%), frammenti di corteccia e rametti (10%). È stata registrata una correlazione significativa tra la presenza della vegetazione come componente principale della fatta e la presenza in essa di pelo di cinghiale (Fisher exact test, $p < 0,05$); nell’80% dei casi, la presenza delle setole è associata a quella delle graminacee.

Fra i *non food item* rinvenuti negli escrementi, oltre a terriccio, sassolini e peli di *grooming*, sono stati individuati dei prodotti di rifiuto quali carta, tessuto (tipo feltro) e altro materiale sintetico di provenienza non chiara. In un caso si è trovato ciò che restava di un elastico.

La frutta è una categoria poco rappresentata nella dieta del branco della Lessinia (n = 9), associata esclusivamente alle fatte raccolte nei siti di rendezvous. Si ritrovano in particolare faggiole (n = 6) e nocciole (n = 3). In due escrementi sono inoltre stati ritrovati resti di piume di uccello.

Le categorie “vegetazione”, “frutta”, “*non food item*” e “altro” non sono considerate nelle successive trattazioni in quanto considerate prive di apporto nutritivo o presenti in traccia

(§3.2.3). N = 6 fatte sono state escluse in quanto costituite esclusivamente da vegetazione: il numero totale di fatte considerate d'ora innanzi per l'analisi sarà quindi di n = 340.

Componenti multiple

Il 27,6% (n=94) delle fatte contiene più di una specie, in particolare il 25,9% (n=88) è costituito da due specie e l' 1,8% (n=6) da tre.

Nel caso di escrementi in cui è rappresentata più di una specie, la componente principale è di solito costituita da ungulati selvatici (44,7%) e domestici (49,1%). Come seconda e terza componente, invece, aumenta l'importanza dei roditori e delle altre specie rare (lagomorfi, canidi, insettivori, ecc.). La terza specie è quasi sempre presente solo in traccia; generalmente (5/6 casi) si tratta di piccoli micromammiferi.

L'associazione tra prima e seconda componente è stata oggetto di ulteriori indagini. La combinazione "ungulato selvatico-ungulato domestico" è significativamente più rappresentata rispetto alle altre ($\chi^2 = 67.7$, $df=4$, $P << 0,001$).

	<i>Freq.ass.</i>	<i>Freq. %</i>
<i>S-D</i>	47	53,4%
<i>S-R</i>	15	17,0%
<i>D-R</i>	16	18,2%
<i>S-S</i>	5	5,7%
<i>Altre</i>	5	5,7%

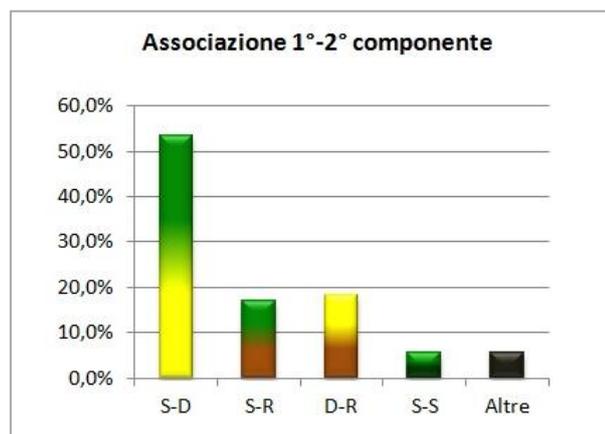


Tabella 5, Fig.3.2: Associazione fra 1° e 2° componente (*S* = ungulato selvatico, *D* = ungulato domestico, *R* = roditori)

I roditori sono associati in pari misura sia agli ungulati selvatici che ai domestici (rispettivamente 17% e 18,2%). La combinazione di due specie di ungulato selvatico, così come altre possibili associazioni, sono invece più rare (Tab.5, Fig 3.2).

Raccolta opportunistica, predazioni e punti fissi

La raccolta di escrementi di tipo opportunistico (n=29) è stata effettuata in tutto il periodo di campionamento, sull'intera area di studio e in maniera casuale, e viene quindi considerata rappresentativa. In un unico caso (n=5) gli escrementi, raccolti in una zona ristretta, potrebbero rappresentare un *cluster* imputabile a una predazione di cinghiale.

I campioni (n=6) raccolti su siti di predazione di bestiame domestico contengono generalmente una specie diversa rispetto a quella della carcassa vicino al quale sono state rinvenute (Tab. 6).

Infine, la proporzione relativa di ungulati selvatici, domestici e roditori non presenta differenze significative tra le fatte raccolte nei “punti fissi” e quelle raccolte su transetti e in maniera opportunistica ($\chi^2 = 0.17$, $df=2$, $P \gg 0,05$).

I dati provenienti da queste tre categorie (opportunistici, predazione, punti fissi) d’ora innanzi saranno quindi accorpati a quelli raccolti lungo i transetti.

	Predazione di...	Contenuto della fatta
<i>Fatta 1</i>	Asino	Capriolo Asino Uccello
<i>Fatta 2</i>	Vitella	Lepre
<i>Fatta 3</i>	Manzetta	Capriolo
<i>Fatta 4</i>	Manzetta	Capriolo
<i>Fatta 5</i>	Manzetta	Pecora
<i>Fatta 6</i>	Manzetta	Bovino

Tabella 6: Fatte raccolte durante i sopralluoghi successivi a una predazione di bestiame domestico: specie interessata dall’evento predatorio e specie contenuta negli escrementi.

4.3 Dieta annuale: specie presenti

Considerando l'intero anno di campionamento, le categorie alimentari riscontrate nella dieta sono complessivamente 15.

La dieta annuale include sia i campioni individuati lungo transetti sia quelli raccolti nei siti di rendezvous; essa è stata analizzata utilizzando il metodo della frequenza delle occorrenze, in quanto comprensiva anche delle fatte dei cuccioli (§3.2.3).

Gli ungulati selvatici e domestici contribuiscono equamente al fabbisogno alimentare, costituendo entrambi il 45,4% ($\pm 2,4\%$ ES) delle occorrenze totali. La classe dei roditori rappresenta il 7,7% ($\pm 1,3\%$ ES), mentre le altre componenti rare ammontano al 1,4% ($\pm 0,6\%$ ES).

La specie che compare più frequentemente è quella bovina (41,1% $\pm 2,4\%$ ES), seguita da camoscio (18,8% $\pm 1,9\%$ ES) e capriolo (17,1% $\pm 1,9\%$ ES). Il consumo di ungulati selvatici si concentra soprattutto sui cervidi di piccola taglia: capriolo e camoscio risultano presenti nella dieta con percentuali molto simili. Il cervo risulta presente solo saltuariamente (1,4% $\pm 0,6\%$ ES, n=6), mentre il cinghiale rappresenta l'8,2% ($\pm 1,4\%$ ES) delle occorrenze totali.

La percentuale di ungulati selvatici e domestici nella dieta è esattamente uguale; tuttavia, mentre il consumo di selvatici è ben ripartito fra le varie specie, quello dei domestici si concentra quasi esclusivamente sui bovini. Per quanto riguarda le altre specie domestiche, infatti, l'asino rappresenta solo l'1,9% ($\pm 0,7\%$ ES) delle occorrenze, la pecora l'1,7% ($\pm 0,6\%$ ES), la capra lo 0,7% ($\pm 0,4\%$ ES).

Nella categoria dei roditori, che costituisce complessivamente il 7,7% delle occorrenze totali, la classe più rappresentata è quella degli "altri roditori" (3,6% $\pm 0,9\%$ ES), seguita dalla marmotta (3,1% $\pm 0,8\%$ ES) e dal "ghiro" (1% $\pm 0,5\%$ ES).

Le altre categorie alimentari (cane, lepre, talpa) sono estremamente rare, essendo presenti con percentuali $< 1\%$. Si registra infine un unico escremento classificato come "mammifero indeterminato", in cui la quantità di pelo presente non era sufficiente ad arrivare a una chiara identificazione della specie.

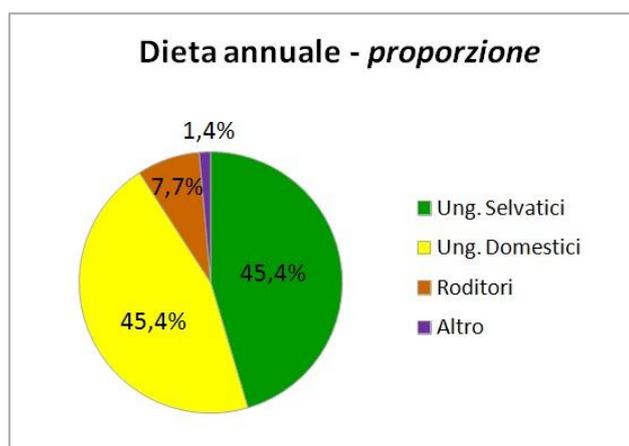


Figura 3.3: Dieta annuale: proporzione tra ungulato selvatico, domestico, roditori e "altro".

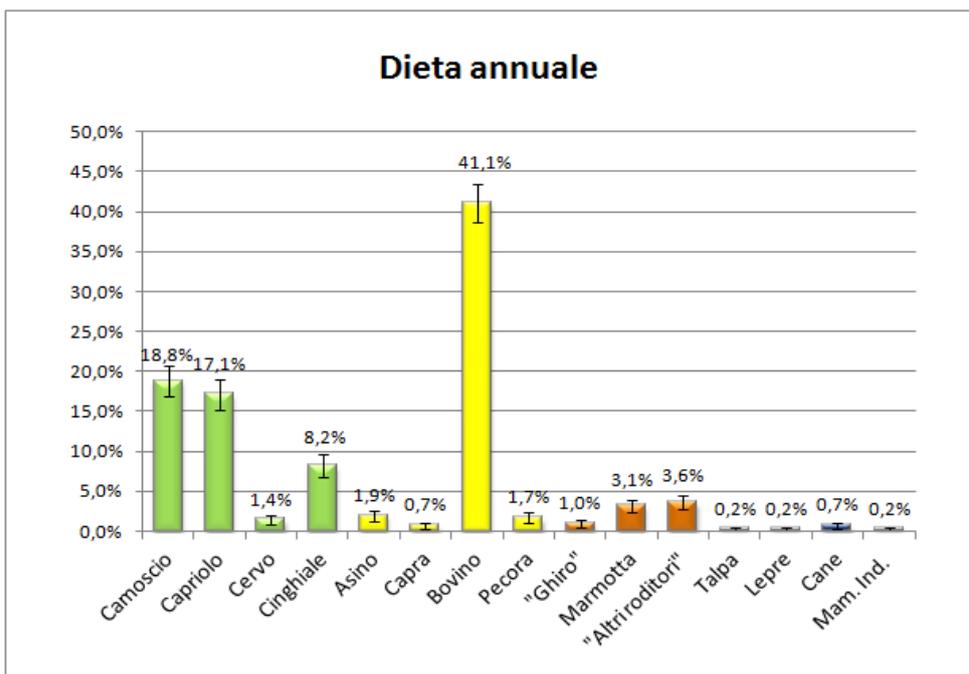


Figura 3.4: Dieta annuale: frequenza di occorrenza delle singole specie.

<i>Specie</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>
<i>Camoscio</i>	78	18,8%	2
<i>Capriolo</i>	71	17,1%	3
<i>Cervo</i>	6	1,4%	9
<i>Cinghiale</i>	34	8,2%	4
<i>Asino</i>	8	1,9%	7
<i>Capra</i>	3	0,7%	11.5
<i>Bovino</i>	171	41,1%	1
<i>Pecora</i>	7	1,7%	8
<i>"Ghiro"</i>	4	1,0%	10
<i>Marmotta</i>	13	3,1%	6
<i>"Altri roditori"</i>	15	3,6%	5
<i>Talpa</i>	1	0,2%	14
<i>Lepre</i>	1	0,2%	14
<i>Cane</i>	3	0,7%	11.5
<i>Mam. Ind.</i>	1	0,2%	14
	416	100,0%	

Tabella 7: Dieta annuale: frequenza assoluta (n), percentuale e relativo rango.

4.4 Dieta stagionale

Le categorie alimentari riscontrate nella dieta per il periodo relativo all'estate 2016 (Fig.3.5) sono complessivamente 11; solo 5 specie, tuttavia, sono presenti con percentuali >1%. Analizzando il set di dati mediante la frequenza delle occorrenze, si evidenzia come le specie più consumate siano i bovini (40,5% ± 3,4% ES), il camoscio (27,0% ± 3% ES) e il capriolo (20,0% ± 2,8% ES), seguite dalla marmotta (4,7% ± 1,4% ES) e dalla categoria "altri roditori" (3,7% ± 1,3%). Complessivamente, gli ungulati selvatici costituiscono il 48,4% (±3,4 % ES) della dieta di questo periodo; gli ungulati domestici rappresentano il 41,4% (±3,3%ES), i roditori il 9,3% (±2,0% ES).

La dieta del periodo invernale (Fig.3.6) include 10 specie, tutte presenti con frequenze >1%. I bovini rappresentano ancora la preda principale (33,3% ± 4,6% ES), seguiti da cinghiale (23,8% ± 4,2% ES), capriolo (14,3% ± 3,4%) e camoscio (8,6% ± 2,7%). Il consumo di domestico comprende anche l'asino (6,7% ± 2,4% ES), la capra (2,9% ± 1,6% ES), la pecora (1,9% ± 1,4% ES). Complessivamente, gli ungulati selvatici costituiscono il 48,6% (±4,8% ES) delle frequenze totali, il domestico il 44,8% (±4,9% ES), i roditori il 6,7% (±2,4% ES). La proporzione fra le varie macrocategorie rimane quindi pressoché costante, nonostante le percentuali si ripartiscano diversamente fra le varie specie. L'unica differenza registrabile è una lieve fluttuazione dei roditori a favore del domestico.

La dieta dell'estate 2017 registra la presenza di 12 categorie alimentari, tutte con percentuali >1% (Fig.3.7). I bovini rappresentano ancora la specie più predata (51,0% ± 5,1% ES), seguiti dal capriolo (13,5% ± 3,5% ES), dal camoscio (11,5% ± 3,2% ES) e dal cinghiale (8,3% ± 2,8% ES). Le predazioni a danno dei domestici riguardano, oltre ai bovini, anche pecore (3,1% ± 1,8% ES) e, in un unico caso, l'asino (1,0% ± 1,1% ES). Analizzando le macrocategorie, gli ungulati selvatici rappresentano il 35,4% (±4,7% ES), i domestici il 55,1% (±4,9% ES), i roditori il 5,1% (±2,2% ES).

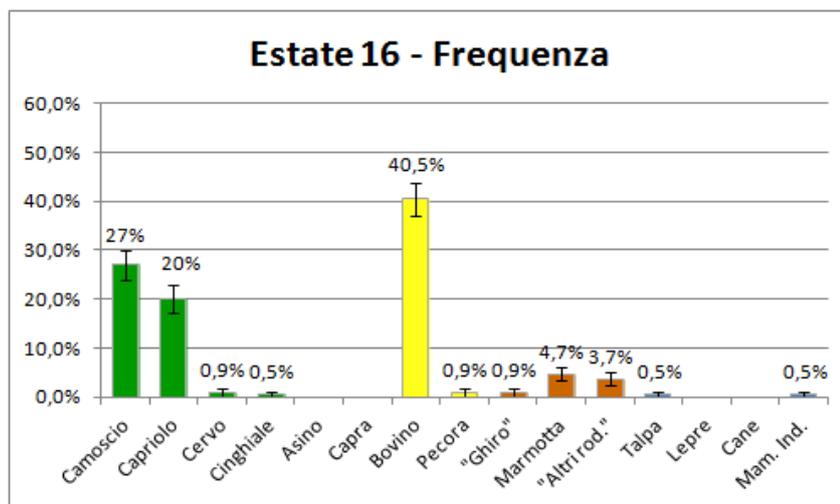


Figura 3.5: Frequenza delle occorrenze, estate 2016. In verde: ungulati selvatici; giallo: ungulati domestici; marrone: roditori; blu: altre categorie.

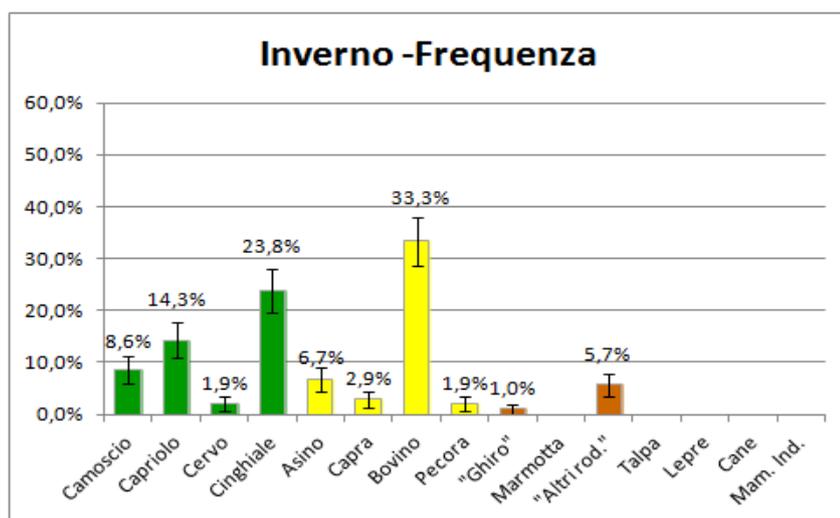


Figura 3.6: Frequenza delle occorrenze, inverno 2016-17.

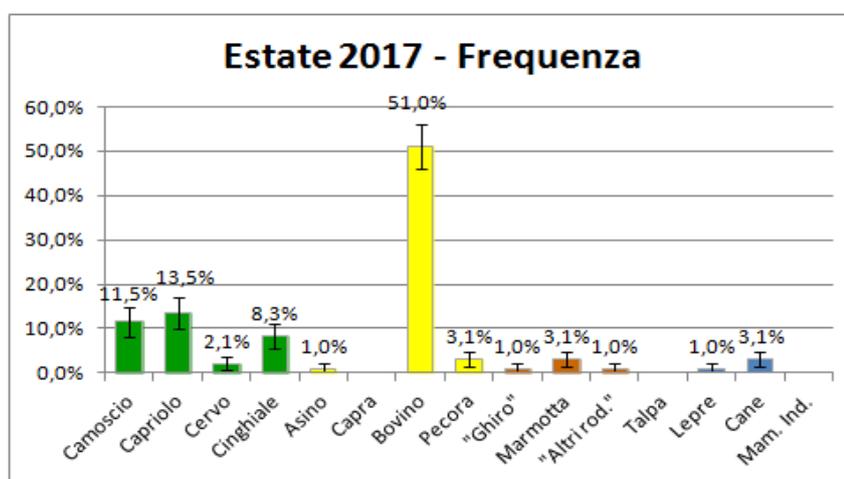


Figura 3.7: Frequenza delle occorrenze, estate 2017.

	<u>Estate 2016</u>			<u>Inverno</u>			<u>Estate 2017</u>		
<i>Specie</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>
<i>Camoscio</i>	58	27,0%	2	9	8,6%	4	11	11,5%	3
<i>Capriolo</i>	43	20,0%	3	15	14,3%	3	13	13,5%	2
<i>Cervo</i>	2	0,9%	7	2	1,9%	8.5	2	2,1%	8
<i>Cinghiale</i>	1	0,5%	10	25	23,8%	2	8	8,3%	4
<i>Asino</i>	0	0%	13.5	7	6,7%	5	1	1,0%	10.5
<i>Capra</i>	0	0%	13.5	3	2,9%	7	0	0,0%	14
<i>Bovino</i>	87	40,5%	1	35	33,3%	1	49	51,0%	1
<i>Pecora</i>	2	0,9%	7	2	1,9%	8.5	3	3,1%	6
<i>"Ghiro"</i>	2	0,9%	7	1	1,0%	10	1	1,0%	10.5
<i>Marmotta</i>	10	4,7%	4	0	0,0%	13	3	3,1%	6
<i>"Altri roditori"</i>	8	3,7%	5	6	5,7%	6	1	1,0%	10.5
<i>Talpa</i>	1	0,5%	10	0	0,0%	13	0	0,0%	14
<i>Lepre</i>	0	0%	13.5	0	0,0%	13	1	1,0%	10.5
<i>Cane</i>	0	0%	13.5	0	0,0%	13	3	3,1%	6
<i>Mam. Ind.</i>	1	0,5%	10	0	0,0%	13	0	0,0%	14
	215	100,0%		105	100,0%		96	100,0%	

Tabella 8: Dieta stagionale: frequenza assoluta, percentuale e rango relativo alle varie specie.

Analizzando il trend annuale per le singole specie, si può osservare come la specie più consumata nel corso dell'intero anno sia quella bovina. In assenza di animali liberi in alpeggio, la frequenza delle occorrenze invernale subisce una fluttuazione negativa, che ammonta però solo a -7,2% rispetto al valore dell'estate 2016. Il valore massimo si registra invece nell'estate 2017, in stretta associazione con l'aumento, rispetto all'estate precedente, del numero delle predazioni denunciate dagli allevatori.

Per gli ungulati selvatici, camoscio e capriolo risultano essere le specie più rappresentate nel periodo estivo, occupando rispettivamente la seconda e terza posizione nel 2016 e invertendosi nel 2017. Durante l'inverno invece è il cinghiale ad essere maggiormente consumato. Nel periodo estivo 2016 è stata raccolta un'unica fatta contenente questa specie (RVA 16, inizio novembre). Nell'estate 2016 la maggior parte degli escrementi contenenti setole (n=6) sono stati raccolti in periodi molto prossimi alla stagione invernale (inizio maggio, inizio novembre), oppure rappresentavano fatte "vecchie" raccolte in siti opportunistici, non precedentemente controllati. Di conseguenza si può affermare che il consumo di cinghiale risulta limitato quasi esclusivamente all'inverno. Il cervo, infine, è presente solo in traccia nella dieta (<2,1%), indipendentemente dalla stagione considerata.

Equini, caprini e ovini compaiono nella dieta con percentuali piuttosto contenute. La loro presenza risulta correlata alla stagione; la frequenza di occorrenza di asino, capra e pecora nel corso dell'inverno ammonta complessivamente a 11,4% ($\pm 3,1\%$ ES). Nel periodo estivo, invece, il consumo risulta concentrato sulle specie presenti in alpeggio, quali bovini e, in piccola percentuale, ovini (<3,1%). La percentuale totale di domestico consumato non varia significativamente fra l'estate 2016 e l'inverno (Fig.3.8), tuttavia si osserva una maggiore ripartizione del consumo fra le diverse specie domestiche considerate.

Analizzando la macrocategoria dei roditori, la marmotta rappresenta il 4,7% ($\pm 1,4\%$ ES) delle occorrenze nell'estate 2016 e il 3,1% ($\pm 1,8\%$ ES) nell'estate 2017; per ovvie ragioni legate al letargo, questa specie non risulta presente nella dieta invernale. La categoria "ghiro" è presente in traccia ($\leq 1\%$) in tutte e tre le stagioni; la classe "altri roditori" registra la percentuale più elevata durante l'inverno (5,7% $\pm 2,2\%$ ES).

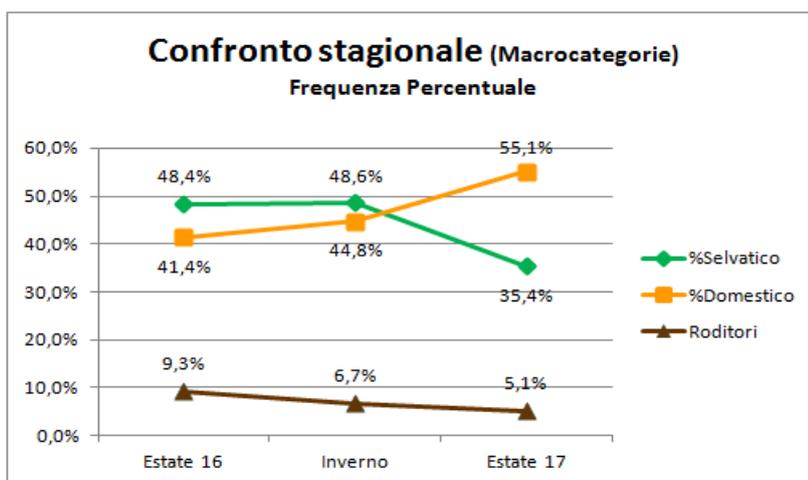


Figura 3.8: Trend stagionale per le macrocategorie (ungulati selvatici, domestici, roditori): dati relativi alla frequenza delle occorrenze.

Analizzando il trend annuale relativo alle macrocategorie (Fig.3.8), si osserva come gli ungulati selvatici e domestici siano equamente rappresentati nell'estate 2016 e inverno 2016-17, con una leggera prevalenza dei selvatici. La percentuale relativa a queste specie risulta pressoché costante tra l'estate 2016 e l'inverno; la percentuale di domestico, invece, subisce una leggera fluttuazione positiva a discapito della classe "roditori", che diminuisce progressivamente di importanza nel corso dell'anno. L'estate 2017 presenta invece un trend invertito rispetto a quella 2016: gli ungulati domestici sono infatti la categoria più rappresentata, a discapito dei selvatici. Si sottolinea che, poiché sono stati considerati anche gli escrementi raccolti nei siti di rendezvous, l'analisi della dieta annuale e stagionale sopra riportate sono soggette al *bias* dell'autocorrelazione (§5.1.1).

I set di dati relativi alle diverse stagioni sono stati confrontati con il Test esatto di Fisher; per esigenze legate al programma, alcune specie sono state raggruppate. Sono quindi state utilizzate le seguenti categorie: capriolo, camoscio, "altri ungulati selvatici", bovini, "altri ungulati domestici", roditori, "altro". Le differenze rilevate fra le tre stagioni sono molto significative fra l'estate 2016 e gli altri due periodi, e significative tra l'inverno e l'estate 2017.

	<i>Inverno 2016</i>	<i>Estate 2017</i>
<i>Estate 2016</i>	p << 0.001	p << 0.001
<i>Estate 2017</i>	p < 0.05	--

Tabella 9: Test esatto di Fisher: significatività associata alle varie stagioni.

4.5 Analisi della dieta: i transetti

Il campione di escrementi raccolto mediante transetti si riferisce esclusivamente ai lupi adulti; è stato quindi analizzato sia con il metodo della frequenza delle occorrenze, sia con il calcolo della biomassa.

Nel campione raccolto durante l'estate 2016 (n=38) sono stati identificati resti indigesti appartenenti a 8 categorie alimentari (Tab.10, Fig.3.9). Analizzando i dati con il metodo della frequenza delle occorrenze, si osserva come i bovini risultino essere la classe più consumata (44,7% \pm 7,9% ES), seguiti dalla marmotta (15,8% \pm 5,9% ES), dal camoscio (13,2% \pm 5,5% ES) e dal capriolo (10,5% \pm 4,9% ES). Le categorie "ghiro" e "altri roditori" compaiono entrambe in due campioni (5,3% \pm 3,6%), cinghiale e pecora in uno soltanto (2,6% \pm 2,6% ES).

Se si analizza lo stesso set di dati utilizzando il metodo della biomassa, si osserva una sovrastima della percentuale di bovini rispetto alle rispettive frequenze di occorrenza, mentre tutte le altre categorie vengono sottostimate. In particolare la biomassa di bovino consumata ammonta al 82,8% del totale; al secondo posto, il camoscio costituisce il 5,9%, mentre il capriolo scende al 4,0%. Il consumo di biomassa relativo a tutte le altre specie risulta inferiore al 3%.

Nel set di dati relativo ai transetti effettuati durante il periodo invernale (n=105) si identificano 10 diverse specie (Tab.11, Fig.3.10). Nonostante la frequenza di occorrenza sia in calo rispetto al periodo precedente, i bovini risultano ancora la specie più consumata (33,3% \pm 4,7% ES). Il cinghiale, praticamente assente durante l'estate, ammonta ora al 23,8% (\pm 4,1% ES), seguito dal capriolo (14,3% \pm 3,3% ES) e dal camoscio (8,6% \pm 2,7% ES). Il cervo è inoltre presente in piccola percentuale (1,9% \pm 1,4% ES). A differenza della stagione precedente, sono rappresentate tutte e quattro le categorie relative agli ungulati domestici: in particolare, l'asino ammonta al 6,7% (\pm 2,4% ES), la capra al 2,9% (\pm 1,6% ES), la pecora al 1,9% (\pm 1,4% ES). Fra i roditori, scompare la marmotta; la categoria "altri roditori" registra il 5,7% (\pm 2,3% ES), mentre il "ghiro" è presente in traccia (1,0% \pm 1,0% ES).

Il metodo di stima della biomassa conduce a risultati simili rispetto al metodo precedente. I bovini occupano ancora il primo posto (61,7%), seguiti dal cinghiale (15,7%) e dall'asino (7,4%). La biomassa di capriolo consumata ammonta al 5,4%, quella di camoscio al 3,6%. Le percentuali relative a tutte le altre specie sono inferiori al 3%. In generale, rispetto al metodo della frequenza si osserva nuovamente una sovrastima degli ungulati di grandi dimensioni e una sottostima di tutte le altre categorie.

T Est 16	Freq. occorrenze			Biomassa		
Specie	n	f %	Rango	Y_{tot} (kg)	f %	Rango
Camoscio	5	13,2%	3	2,54	5,9%	2
Capriolo	4	10,5%	4	1,73	4,0%	3
Cervo	0	0,0%	12	0	0,0%	12
Cinghiale	1	2,6%	7,5	0,05	0,1%	8
Asino	0	0,0%	12	0	0,0%	12
Capra	0	0,0%	12	0	0,0%	12
Bovino	17	44,7%	1	35,79	82,8%	1
Pecora	1	2,6%	7,5	0,88	2,0%	5,5
"Ghiro"	2	5,3%	5,5	0,88	2,0%	5,5
Marmotta	6	15,8%	2	0,91	2,1%	4
"Altri roditori"	2	5,3%	5,5	0,46	1,1%	7
Talpa	0	0,0%	12	0	0,0%	12
Lepre	0	0,0%	12	0	0,0%	12
Cane	0	0,0%	12	0	0,0%	12
Ung. Ind.	0	0,0%	12	0	0,0%	12
	38	100%		33,22	100%	

Tabella 10: Transetti estate 2016: confronto tra frequenza delle occorrenze e metodo della biomassa. Per ciascuna specie sono indicati il numero di occorrenze (n), la quantità in kg di biomassa consumata (Y_{tot}), la frequenza percentuale (f%) e il relativo rango.

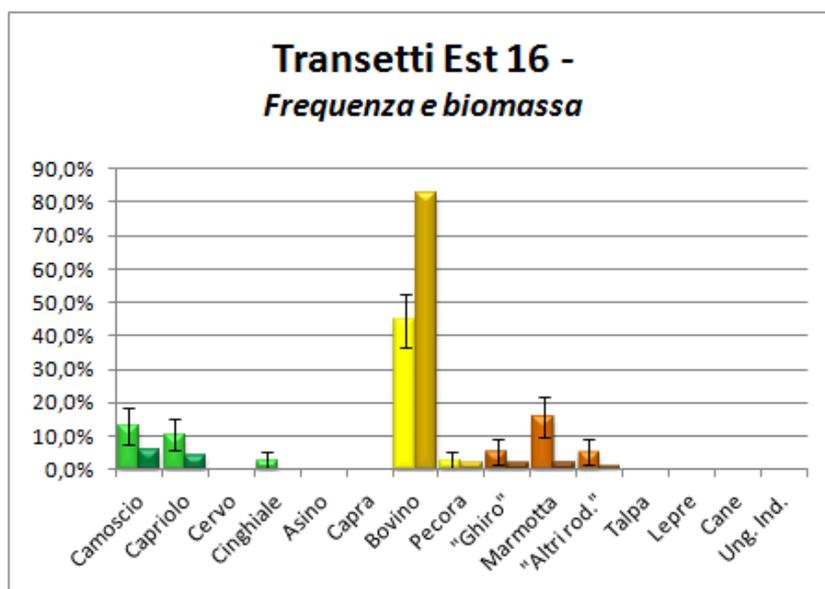


Figura 3.9: Transetti Estate 2016: confronto tra le percentuali relative alla frequenza delle occorrenze (colonne a sinistra, sfumatura chiara del colore) e calcolo della biomassa (colonne a destra, sfumatura scura del colore).

T Inverno	Freq. occorrenze			Biomassa		
Specie	n	f %	Rango	Y_{tot} (kg)	f %	Rango
Camoscio	9	8,6%	4	4,84	3,6%	5
Capriolo	15	14,3%	3	7,29	5,4%	4
Cervo	2	1,9%	8,5	1,53	1,1%	9
Cinghiale	25	23,8%	2	21,08	15,7%	2
Asino	7	6,7%	5	10,00	7,4%	3
Capra	3	2,9%	7	2,52	1,9%	6
Bovino	35	33,3%	1	82,87	61,7%	1
Pecora	2	1,9%	8,5	1,76	1,3%	7
"Ghiro"	1	1,0%	10	0,44	0,3%	10
Marmotta	0	0,0%	13	0	0,0%	13,5
"Altri roditori"	6	5,7%	6	1,67	1,2%	8
Talpa	0	0,0%	13	0	0,0%	13,5
Lepre	0	0,0%	13	0	0,0%	13,5
Cane	0	0,0%	13	0	0,0%	13,5
Ung. Ind.	0	0,0%	13	0,32	0,2%	11
	105	100%		103,56	100%	

Tabella 11: Transetti inverno 2016-17: confronto tra frequenza delle occorrenze e metodo della biomassa. Per ciascuna specie sono indicati il numero di occorrenze (n), la quantità in kg di biomassa consumata (Y_{tot}), la frequenza percentuale (f%) e il relativo rango.

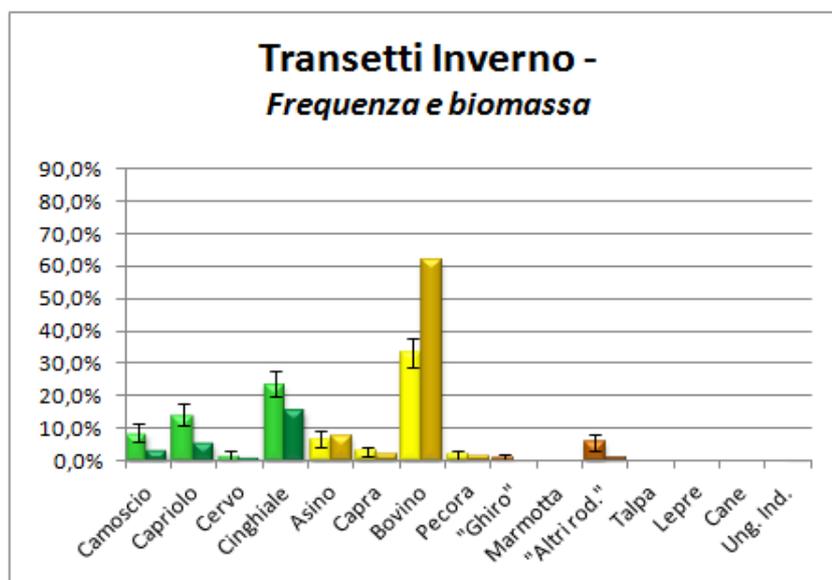


Figura 3.10: Transetti Inverno 2016-17: confronto tra le percentuali relative alla frequenza delle occorrenze (colonne a sinistra, sfumatura chiara del colore) e calcolo della biomassa (colonne a destra, sfumatura scura del colore).

T Est 17	Freq. occorrenze			Biomassa		
Specie	n	f %	Rango	Y_{tot} (kg)	f %	Rango
Camoscio	7	12,1%	3	3,45	4,7%	3
Capriolo	12	20,7%	2	5,41	7,3%	2
Cervo	2	3,4%	7	2,79	3,8%	4,5
Cinghiale	5	8,6%	4	2,79	3,8%	4,5
Asino	0	0,0%	12,5	0	0,0%	12,5
Capra	0	0,0%	12,5	0	0,0%	12,5
Bovino	24	41,4%	1	55,29	74,5%	1
Pecora	3	5,2%	5,5	2,64	3,6%	6
"Ghiro"	1	1,7%	8,5	0,09	0,1%	9
Marmotta	3	5,2%	5,5	1,27	1,7%	7
"Altri roditori"	0	0,0%	12,5	0	0,0%	12,5
Talpa	0	0,0%	12,5	0	0,0%	12,5
Lepre	1	1,7%	8,5	0,46	0,6%	8
Cane	0	0,0%	12,5	0	0,0%	12,5
Ung. Ind.	0	0,0%	12,5	0	0,0%	12,5
	58	100,0%		57,74	100,0%	

Tabella 12: Transetti Estate 2017: confronto tra frequenza delle occorrenze e metodo della biomassa. Per ciascuna specie sono indicati il numero di occorrenze (n), la quantità in kg di biomassa consumata (Y_{tot}), la frequenza percentuale (f %) e il relativo rango.

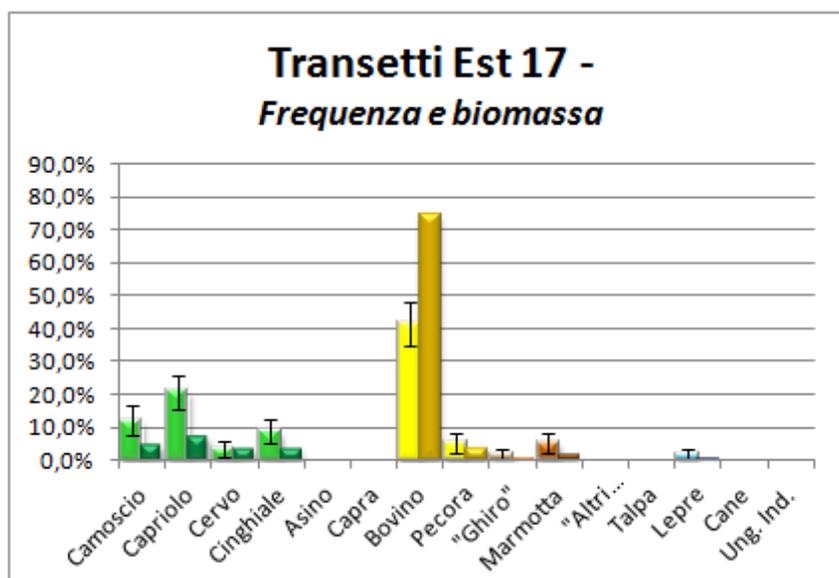


Figura 3.11: Transetti Estate 2017: confronto tra le percentuali relative alla frequenza delle occorrenze (colonne a sinistra, sfumatura chiara del colore) e calcolo della biomassa (colonne a destra, sfumatura scura del colore).

Il campione relativo ai transetti percorsi nell'estate 2017 (n=58) registra la presenza di 9 specie diverse (Tab.12, Fig.3.11). All'esame della frequenza delle occorrenze la specie bovina è nuovamente quella più consumata (41,4% ± 6,5% ES), seguita dal capriolo (20,7% ± 5,3% ES) e dal camoscio (12,1% ± 4,3% ES). La percentuale di cinghiale è 8,6% (± 3,6% ES), quella di cervo 3,4% (±2,4% ES). Pecora e marmotta costituiscono entrambe il 5,2% (±2,8% ES) delle occorrenze totali; "ghiro" e lepre compaiono ciascuna in un unico campione.

Confrontando i dati della frequenza delle occorrenze con il calcolo della biomassa, si osserva come l'ordine dei ranghi coincida per le prime tre categorie, con la consueta sovrastima dei bovini (74,5%) e sottostima relativa degli ungulati selvatici di dimensioni minori (capriolo: 7,3%, camoscio: 4,7%, cinghiale: 3,8%).

Dieta dei transetti: confronto e trend

Se si analizzano globalmente i tre set di dati relativi ai transetti, si osserva come la specie *Bos taurus* sia la categoria più consumata in tutti le stagioni, sia con il metodo della frequenza che con quello della biomassa. Seguono gli ungulati selvatici: l'importanza relativa delle diverse specie cambia a seconda del periodo considerato.

Il grafico 3.12, calcolato utilizzando le frequenze di occorrenza, evidenzia il trend generale per le macrocategorie nei tre periodi. Il campione relativo ai transetti estivi 2016, costituito da un numero di escrementi piuttosto ridotto, risulta anomalo rispetto agli altri due; la percentuale di roditori presenti è infatti pari a quella degli ungulati selvatici. Se si confrontano i transetti invernali con quelli dell'estate 2017, invece, si osserva come la proporzione relativa tra macrocategorie risulti praticamente costante, con soltanto un leggero calo dei selvatici in favore dei domestici.

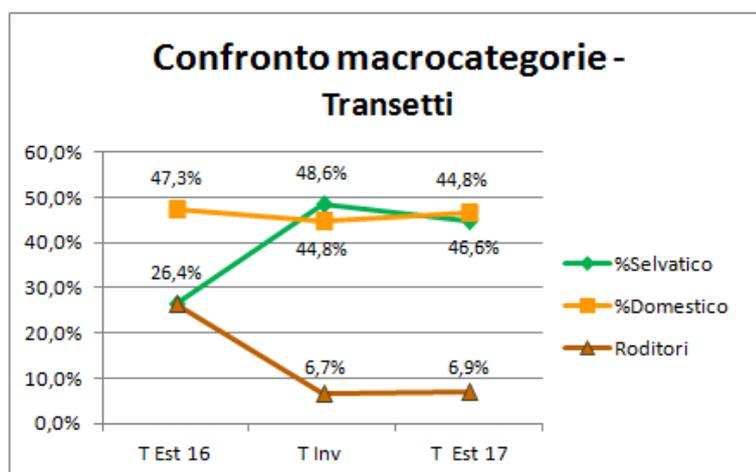


Figura 3.12: Transetti (estate 2016, inverno, estate 2017): percentuali di frequenza relative alle tre macrocategorie (ungulati selvatici, domestici, roditori)

TRANSETTI	<i>Inverno 2016</i>	<i>Estate 2017</i>
<i>Estate 2016</i>	p < 0.001	p > 0,05
<i>Estate 2017</i>	p > 0.05	--

Tabella 13: Test esatto di Fisher: significatività dei campioni raccolti mediante transetti relative ai diversi periodi di campionamento.

TRANSETTI	<i>Estate 2016</i>	<i>Inverno</i>	<i>Estate 2017</i>
<i>r</i>	0,98	0,96	0,98
<i>p value</i>	p << 0.001	p << 0.001	p << 0.001

Tabella 14: Confronto fra frequenza di occorrenza e biomassa per la categoria “transetti”: risultati del test di correlazione di Spearman.

L'analisi statistica dei tre set di dati (estate 2016, inverno, estate 2017) mediante Test esatto di Fisher conferma quanto sopra riportato (Tab.13). I dati dell'estate 2016 risultano significativamente diversi rispetto all'inverno (Fisher, $p < 0,001$); la somiglianza con l'estate 2017 supera di poco la soglia di significatività. La dieta relativa ai transetti invernali e all'estate 2017 presenta invece una buona correlazione (Fisher, $p > 0,05$). Infine, i risultati prodotti utilizzando il metodo della frequenza delle occorrenze e il calcolo della biomassa sono stati confrontati tra loro utilizzando il coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman. L'ordine relativo dei ranghi presenta una correlazione altamente significativa in tutti e tre i periodi (Tab. 14). Frequenza e biomassa sono quindi concordi nell'attribuire l'ordine di importanza alle diverse categorie alimentari, seppure le percentuali di consumo varino in base al metodo utilizzato.

4.6 Analisi della dieta: i rendezvous

La raccolta nel sito di rendezvous RVT 16 è stata effettuata in maniera opportunistica al termine del periodo di occupazione dell'area. Il campione (n= 31) è stato analizzato col metodo della frequenza delle occorrenze (Fig.3.14); le categorie alimentari identificate sono solamente quattro. Il capriolo è la specie più rappresentata (71,0% ± 8,0%ES), seguito dal camoscio (12,9% ± 5,9% ES), dalla marmotta (9,7% ± 5,1% ES) e dai bovini (6,5% ± 4,5% ES).

Nel sito RVA 16 è stata invece effettuata una raccolta di tipo sistematico (n=146) (Fig.3.15); fra le categorie alimentari identificate, 5 sono presenti in percentuali >1%. A differenza del RVT 16, i bovini risultano essere la categoria più consumata (46,6% ± 4,2%), seguiti dal camoscio (33,6% ± 3,9% ES) e dal capriolo, che occupa solo il terzo posto (11,6% ± 2,6% ES). La marmotta in questo sito è presente solo in traccia (<1%), mentre fanno la loro comparsa due nuove categorie: "altri roditori" (4,1% ± 1,7% ES) e il cervo (1,4% ± 0,9% ES).

Nel sito RVS 17 la raccolta è stata sia di tipo opportunistico che sistematico (§4.1); dall'analisi del campione (n=38) sono state identificate 7 categorie alimentari, tutte presenti con percentuali >1% (Fig.3.16). I bovini rappresentano nuovamente la classe maggiormente rappresentata (65,8% ± 7,7% ES), seguiti dal camoscio (10,5% ± 5,0% ES). Il cinghiale e il cane compaiono entrambi in tre campioni (7,9% ± 4,4% ES), capriolo, asino e "altri roditori" in due (2,6% ± 2,6%).

Analizzando il grafico 3.13, si osserva come i tre rendezvous presentino situazioni diametralmente opposte per quanto riguarda le proporzioni fra le varie macrocategorie, in particolare per il rapporto selvatico/domestico. Il sito RVT16, infatti, presenta una netta prevalenza di selvatico, RVA16 una situazione di parità fra le due categorie, mentre in RVS17 gli ungulati domestici risultano essere più consumati.

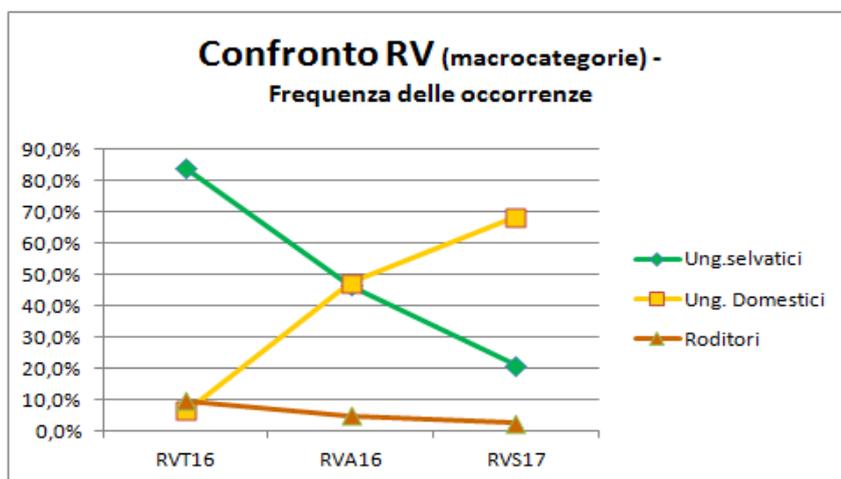


Figura 3.13: Siti di rendezvous: trend per le macrocategorie (ungulati selvatici, domestici, roditori). Dati relativi alla frequenza delle occorrenze.

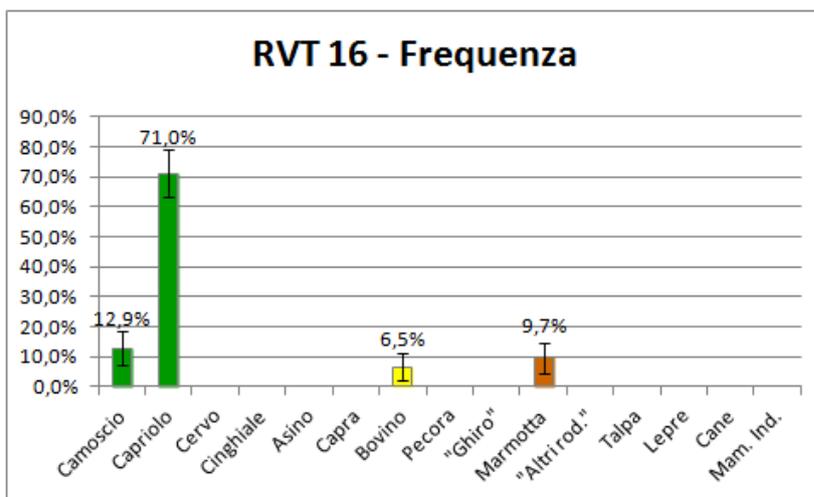


Figura 3.14: Frequenza delle occorrenze, RVT 16.

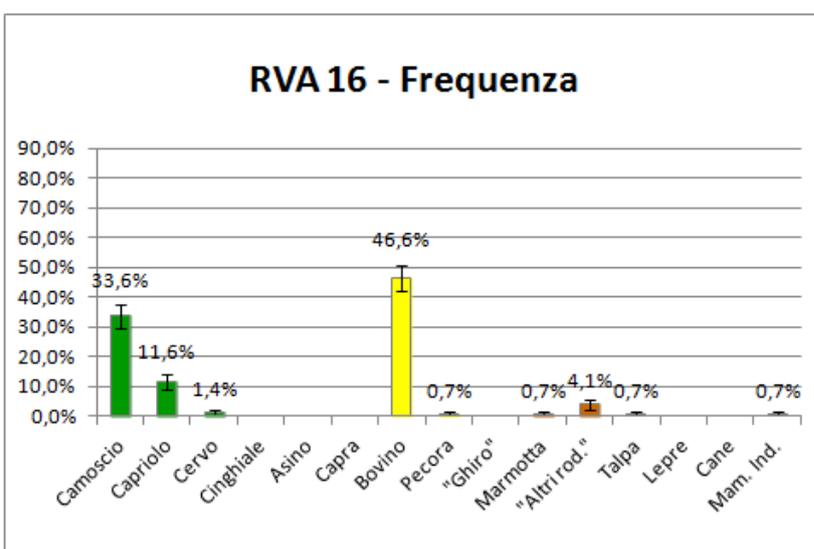


Figura 3.15: Frequenza delle occorrenze, RVA 16

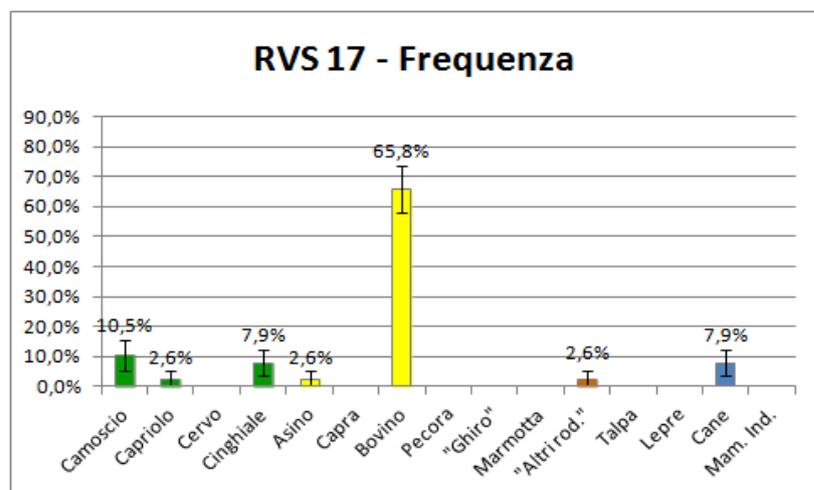


Figura 3.16: Frequenza delle occorrenze, RVS 17

	<u><i>RVT 16</i></u>			<u><i>RVA 16</i></u>			<u><i>RVS 17</i></u>		
<i>Specie</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>	<i>n</i>	<i>f %</i>	<i>Rango</i>
<i>Camoscio</i>	4	12,9%	2	49	33,6%	2	4	10,5%	2
<i>Capriolo</i>	22	71,0%	1	17	11,6%	3	1	2,6%	6
<i>Cervo</i>	0	0%	10	2	1,4%	5	0	0,0%	11,5
<i>Cinghiale</i>	0	0%	10	0	0,0%	12,5	3	7,9%	3,5
<i>Asino</i>	0	0%	10	0	0,0%	12,5	1	2,6%	6
<i>Capra</i>	0	0%	10	0	0,0%	12,5	0	0,0%	11,5
<i>Bovino</i>	2	6,5%	4	68	46,6%	1	25	65,8%	1
<i>Pecora</i>	0	0%	10	1	0,7%	7,5	0	0,0%	11,5
<i>"Ghiro"</i>	0	0%	10	0	0,0%	12,5	0	0,0%	11,5
<i>Marmotta</i>	3	9,7%	3	1	0,7%	7,5	0	0,0%	11,5
<i>"Altri roditori"</i>	0	0%	10	6	4,1%	4	1	2,6%	6
<i>Talpa</i>	0	0%	10	1	0,7%	7,5	0	0,0%	11,5
<i>Lepre</i>	0	0%	10	0	0,0%	12,5	0	0,0%	11,5
<i>Cane</i>	0	0%	10	0	0,0%	12,5	3	7,9%	3,5
<i>Mam. Ind.</i>	0	0%	10	1	0,7%	7,5	0	0,0%	11,5
	31	100%		146	100%		38	100%	

Tabella 15: Dieta dei rendezvous: frequenza assoluta, percentuale e rango relativo alle varie specie.

	RVA 16	RVS 17
RVT 16	p << 0.001	p << 0.001
RVS 17	p < 0.01	--

Tabella 16: Test esatto di Fisher: significatività associata ai siti di rendezvous.

L'analisi statistica mediante Test esatto di Fisher conferma la presenza di differenze molto significative fra tutti e tre i siti di rendezvous (Tab.16). In particolare, il sito RVT16 presenta la più elevata diversità rispetto agli altri due.

4.7 Confronto transetti e rendezvous

Per ciascuna stagione estiva è stato effettuato un confronto tra i dati provenienti dai transetti, e quindi relativi alla dieta degli adulti, e il campione raccolto nei siti di rendezvous, costituito quindi da escrementi appartenenti sia agli adulti che ai cuccioli. Il confronto è effettuato utilizzando i dati della frequenza delle occorrenze, evidenziando le differenze sia tra le percentuali di occorrenza delle singole specie sia per macrocategorie (ungulati selvatici, domestici, roditori).

Nell'estate 2016, il confronto fra siti di raccolta, effettuato accorpando i dati di RVT e RVA, permette di evidenziare alcune differenze a livello di specie (Fig.3.17). Rispetto ai dati dei transetti, nei rendezvous le percentuali di capriolo e il camoscio risultano più che raddoppiate. Al contrario, marmotta e "ghiro" nei transetti costituiscono complessivamente il 21,1%, mentre la percentuale si riduce al 6,9% nei rendezvous. La diversità fra i due dataset viene confermata statisticamente effettuando il confronto con il test esatto di Fisher (Tab.17, $p < 0.001$).

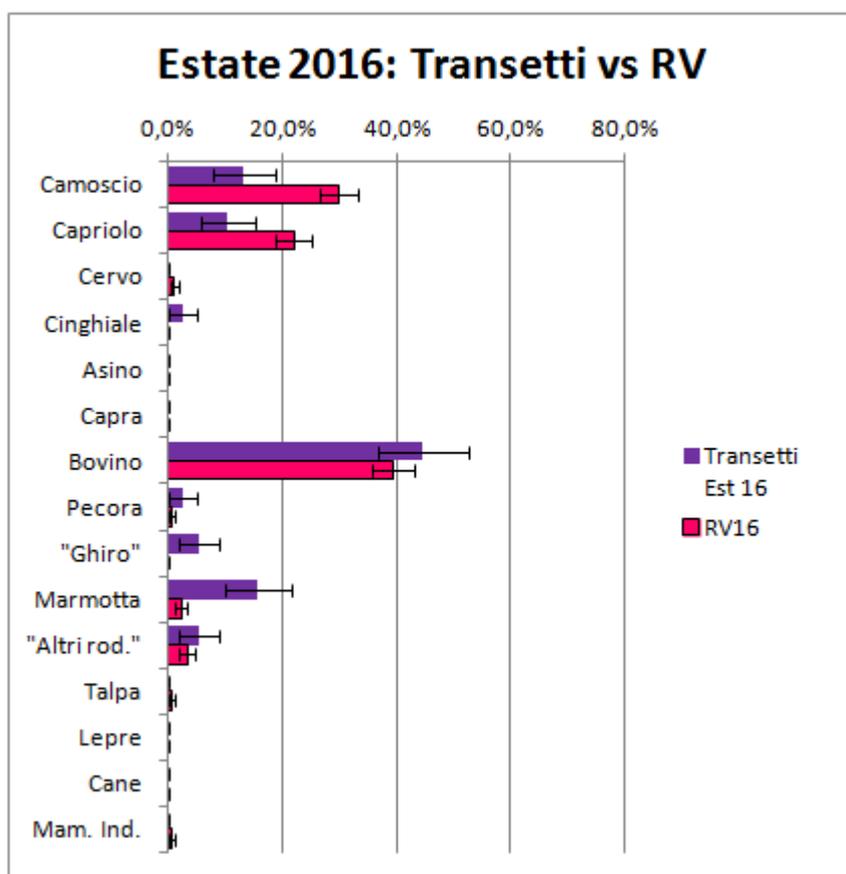


Figura 3.17: Estate 2016: confronto fra transetti e rendezvous, utilizzando il metodo della frequenza delle occorrenze.

Anche nell'estate 2017 le percentuali di occorrenza sono influenzate dal sito di raccolta (Fig.3.18). La percentuale di capriolo, che rappresenta il 20,7% ($\pm 5,3\%$ ES) della dieta dei transetti, crolla al 2,6% ($\pm 2,6\%$ ES) nel rendezvous; al contrario, la percentuale di bovino aumenta dal 41,4% ($\pm 6,5\%$ ES) al 65,8% ($\pm 7,7\%$ ES). Ulteriori differenze sono legate ai domestici e ai roditori: l'asino compare solo nei transetti, la pecora solo nel rendezvous; ugualmente, "ghiro" e marmotta sono presenti solo nei primi, la categoria "altri roditori" solo nel secondo.

Il test esatto di Fisher è effettuato accorpando alcune categorie, tra cui tutti i roditori e i domestici meno rappresentati nella dieta. Nonostante questo, la correlazione riscontrata fra transetti e rendezvous è piuttosto debole (Tab.17, $p > 0,05$).

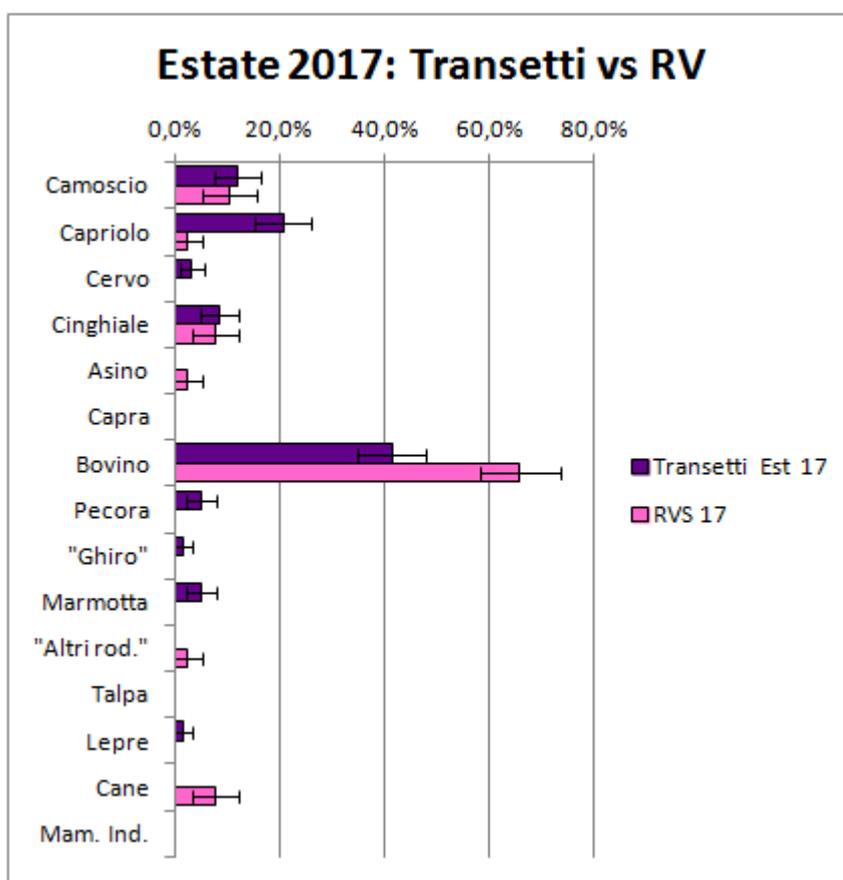


Figura 3.18: Estate 2017: confronto fra transetti e rendezvous, utilizzando il metodo della frequenza delle occorrenze.

	RV16	RVS 17
Transetti Est 16	$p < 0.001$	--
Transetti Est 17	--	$p > 0.05$

Tabella 17: Test esatto di Fisher: confronto fra transetti e rendezvous per ciascuna delle due estati.

	Tr. Est 16	RV16	Tr. Est 17	RV17
% Selvatico	26,3%	53,0%	44,8%	21,0%
% Domestico	47,3%	40,1%	46,6%	68,4%
% Roditori	26,4%	5,7%	6,9%	2,6%

Tabella 18: Confronto tra transetti e rendezvous. Percentuali di frequenza relative alle tre macrocategorie (ungulati selvatici, domestici, roditori)

La diversità fra i vari set di dati è confermata dal confronto fra le percentuali di occorrenza relative alle macrocategorie per ciascuna estate. I domestici costituiscono la componente prevalente della dieta per i transetti dell'estate 2016 e il sito RV17; i selvatici sono la classe più rappresentata nel rendezvous 2016, mentre i transetti estivi 2017 evidenziano una sostanziale parità fra le due macrocategorie.

4.8 Analisi delle predazioni denunciate

Al fine di effettuare un confronto qualitativo con i risultati ottenuti dallo studio della dieta, è stato analizzato l'elenco delle predazioni riguardanti il bestiame domestico, denunciate dagli allevatori e verificate dagli organi competenti. Sono stati considerati gli episodi avvenuti nel periodo compreso fra il 1° agosto 2016 e il 31 luglio 2017, sia nella Lessinia veneta che trentina. In particolare, sono stati considerati tutti gli individui morti a causa di un evento predatorio da lupo o da canide; non sono stati inclusi nel conteggio gli animali feriti che sono stati soppressi successivamente. Gli eventi predatori avvenuti sul versante sinistro della Valle di Revolto e Val di Illasi (Selva di Progno, Campofontana, ecc) sono stati esclusi dall'analisi (§2.2.1).

Da quanto risulta dall'analisi, la specie bovina è quella maggiormente soggetta a predazione da lupo o canide, costituendo il 76,7% del totale (Fig.3.19). Gli ovini, anch'essi presenti in alpeggio anche se in proporzione minore, costituiscono il 16,4% del totale, mentre asini e capre totalizzano rispettivamente il 4,1% e il 2,7%.

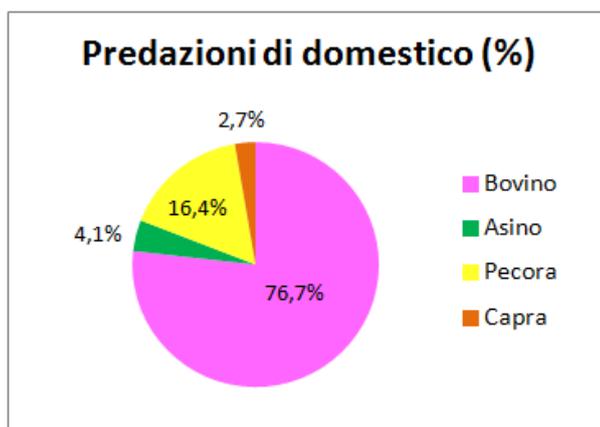


Figura 3.19: Predazioni ai danni di ungulati domestici, suddivisi per specie.

Analizzando le variazioni stagionali (Fig.3.20) è possibile osservare come il consumo dei bovini sia concentrato sostanzialmente nei mesi estivi, in cui viene praticato la monticazione nei pascoli dell'Alta Lessinia. Per quanto riguarda gli ovini, si registrano due casi di surplus-killing a metà ottobre (17/10/2016, 5 animali uccisi) e a inizio giugno (07/06/2017, 7 animali uccisi), in corrispondenza della fine e dell'inizio del periodo di alpeggio. A livello qualitativo, le predazioni ai danni di ovini, caprini e equidi risultano concentrate nei periodi in cui la disponibilità di bovini è minore.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle predazioni, nei mesi estivi esse risultano concentrate prevalentemente nella zona dei pascoli sommitali (Figg 3.21, 3.23). Nel periodo invernale, invece, esse risultano localizzate a quote più basse (Fig.3.22): questo fenomeno è imputabile sia all'assenza di bovini in alpeggio, che al comportamento "nomade" del branco in questa stagione (§5.2.4).

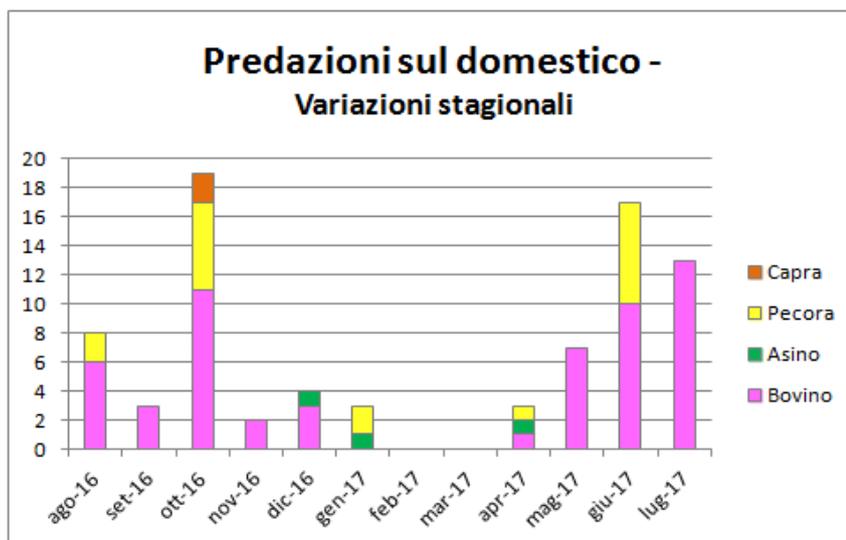


Figura 3.20: Frequenza assoluta mensile delle predazioni denunciate, divise per specie.

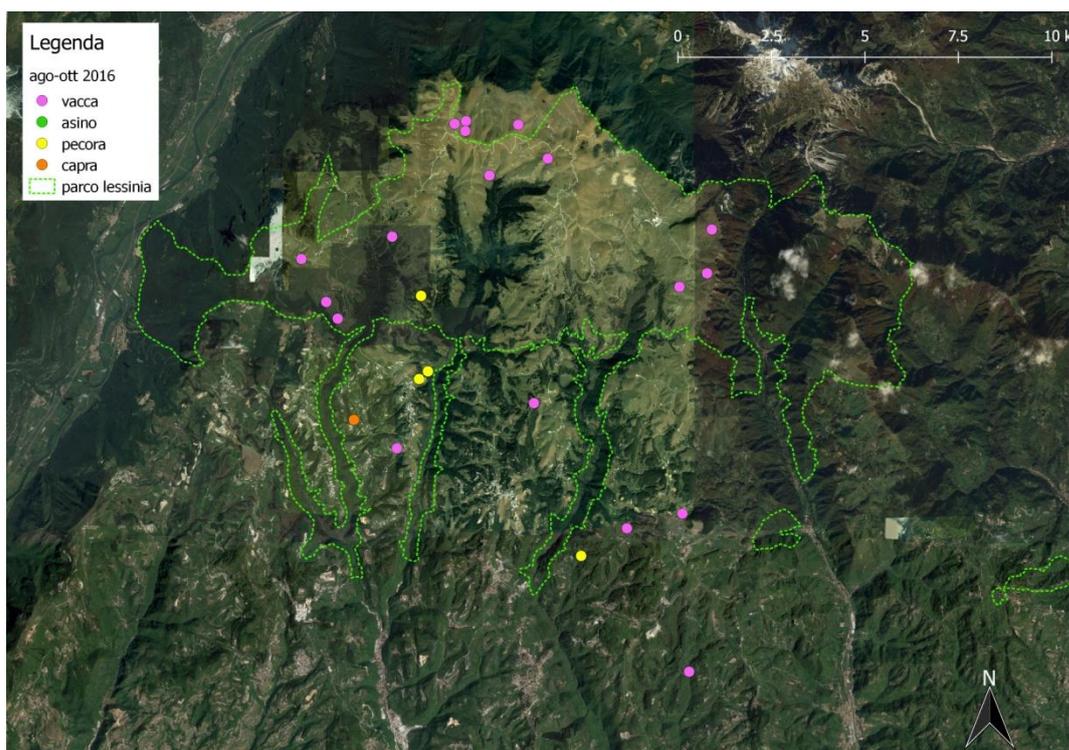


Figura 3.21: Localizzazione delle predazioni denunciate dagli allevatori nel periodo agosto – ottobre 2016. (Immagine personale elaborata con Qgis).

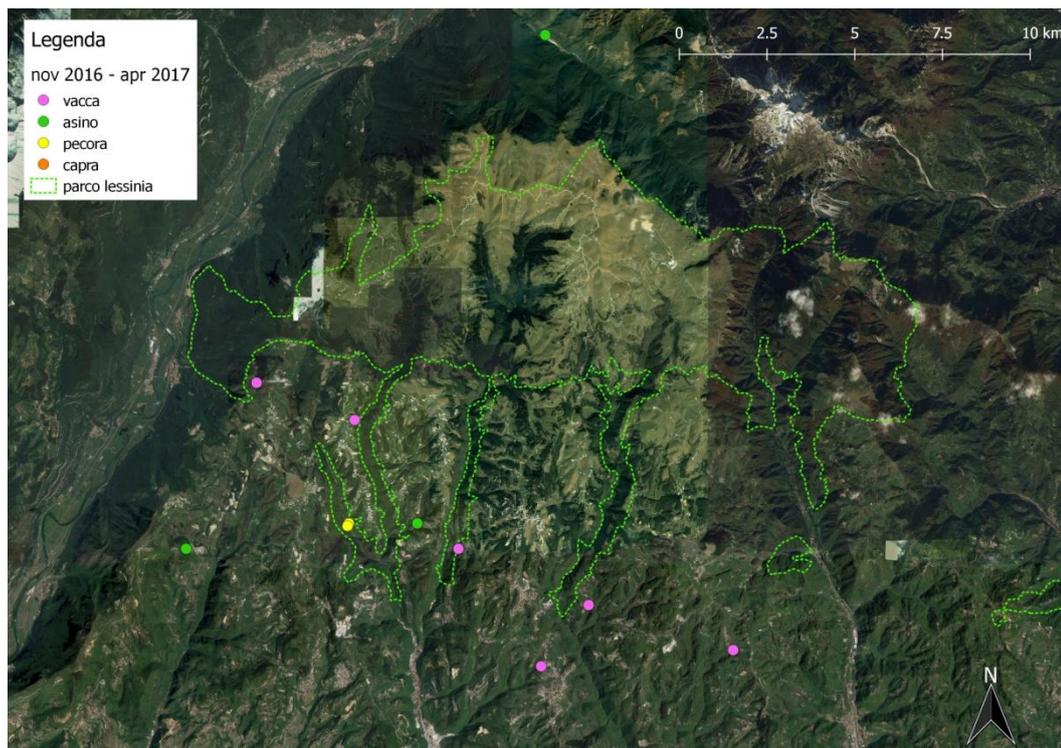


Figura 3.22: Localizzazione delle predazioni denunciate dagli allevatori nel periodo novembre 2016 – aprile 2017. (Immagine personale elaborata con Qgis).

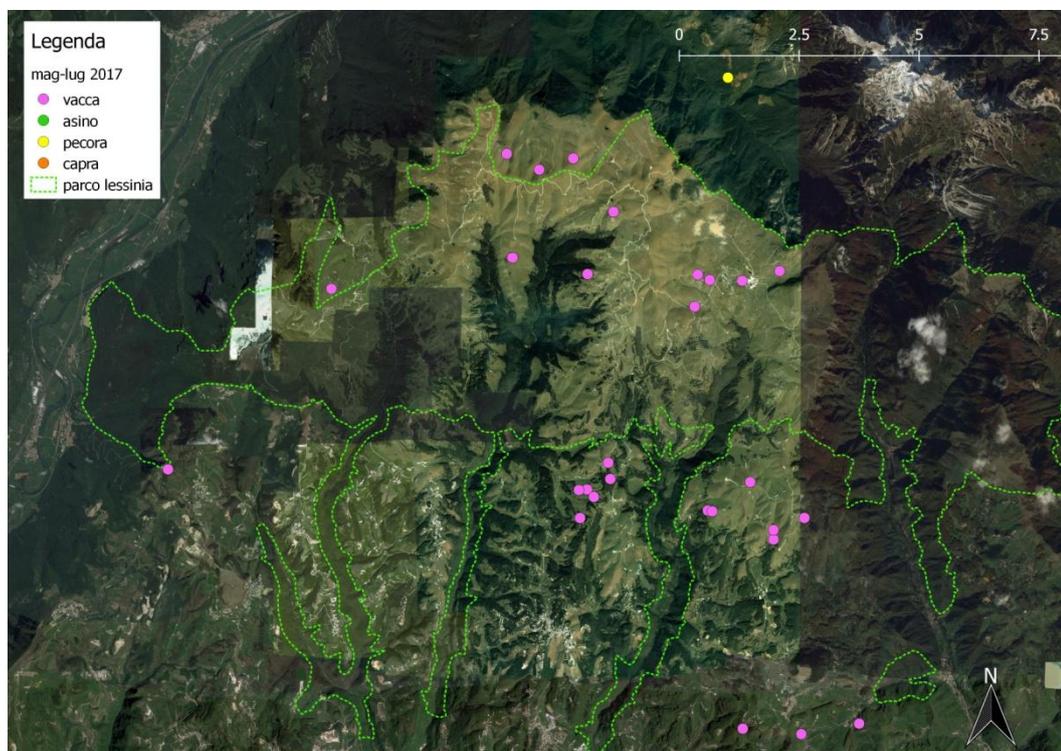


Figura 3.23: Localizzazione delle predazioni denunciate dagli allevatori nel periodo maggio – luglio 2017. (Immagine personale elaborata con Qgis).

4.8.1 L'anomalia del domestico

Un ulteriore approfondimento è stato svolto per le predazioni denunciate ai danni di bovini. La figura 3.24 riassume il quadro delle predazioni denunciate dagli allevatori nel periodo compreso fra il 1° agosto 2016 e il 31 luglio 2017, inerenti a individui morti in seguito all'attacco di lupo o canide nell'area di studio.

Il consumo di bovino risultante dall'analisi della dieta è invece riassunto in Tabella 19: per ogni mese sono specificate sia il numero di occorrenze che la biomassa corrispondente. Dal confronto tra il grafico e la tabella risulta evidente che, sebbene non si registrino predazioni ai danni di bovino nei mesi invernali (gennaio, febbraio, marzo 2017), fatte contenenti questo tipo di pelo vengono raccolte anche in questo periodo. La presenza al suolo di una copertura nevosa nel periodo compreso fra il 13 gennaio e fine febbraio ci fornisce inoltre informazioni sull' "età" di una fatta: poiché l'escremento è stato raccolto sopra uno strato compatto di neve, la data di deposizione deve essere posteriore alla prima nevicata. Di conseguenza, tutte le fatte raccolte in gennaio e febbraio sono attribuibili con certezza al periodo in cui non sono state denunciate predazioni a danno di bovini.

In seguito si descrivono in dettaglio alcuni casi particolari, relativi a escrementi contenenti pelo di bovino raccolti nel periodo invernale:

- Escremento E170125PSORT01: fatta deposta su neve, contenente solo pelo di vacca. Raccolta in data 25/01/2017.
- Escremento E170222MMOPP01: fatta raccolta in maniera opportunistica su una strada asfaltata in prossimità di un rifugio, in una zona estremamente frequentata. Raccolta in data 22/02/2017, si ritiene che fosse stata deposta nella notte (Fig.3.25).
- Escremento E170224PSFOL01: fatta raccolta su uno strato compatto di neve in data 24/02/2017. Contiene pelo di bovino e di cervo in mantello estivo (Fig.3.26)

Il fenomeno sembra interessare anche altre specie di ungulati domestici:

- Escremento E170222PSAMV01: fatta contenente pelo di asino, raccolta su uno strato compatto di neve in data 22/02/2017. L'ultima predazione accertata di asino è stata registrata in data 08/01/2017, antecedente quindi alla prima nevicata.

Nel mese di marzo sono stati raccolti 8 escrementi contenenti pelo di vacca, appartenenti a varie tipologie di colore: completamente bianca, completamente nera, mescolanza di nero e bianco, marrone. L'assenza di neve al suolo non permette di avere certezze sull'età delle fatte; è possibile infatti che le fatte raccolte a marzo siano antecedenti alla nevicata, e che siano quindi rimaste sotto la neve fino al suo scioglimento. Tuttavia, due degli 8 escrementi meritano un'attenzione particolare: sono infatti stati raccolti lungo un transetto controllato a fine dicembre, in una data successiva all'ultima predazione accertata di bovino. Di conseguenza, la data di deposizione degli escrementi cade ragionevolmente nel periodo di assenza di predazioni.

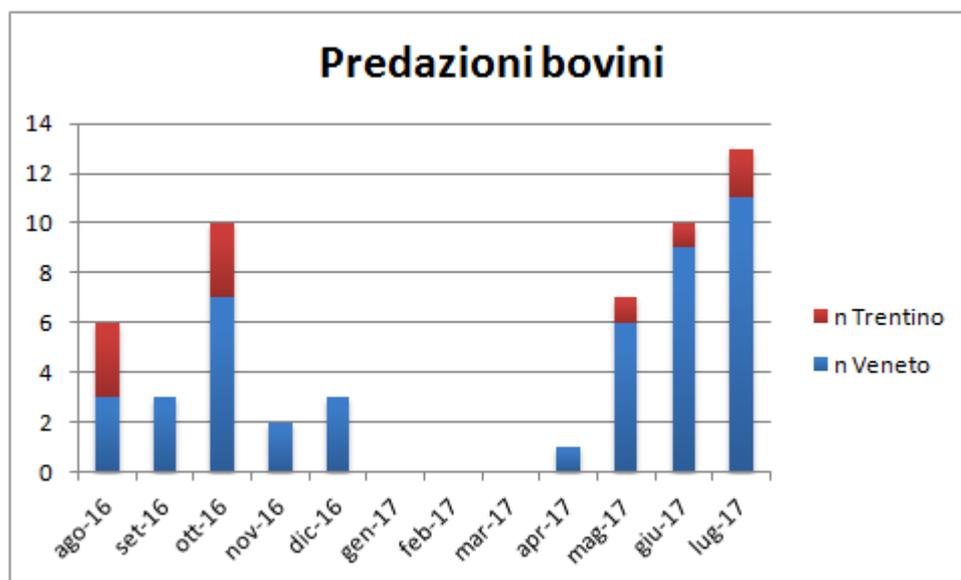


Figura 3.24: Numero di predazioni denunciate dagli allevatori a danni di bovini.

	N° occorrenze	N° eq. fatte	Biomassa (kg)
Agosto 2016	6	5,83	14,69
Settembre 2016	6	5,10	12,85
Ottobre 2016	5	3,28	8,27
Novembre 2016	2	1,75	4,41
Dicembre 2016	4	4	10,08
Gennaio 2017	4	3,75	9,45
Febbraio 2017	2	1,90	4,79
Marzo 2017	8	7,45	18,77
Aprile 2017	1	1	2,52
Maggio 2017	9	8,10	20,41
Giugno 2017	2	2	5,04
Luglio 2017	2	2	5,04

Tabella 19: Consumo di bovini dedotto dall'analisi degli escrementi. Per ciascun mese è riportato il numero delle occorrenze, il corrispondente numero equivalente di fatte e la biomassa consumata (calcolata secondo il modello di Weaver 1993). Col carattere colorato sono evidenziati i mesi in cui non sono state denunciate predazioni.



Fig 3.25: Escremento E170125PSORT01, contenente pelo di bovino.



Fig 3.26: Escremento E170224PSFOL01, contenente pelo di bovino e di cervo in mantello estivo.

4.8.2 Biomassa: bias del consumo parziale

Il calcolo della biomassa, così come effettuato nel paragrafo 4.5, si basa sull'assunzione che la preda sia consumata completamente (Corbett, 1989; Weaver, 1993; Ciucci *et al.*, 1996). In Lessinia questa assunzione non è applicabile per i bovini: i sopralluoghi effettuati nell'anno di campionamento riguardanti le predazioni denunciate dagli allevatori testimoniano come nel 62% dei casi il consumo delle carcasse (imputabile a lupi, canidi o altri necrofagi) è < 30%. Per quanto riguarda la biomassa consumata relativa ai bovini, si è proceduto come segue:

Step 1:

Con l'aiuto di un veterinario (Benini, N.) è stata analizzato il materiale fotografico e la documentazione allegata alle richieste di risarcimento inviate alla Regione Veneto per la richiesta degli indennizzi previsti dalla legge. Sono state considerate tutte le predazioni denunciate nel periodo 1° agosto 2016-31 luglio 2017, ad opera di lupo o

canide, in tutta l'area di studio (escluse le zone di Selva di Progno e Campofontana, §4.7). Dal conteggio sono stati esclusi gli animali feriti e soppressi in un secondo momento. Per ogni evento predatorio è stato stimato:

- a) Il peso dell'animale vivo (in base all'età, alla razza e alle condizioni di salute)
- b) I kg di biomassa asportati dalla carcassa dopo la predazione, a opera del lupo, canide o altri necrofagi.

Sono stati quindi calcolati i kg di biomassa totali (B) consumati da lupo, canide o necrofagi che risultavano mancanti dalle carcasse degli animali predati. Tale valore è pari a $B = 4010\text{kg}$.

Step 2:

Applicando la retta di regressione di Weaver, si è calcolata la biomassa consumata corrispondente agli escrementi raccolti lungo i transetti nell'intero periodo di studio. Le fatte raccolte presso i siti di rendezvous sono invece state escluse, in quanto soggette al bias dell'autocorrelazione. Il calcolo è stato effettuato utilizzando la retta di regressione

$$Y = 0.439 + 0.008X$$

L'adjusted weight per la specie bovina ammonta a 260kg (§ 3.2.3). Il numero equivalente di fatte è di $n=69,06$ mentre $Y = 2,519$ kg. La biomassa consumata corrispondente al campione di escrementi raccolto (Y_{campione}) ammonta quindi a 173,96kg.

$$Y_{\text{campione}} = 173,96\text{kg}.$$

Step 3:

È stata calcolata la precisione del campione (§ 3.2.1.): le fatte raccolte lungo transetti ($n=166$) costituiscono il 3,8% della "popolazione" totale di escrementi prodotti ($N=4374$). Con la proporzione

$$69,06 : 166 = x : 4374$$

è stato calcolato il numero di escrementi contenente bovino corrispondenti alla "popolazione" totale di fatte deposte ($x = 1820$). Partendo da questo valore, utilizzando il bootstrapping (2000 sottocampioni), si è calcolato l'intervallo di confidenza al 95%: secondo questo calcolo, il numero totale di escrementi depositi contenente bovino sarebbe compreso tra 1758 e 1885 fatte:

$$1758 < x < 1885$$

Step 4:

La biomassa consumata è stata nuovamente calcolata, questa volta riferendosi all'intera "popolazione" di escrementi depositi. I valori precedentemente calcolati ($x_1 = 1758$, $x_2 = 1820$, $x_3 = 1885$) sono stati inseriti nell'equazione di Weaver al posto del numero equivalente di fatte.

$$Y_{\text{pop1}} = 2,519 \times 1758 = 4428,4 \text{ kg}$$

$$Y_{\text{pop2}} = 2,519 \times 1820 = 4584,6 \text{ kg}$$

$$Y_{\text{pop3}} = 2,519 \times 1885 = 4748,3 \text{ kg}$$

La biomassa totale consumata, calcolata dagli escrementi raccolti lungo transetti ma riferita all'intera "popolazione" di escrementi depositi, ammonterebbe, secondo questo calcolo, a 4584,6 kg, con un intervallo di confidenza al 95% compreso tra 4428,4 kg e 4748,3 kg.

Step 5:

Gli stessi passaggi sopra riportati sono stati applicati alla seconda equazione elaborata da Weaver (1993), inerente alla biomassa consumata:

$$Y = 0.375 + 0.007 X^*$$

$X^* = 72,91$ kg rappresenta la media dei kg di biomassa consumata nei vari eventi predatori (denunciati dagli allevatori). Secondo questa retta di regressione la biomassa totale consumata, calcolata dagli escrementi raccolti lungo i transetti, ma riferita all'intera "popolazione" di escrementi depositi, ammonta a 1608,4kg. L'intervallo di confidenza al 95% è compreso tra 1555,8kg e 1668,2kg.

	Eq. Peso medio (X)	Eq. biomassa consumata (X*)	B (biomassa predazioni)
<i>Ypopolazione</i>	4584,6 kg	1608,4 kg	4010kg
<i>Intervallo di confidenza 95%</i>	4428,4 - 4748,3kg	1555,8 – 1668,2kg	

Tabella 20: La tabella riassume: la biomassa totale consumata, calcolata con entrambe le rette di regressione di Weaver, riferita alla "popolazione" totale di escrementi depositi; rispettivi intervalli di confidenza; la biomassa consumata da lupo, canide o altri necrofagi valutata esaminando il materiale fotografico inerente alle predazioni denunciate ai danni di bovino.

La tabella 20 riassume quanto sopra riportato; in particolare, si osserva che:

- La retta di Weaver $Y = 0.375 + 0.007 X^*$ sottostima notevolmente il valore di B (biomassa consumata riferita alle predazioni denunciate)
- La retta di regressione $Y = 0.439 + 0.008X$ sovrastima leggermente il valore di B, ma rappresenta nel complesso una stima abbastanza accurata.

4.9 Censimenti degli ungulati selvatici

4.9.1 Camoscio

Censimenti nei comprensori di caccia

L'analisi dei censimenti effettuati nei comprensori di caccia rivela un trend variabile a seconda della zona considerata (Fig.3.27, Tab.21). È importante sottolineare fin d'ora come le informazioni relative all'anno 2011 siano considerate poco affidabili dal tecnico faunista incaricato dei censimenti; la raccolta dati è stata infatti effettuata con criteri valutativi diversi da quelli utilizzati negli altri anni.

Nel comprensorio di Bosco Chiesanuova si osserva un trend complessivamente stabile negli anni 2011-2013, con una lieve flessione negativa rispetto al 2010. La numerosità degli individui aumenta nel 2014, per poi dimezzarsi bruscamente fra il 2014 e il 2015. Negli ultimi tre anni, il trend appare in leggera ma costante crescita.

Nei comprensori di Erbezzo e Velo Veronese la numerosità dei capi appare complessivamente costante (ad eccezione del 2011, che va escluso). Si osserva, tuttavia, un incremento dei conteggi nell'anno 2015, in corrispondenza della brusca diminuzione nel comprensorio di Bosco Chiesanuova (Bosco Ch.: -70 capi; Erbezzo: +20; Velo Ver.: +39). Negli ultimi tre anni si osserva un decremento dei conteggi in questi due comprensori.

Per quanto riguarda i censimenti nei comprensori di Sant'Anna di Alfaedo e Selva di Progno, il trend degli ultimi sette anni appare complessivamente in crescita. La numerosità di capi conteggiati relativi alla zona di Roveré subisce forti flessioni annuali; non risulta quindi possibile individuare una tendenza netta.

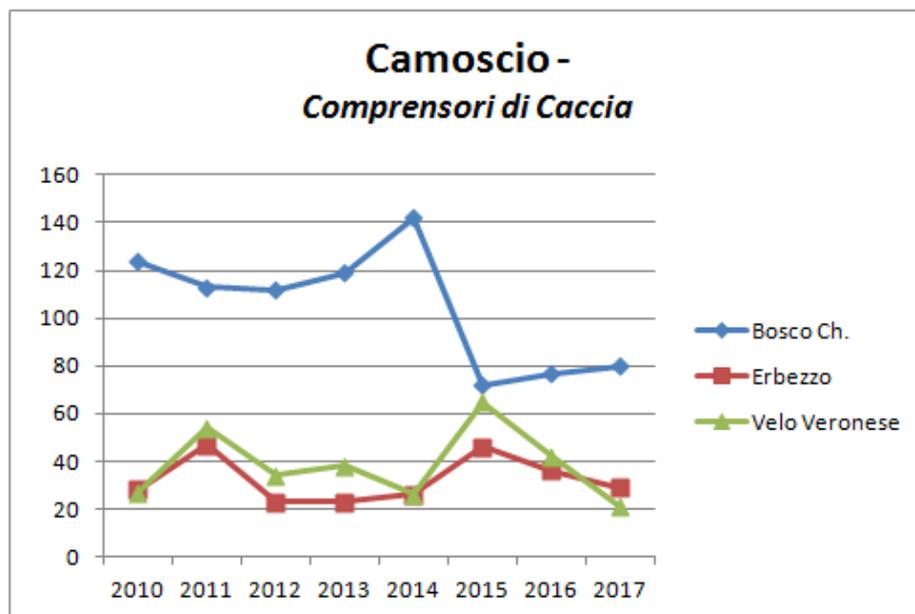


Figura 3.27: Numerosità dei capi conteggiati durante i censimenti estivi nei comprensori di Bosco Chiesanuova, Erbezzo e Velo Veronese.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bosco Ch.	124	113	112	119	142	72	77	80
Erbezzo	28	47	23	23	26	46	36	29
Roveré	22	83	95	58	52	37	51	23
Selva di Progno	27	39	35	38	51	47	45	67
Velo Veronese	27	54	34	38	26	65	42	21
Sant'Anna di A.	49	83	51	62	65	59	67	75

Tabella 21: risultati dei censimenti estivi al camoscio nei 6 comprensori considerati.

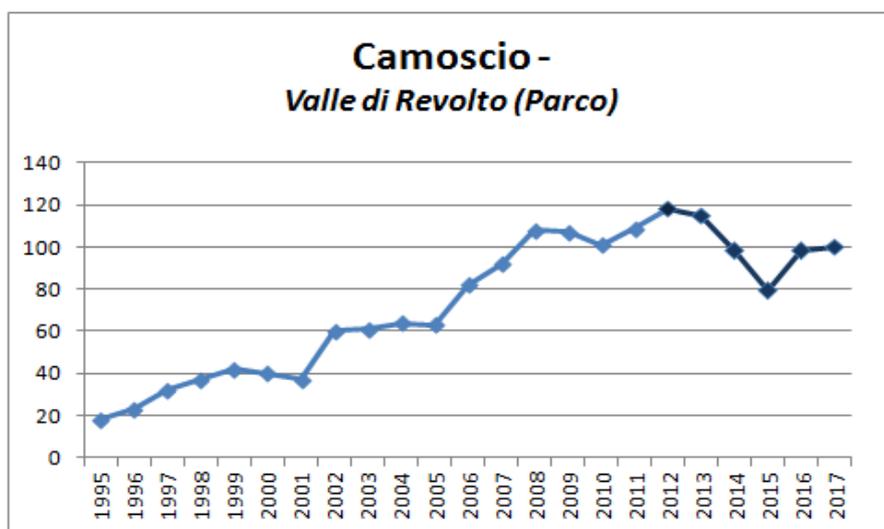


Figura 3.28: Censimento autunnale all'interno del Parco Regionale della Lessinia – Valle di Revolto.

Censimenti nel Parco

All'interno del territorio del Parco Regionale, la serie storica relativa ai censimenti nella Valle di Revolto rivela un trend stabilmente in crescita, seppure soggetto a occasionali cali di numerosità (Fig.3.28). I dati degli ultimi 5 anni, tuttavia, mostrano una netta flessione negativa, in particolare in corrispondenza degli anni 2014-2015, in analogia con quanto osservato nel comprensorio di caccia di Bosco Chiesanuova. Nonostante questo, il trend degli ultimi due anni risulta nuovamente in crescita.

Censimenti in Trentino

I censimenti all'interno della riserva di Ala mostrano una consistente diminuzione del numero di individui conteggiati fra il 2014 e il 2016, che passa da 733 a circa 500 capi nel corso del biennio (Luchesa com. pers.).

4.9.2 Capriolo

Censimenti nei comprensori di caccia

È stata effettuata un'analisi dei dati risultanti dai censimenti primaverili del capriolo (Fig.3.24, Tab.29). Come per il camoscio, le informazioni relative all'anno 2011 sono state considerate poco affidabili dal tecnico faunista incaricato dei censimenti; la raccolta dati è stata infatti effettuata con criteri valutativi diversi da quelli utilizzati negli altri anni. Inoltre, fin dal 2010, nei documenti relativi alla proposta del piano di abbattimento si sottolinea come la specie sia oggetto di un prelievo sconosciuto e abbastanza consistente, che influenza negativamente l'incremento annuo della popolazione.

Il trend risultante negli ultimi anni risulta in lieve crescita nel comprensorio di Velo Veronese e costante in quello di Erbezzo. Nella zona di Bosco Chiesanuova la numerosità risulta in crescita negli anni 2012-14, mentre nel 2015-16 si osserva una brusca diminuzione, forse stabilizzatasi nel 2017. In questo comprensorio il trend risulta quindi analogo a quello osservato per il camoscio.

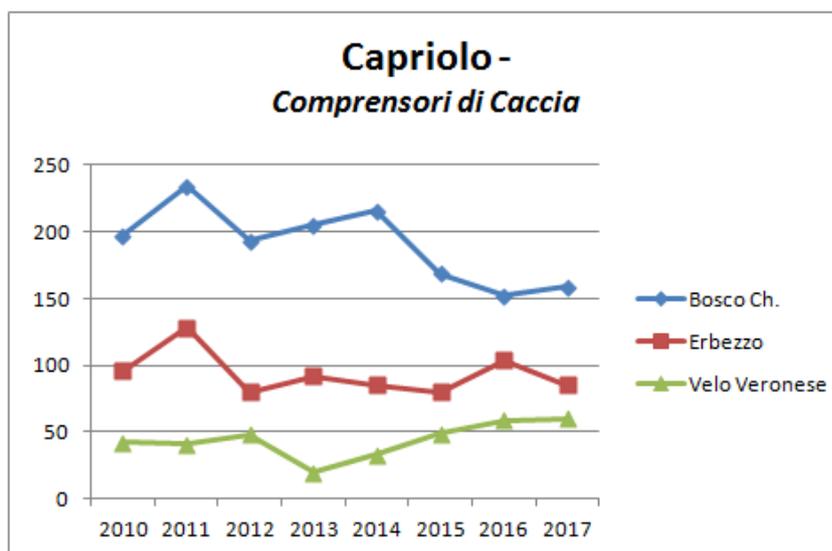


Figura 3.29: Numerosità dei capi conteggiati durante i censimenti primaverili nei comprensori di Bosco Chiesanuova, Erbezzo e Velo Veronese.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bosco Ch.	197	234	193	205	216	169	152	159
Erbezzo	96	128	80	92	85	80	104	85
Roveré	65	81	100	117	81	84	138	114
Selva di Progno	34	46	44	58	57	83	53	74
Velo Veronese	42	41	48	20	33	49	59	60
Sant'Anna di A.	33	49	47	44	50	70	79	81

Tabella 22: Risultati dei censimenti primaverili al capriolo nei 6 comprensori considerati.

Per quanto riguarda gli altri comprensori, la numerosità dei caprioli censiti risulta in graduale crescita sia per il comprensorio di Sant'Anna di Alfaedo che per le altre due zone, nel quale tuttavia si registra una maggiore fluttuazione del numero di capi conteggiati. In particolare, si osserva un calo nel 2014-15 nel comprensorio di Roveré e nel 2016 in quello di Selva di Progno.

5. DISCUSSIONE

5.1 Metodologia utilizzata

5.1.1 Raccolta del campione e precisione

La raccolta degli escrementi è stata effettuata sia mediante transetti sia nei siti di rendezvous, utilizzando un campionamento non casuale focalizzato nelle zone con maggiore concentrazione di fatte, al fine di minimizzare lo sforzo di campionamento. Come sottolineato da Steenweg *et al.* (2015), l'utilizzo di un campionamento non random comporta dei *bias* che vanno presi in considerazione: nel nostro caso, in particolare, sono state trascurate le zone periferiche dell'*home range*, come la Lessinia occidentale (comune di Sant'Anna di Alfaedo), la fascia meridionale, situata a quote meno elevate, e i ripidi versanti settentrionali digradanti verso la Val di Ronchi. Alcuni transetti erano stati inizialmente localizzati in queste aree: lo scarsissimo numero di escrementi raccolti ha successivamente portato ad abbandonarli. Ugualmente, i transetti localizzati nelle aree di pascolo aperto dell'alta Lessinia sono risultati poco efficienti come numerosità del campione raccolto: il paesaggio completamente uniforme e privo di copertura vegetale rende infatti impossibile cercare di determinare dei luoghi di passaggio preferenziale dei lupi. Poiché la raccolta sistematica è stata effettuata da un unico operatore, risultava fondamentale massimizzare l'efficienza del campionamento; si è quindi scelto di focalizzarsi sulle aree con maggior concentrazione di escrementi (Steenweg *et al.*, 2015).

Il campionamento si è quindi concentrato nella zona della cosiddetta "alta Lessinia", nella zona degli alti pascoli del Parco Regionale della Lessinia. Questa scelta trova riscontro in bibliografia: uno studio di Ciucci *et al.* (2003) ha analizzato la frequentazione di diversi tipi di habitat da parte del lupo, rilevando come a livello macroscopico (di paesaggio), le aree con elevata disponibilità di prede e scarsa presenza antropica siano preferite. A livello microscopico (di *home range*), il lupo sembra evitare gli spazi aperti, muovendosi preferibilmente al limitare del bosco, sfruttando il reticolo di sentieri e strade secondarie sia in inverno che in estate (Ciucci *et al.*, 2003). Il campionamento nella nostra area di studio rispecchia quanto sopra menzionato: l'efficienza della raccolta è stata massima nei transetti localizzati lungo i vaj, che sembrano essere utilizzati come "autostrade" per velocizzare gli spostamenti nord-sud.

Le principali difficoltà incontrate durante la raccolta sono state:

- *L'assenza di esperienza pregressa*: il presente lavoro rappresenta il primo studio della dieta effettuato sulle Alpi orientali in seguito alla ricolonizzazione: non essendo stato quindi possibile avvalersi di competenze precedenti, l'esperienza dell'operatore e l'efficienza del campionamento si sono perfezionate progressivamente.
- *L'assenza di neve*: numerosi studi (es. Blanco&Cortes, 2012) sottolineano le difficoltà incontrare nel monitoraggio del lupo in assenza di neve. Nell'area di

studio la copertura nevosa del suolo è stata presente per un periodo di tempo estremamente limitato, rendendo impossibile l'utilizzo sistematico dello *snow tracking* e del metodo additivo (Marucco *et al.*, 2008).

- *Variazioni nell'uso del territorio*: fra maggio e luglio 2017 il branco ha modificato le sue abitudini, spostandosi in un'area tradizionalmente poco frequentata: ciò ha, ovviamente, complicato il processo di ricerca degli escrementi.

Alcuni mesi hanno fornito una quantità di dati maggiore di altri; nonostante questo, la precisione del campione analizzato risulta complessivamente adeguata. Rendezvous e transetti sono equamente rappresentati come numero di escrementi raccolti. Gli escrementi raccolti nei siti di rendezvous non sono stati attribuiti con certezza agli adulti o ai cuccioli sulla base del diametro della fatta, in quanto anche gli individui adulti possono talvolta produrre escrementi di piccole dimensioni (Ciampichini, 2006).

Bias legati al luogo di raccolta

Il luogo e la modalità di raccolta degli escrementi possono influenzare i risultati ottenuti dallo studio della dieta: è quindi opportuno valutare i *bias* legati al campionamento (Steenweg *et al.*, 2015).

Il principale *bias* legato alla raccolta nei siti di rendezvous è quello dell'autocorrelazione, dovuto alla presenza di numerose fatte risultanti dal consumo dello stesso individuo preda. Ciò dipende sia dalla notevole quantità di tempo che gli individui trascorrono al rendezvous, sia dalla modalità di alimentazione dei cuccioli, nutriti con cibo rigurgitato dagli adulti (Mech&Boitani 2003).

Nel periodo invernale sono state identificate due aree boschive in cui l'elevata concentrazione di escrementi presenti suggeriva un'intensa frequentazione dell'area come sito di riposo. Una delle due aree coincideva con un rendezvous estivo: lo stato di conservazione delle fatte al momento della raccolta (maggio) suggeriva un uso intensivo ma concentrato nei precedenti mesi invernali. Nell'altro caso, invece, la raccolta è stata effettuata a marzo: la presenza sia di escrementi "vecchi" che "freschi" suggeriva un utilizzo prolungato e recente. Come nel caso dei rendezvous, i dati ricavati in questi siti di riposo possono presentare il *bias* dell'autocorrelazione: tuttavia, dopo aver verificato l'assenza di differenze significative, si è scelto di accorparli ai dati dei transetti a causa del diverso periodo di raccolta rispetto alle fatte del rendezvous.

Gli escrementi raccolti su siti di predazione vengono considerati particolarmente soggetti a *bias* da Steenweg *et al.* (2015): poiché di solito le carcasse appartengono a specie di grandi dimensioni, più facili da identificare, esse risulterebbero sovrastimate nella dieta. Ciò risulta vero se applicato a predazioni di selvatico, presso le quali i lupi tendono a fermarsi per un numero elevato di ore (Demma *et al.*, 2007). Tuttavia, nella nostra area di studio le predazioni considerate riguardano il bestiame domestico: il tempo di permanenza presso le carcasse è generalmente limitato, a causa del disturbo legato alla presenza dell'uomo. Poiché il processo di deposizione delle fatte inizia circa 8 ore dopo il pasto (Floyd *et al.*, 1978), nella nostra area di studio il contenuto delle fatte raccolte su siti di predazione riguarda generalmente la preda precedente, eliminando quindi la fonte di *bias*.

Poiché la dieta risultante dai transetti e dai rendezvous può essere diversa, i due set di dati sono stati trattati separatamente, come raccomandato da Steenweg *et al.* (2015).

5.1.2 Analisi di laboratorio

Durante le analisi di laboratorio si è scelto di considerare unicamente la componente macroscopica; Reynolds&Aebischer (1991) sottolineano come questo processo possa portare a una sottostima di alcune categorie alimentari (es. uccelli) i cui resti indigesti sono strutturalmente diversi da quelli dei mammiferi. Poiché l'avifauna è raramente rappresentata nella dieta in Lessinia (n=2), si è scelto di non considerare la componente microscopica, in analogia a quanto effettuato da Ciucci *et al.* (1996).

Nel corso dell'analisi si sono considerate solo le categorie alimentari dotate di apporto nutritivo: ciò è particolarmente dibattuto per la componente "vegetazione". Le graminacee, in particolare, sembrano essere utilizzate per indurre il vomito e ripulire l'intestino (Peterson&Ciucci, 2003). Pantalano&Lovari (1993) sottolineano inoltre come la componente vegetale, soprattutto se presente in percentuali ridotte, potrebbe essere ingerita in maniera non intenzionale mentre l'animale si nutre di altre prede. Oltre a questo, può talvolta risultare difficoltoso discriminare tra la vegetazione contenuta effettivamente nella fatta e quella raccolta per sbaglio dall'operatore. Per questi motivi si è scelto di escludere la categoria "vegetazione" dall'analisi della dieta.

Negli ungulati selvatici la distinzione fra classi d'età è effettuata utilizzando le caratteristiche microscopiche del pelo, che permettono di distinguere i piccoli fino alla prima muta (<5 mesi) (Ciucci *et al.*, 1996). Un altro metodo è quello introdotto da Mattioli *et al.* (1995), che permette di distinguere le classi d'età fino a 12 mesi utilizzando il grado di ossificazione dei frammenti ossei presenti nell'escremento.

A causa della mancanza di esperienza pregressa del gruppo di ricerca la distinzione fra classi d'età degli ungulati non è stata effettuata per il presente lavoro. Ciò rappresenta probabilmente il principale limite di questa ricerca; le implicazioni legate al calcolo della biomassa saranno discusse nel paragrafo successivo.

5.1.3 Metodi di analisi: *bias* e problematiche

In un contesto di notevole conflitto uomo-lupo come quello della Lessinia risulta fondamentale sottolineare come **ogni metodo di analisi della dieta rappresenta una stima**, caratterizzata da specifici limiti e problematiche (Klare *et al.*, 2011). L'utilizzo contemporaneo di più metodi permette di valutare i *bias* di ognuno (Ciucci *et al.*, 1996), l'utilizzo del *bootstrapping* permette di quantificare l'errore standard, ma l'esatta composizione della dieta rimane comunque sconosciuta.

Nel presente lavoro sono stati utilizzati il metodo della frequenza delle occorrenze e il calcolo della biomassa: il primo, infatti, risulta essere il più frequentemente utilizzato, fondamentale per una comparazione fra studi diversi; i risultati forniti dal secondo, invece, vengono generalmente considerati un'approssimazione migliore della dieta,

seppur anch'essi soggetti a *bias* (Klare *et al.*, 2011). La principale discrepanza fra le due tecniche è che la frequenza tende a sovrastimare gli animali di piccola taglia e le componenti rare (Ciucci *et al.*, 1996), mentre la biomassa pone in maggior rilievo gli animali di grandi dimensioni corporee (Corbett, 1989).

Nel calcolo della frequenza delle occorrenze le componenti rare (<3%) non sono state considerate: questo procedimento permette di ottenere risultati più simili a quelli ottenuti con i metodi quantitativi (Klare *et al.*, 2011), bilanciando il *bias* del diverso rapporto superficie:volume legato alla dimensione corporea della specie preda (Floyd *et al.*, 1978). Il procedimento contribuisce inoltre a ridurre la sovrastima di alcuni tipi di pelo dovuta a un passaggio più lento attraverso l'apparato digerente. Il passaggio del cibo fra stomaco e intestino è infatti regolato dalla valvola pilorica (Peterson&Ciucci, 2003): peli particolarmente lunghi e rigidi, quali le setole di cinghiale, possono rimanere intrappolati più a lungo nello stomaco e distribuirsi quindi in un maggior numero di fatte. A questo proposito risulta interessante sottolineare come sia stata rilevata una correlazione tra la presenza nell'escremento di setole di cinghiale e di vegetazione (in particolare graminacee): ciò sembra supportare l'ipotesi dell'uso del materiale vegetale per ripulire l'intestino.

Il metodo della biomassa non è stato applicato agli escrementi raccolti nei siti di rendezvous, non essendo possibile distinguere tra fatte degli adulti e dei cuccioli. I *feeding trials* in cattività sono sempre stati effettuati su animali adulti o subadulti; l'assunto che il rapporto tra ingestione e assimilazione dei cuccioli sia lo stesso di quello degli adulti non è mai stato verificato. Inoltre, come già menzionato, dopo lo svezzamento i cuccioli vengono alimentati con cibo rigurgitato dagli adulti: ciò, ovviamente, incrementa l'autocorrelazione fra gli escrementi. Il rapporto tra materiale digeribile e indigeribile fornito ai piccoli può inoltre essere molto diverso da quello calcolato per gli adulti.

Per ottenere una stima accurata della biomassa ingerita risulta fondamentale il calcolo dell'*adjusted weight*, generalmente effettuato utilizzando la proporzione giovani/adulti ricavata dall'analisi degli escrementi (Corbett, 1989). Poiché questo dato non è disponibile per il presente studio, si è scelto di utilizzare il rapporto giovani/adulti ricavato dai censimenti (capriolo, camoscio) o, se non disponibile, dalla bibliografia (cervo). Ciò comporta una distorsione, in quanto numerosi studi hanno dimostrato come la predazione da parte dei lupi si concentri soprattutto sugli individui più giovani, che vengono selezionati attivamente in proporzione maggiore alla disponibilità (Gazzola *et al.*, 2005; Capitani *et al.*, 2004; Mattioli *et al.*, 1995). Tuttavia, l'utilizzo del peso medio dell'adulto per il calcolo della biomassa, invece che l'*adjusted weight*, avrebbe comportato una sovrastima ancora maggiore. Si sottolinea quindi che nel presente lavoro la biomassa consumata riferita agli ungulati selvatici è probabilmente sovrastimata. Nell'eventualità di studi futuri, si raccomanda la distinzione fra classi d'età e l'applicazione della retta di regressione separatamente per giovani e adulti, in analogia con quanto effettuato da Ciucci *et al.* (2018).

Il calcolo dell'*adjusted weight* per la specie *Bos taurus* risulta invece accurato, poiché derivato dai dati reali delle predazioni ai danni di domestico. Per ogni singolo capo predato è stato possibile ricostruire l'età esatta dell'animale e le condizioni generali di

salute al momento del decesso: il valore ottenuto come *adjusted weight* risulta quindi più accurato di quelli utilizzati tradizionalmente.

5.2 Analisi della dieta

La dieta del lupo in Lessinia presenta caratteristiche anomale rispetto a quanto riscontrato in precedenti studi svolti nelle Alpi Occidentali (Ciampichini, 2006; Regine, 2008). In un panorama italiano in cui il consumo di ungulati selvatici risulta prevalere nettamente su quello dei domestici (Mattioli *et al.*, 1995; Capitani *et al.*, 2004; Gazzola *et al.*, 2005), la Lessinia mostra una chiara controtendenza: nel periodo di studio considerato, infatti, ungulati selvatici e domestici risultano equamente rappresentati nella dieta. L'alimentazione del lupo in Lessinia risulta quindi essere una via di mezzo tra il contesto nord americano, in cui il consumo si concentra su prede selvatiche (Peterson&Ciucci, 2003) e alcuni studi iberici, in cui la dieta risulta costituita esclusivamente da bestiame domestico (Vos, 2000).

5.2.1 Dieta annuale e variazioni stagionali

Dal punto di vista della disponibilità di prede, la Lessinia rappresenta un contesto multi-preda in cui la presenza di più specie di ungulati selvatici è associata a una elevatissima densità di ungulati domestici in condizioni di pascolo brado.

Ciò si rispecchia nella dieta: analizzando complessivamente i dati per l'intero periodo di campionamento, si osserva come gli ungulati selvatici e domestici siano equamente consumati. Tuttavia, mentre il consumo dei selvatici risulta suddivisa fra le varie specie presenti (capriolo, camoscio, cinghiale e cervo), quello ai danni del domestico è concentrato quasi esclusivamente sulla specie *Bos taurus*. Sia in estate che in inverno il bovino rappresenta sempre la categoria più consumata, sia in termini di frequenza che in termini di biomassa, con l'unica eccezione costituita dal sito di rendezvous RVT16. Ciò rappresenta una situazione unica nel contesto italiano, in cui il consumo su domestico risulta generalmente concentrato sugli ovi-caprini (Meriggi&Lovari, 1996; Ramanzin&Sturaro 2015). La percentuale di bovino riscontrata in questo lavoro, inoltre, risulta significativamente più alta di quella registrata in precedenti studi sulle Alpi (es. Gazzola *et al.*, 2005) e sull'Appennino (Ciucci *et al.*, 2018).

Negli escrementi contenenti più di una tipologia di pelo, si è inoltre registrata un'associazione significativa tra le categorie "ungulato selvatico" e "ungulato domestico". Si sottolinea che il tempo a disposizione del branco per cibarsi degli ungulati domestici uccisi è generalmente limitato, a causa del disturbo antropico; ciò potrebbe quindi contribuire a spiegare l'associazione osservata.

Le differenze riscontrate tra le diverse stagioni analizzate (estate 2016, inverno 2016-17, estate 2017) risultano statisticamente significative. Per quanto riguarda gli ungulati selvatici, capriolo (*Capreolus capreolus*) e camoscio (*Rupicapra rupicapra*) sono le

specie più abbondanti nell'area di studio, e risultano essere anche quelle maggiormente consumate.

Queste due specie presentano entrambe punti di forza e debolezza per quanto riguarda l'interazione col lupo. Il comportamento elusivo e generalmente poco gregario del capriolo diminuisce la sua *detectability* (§1.3.2); tuttavia, esso risente maggiormente del rigore dell'inverno e della presenza di neve al suolo, che ne limita le possibilità di fuga. Al contrario, il camoscio presenta uno spiccato comportamento gregario, bilanciato però da una più efficace modalità di fuga (su terreni ripidi e accidentati) e da una minore sovrapposizione di habitat con il predatore (Gazzola *et al.*, 2005; Meriggi *et al.*, 2011). Non essendo disponibili stime accurate della densità degli animali all'interno del Parco della Lessinia, non è stato possibile verificare la presenza di una selezione per l'una o per l'altra specie.

Il cervo (*Cervus elaphus*) compare nella dieta solo in traccia (< 3%), nonostante una notevole sovrapposizione di habitat con il predatore e una maggiore dimensione corporea, che ne aumenta la *detectability*. Ciò è facilmente spiegabile considerando l'abbondanza relativa della specie: nonostante la mancanza di stime precise, a un livello qualitativo è possibile affermare che la densità dei cervi nell'area di studio è ancora piuttosto bassa.

A differenza degli altri ungulati selvatici, la presenza del cinghiale (*Sus scrofa*) nella dieta è soggetta a una marcata oscillazione stagionale, risultando presente quasi esclusivamente in inverno. I dati dello *snowtracking*, del fototrappolaggio, gli avvistamenti e la localizzazione delle predazioni fanno supporre un periodico abbassamento di quota da parte del branco nel periodo invernale, aumentando quindi la sovrapposizione di habitat con i cinghiali. Nel periodo invernale, inoltre, l'area degli alti pascoli è adibita a comprensorio sciistico, risultando quindi assiduamente frequentata da turisti e sciatori; l'elevata presenza antropica, la presenza di copertura nevosa, il comportamento "nomade" e gregario tipico del periodo invernale (§5.2.4) potrebbero influenzare l'abbassamento di quota del branco.

A differenza di quanto riportato da Vos (2000), l'analisi della dieta ha permesso di identificare tutte le specie domestiche di cui era stata denunciata la predazione da parte degli allevatori. Facendo un confronto tra la proporzione di animali uccisi, risultanti dai verbali dei sopralluoghi, e l'analisi della frequenza di occorrenza, si osserva una sottostima dell'ovino (*Ovis aries*) rispetto al bovino (*Bos taurus*). Ciò è probabilmente collegato al diverso rapporto fra numero di attacchi e numero di capi interessati dalla predazione: nel caso dei bovini, ogni evento predatorio riguarda generalmente un unico animale, mentre nel caso degli ovini gli attacchi riguardano più animali contemporaneamente. Il consumo delle pecore è quindi limitato a pochi eventi: si ipotizza che questo diminuisca la probabilità di riuscire a rintracciare gli escrementi corrispondenti durante la raccolta.

Anche nel caso degli ungulati domestici si osserva una variazione stagionale: il consumo estivo è concentrato sulle specie presenti in alpeggio, quindi bovino (*Bos taurus*) e ovino (*Ovis aries*). Nel periodo invernale, l'abbassamento di quota sopra menzionato porta i lupi a predare anche nei pascoli autunnali, situati vicino ai centri aziendali, dove spesso vengono custodite specie meno presenti in alpeggio, quali equidi e caprini. Entrano quindi a far parte della dieta anche specie assenti durante il periodo estivo, quali l'asino (*Equus asinus*) e la capra (*Capra hircus*).

Un'oscillazione stagionale legata al letargo si verifica anche per i roditori, che costituiscono il 5-10% della dieta in termini di frequenza delle occorrenze. Durante l'estate la marmotta (*Marmota marmota*) risulta il roditore maggiormente consumato; pur non essendo mai state effettuate delle stime accurate della densità di questa specie, essa è sicuramente molto abbondante nei pascoli estivi. Il consumo dei roditori risulta particolarmente elevato durante l'estate 2016; si ricorda tuttavia che nel valutare l'importanza relativa di questa categoria bisogna sempre considerare la sovrastima degli animali di taglia piccola, che costituisce un *bias* specifico del metodo della frequenza delle occorrenze.

Ulteriori categorie quali la talpa (*Talpa europaea*), la lepre (*Lepus europaeus*), il cane (*Canis lupus familiaris*) compaiono solo occasionalmente nella dieta, e vanno quindi considerate accidentali. I peli di lupo ritrovati all'interno delle fatte sono stati attribuiti al fenomeno del *grooming*, e quindi non considerati durante l'analisi.

Il consumo del domestico

Come sopra menzionato, un consumo così elevato di bovini risulta anomalo nel contesto delle Alpi e, per quanto è stato possibile verificare, anche nel panorama italiano. In Piemonte, Gazzola *et al.* (2005) riporta un consumo di ungulati domestici (pecore, capre e bovini) che ammonta al 0,3% durante l'inverno e al 19,0% durante l'estate. Meriggi *et al.* (2011), in una *review* di 20 studi della dieta effettuati in tutta Italia, riporta per le Alpi una frequenza di occorrenze massima del 28,3%; negli Appennini settentrionali questo valore sale fino a 59,5%. In questo caso, tuttavia, il consumo era limitato quasi esclusivamente agli ovi-caprini, mentre bovini e equidi comparivano solo occasionalmente (Schenone *et al.*, 2004). Gazzola *et al.* (2008), in uno studio sulle predazioni ai danni di domestico in provincia di Arezzo, riporta un numero di attacchi simile per bovini e ovini; il numero di pecore uccise, tuttavia, è cinque volte superiore.

Questa differenza sostanziale fra il panorama italiano e la nostra area di studio va interpretata alla luce delle peculiarità specifiche della Lessinia. Il sistema zootecnico riveste un ruolo centrale nell'economia dell'area, in particolare per quanto riguarda gli allevamenti di vacche da latte (Ramanzin&Sturaro, 2015): la densità di animali presenti in alpeggio durante i mesi estivi è estremamente elevata. La monticazione è effettuata con pascolo brado o semibrado, senza confinamento notturno; la presenza dell'allevatore è limitata.

Come già indicato da Gazzola *et al.* (2008), le predazioni sono concentrate sulle categorie più vulnerabili, in particolare sugli individui giovani (vitelli, manze) e sulle razze di temperamento più tranquillo, come le frisone. L'attitudine del bovino può spesso influenzare il successo o meno dell'evento predatorio (Fig.5.1). In più di un'occasione si è potuto osservare uno o più lupi avvicinarsi a vacche adulte, spesso accompagnate dal vitello, e rinunciare a causa del deciso comportamento di difesa dell'animale.

L'elevato consumo di bovini in Lessinia è quindi interpretabile sia in termini di abbondanza che di accessibilità. Alla luce di quanto esposto da Huggard (1993b), la densità, la sovrapposizione di habitat e la vulnerabilità dei bovini è estremamente elevata. Mentre per gli ungulati selvatici il tasso di predazione dipende principalmente



Figura 5.1: Un deciso comportamento di difesa può talvolta scoraggiare il predatore. Il lupo ritratto nelle foto si è allontanato subito dopo il terzo scatto rappresentato (Sequenza di foto di Luca Signori).

dall'*encounter rate*, in specie gregarie il lupo può applicare il cosiddetto “*targeted hunting*” (Meriggi *et al.*, 2011): la tendenza delle mandrie a pascolare sempre negli stessi luoghi incrementa la possibilità di venire individuato dal predatore, che può quindi concentrarsi sugli individui più vulnerabili (giovani o debilitati, ad esempio dal parto).

Come già menzionato, nella nostra area di studio non è stato possibile effettuare un vero e proprio studio sulla selezione delle specie preda (consumo/disponibilità). Nonostante questo, l'assunzione che gli ungulati selvatici costituiscano sempre la preda preferita indipendentemente dalla maggiore abbondanza di ungulati domestici (Gazzola *et al.*, 2005) non trova riscontro nella nostra area di studio.

In Lessinia, la riduzione del numero di predazioni ai danni di ungulati domestici rappresenta il punto di partenza per la riduzione del conflitto tra allevatori e lupo, e risulta quindi essenziale per la sopravvivenza della specie nell'area. Non potendo modificare la densità dei bovini al pascolo, sarà necessario concentrare gli sforzi nel ridurre l'accessibilità del domestico da parte del predatore.

5.2.2 Dieta risultante dai transetti

L'analisi del set di dati raccolto mediante transetti conferma sostanzialmente quanto sopra riportato; tuttavia, poiché gli escrementi appartengono agli individui adulti, si riduce notevolmente il problema dell'autocorrelazione tra le fatte. I bovini rappresentano sempre la categoria più consumata, sia con il metodo della frequenza che con quello della biomassa; capriolo, camoscio e cinghiale sono gli ungulati selvatici più consumati, quest'ultimo soggetto a oscillazione stagionale.

Se confrontato con la frequenza, il metodo della biomassa tende a dare maggior rilievo alle specie di grandi dimensioni corporee (>100kg) rispetto a quelle di taglia minore (Weaver, 1993). Ciò risulta evidente dall'analisi dei grafici 3.9, 3.10 e 3.11: il consumo di bovino, asino e cervo risulta amplificato dalla biomassa, mentre i cervidi di piccole dimensioni compaiono con percentuali minori rispetto a quelle indicate dalla frequenza. Nonostante queste differenze, l'analisi mediante correlazione fra ranghi conferma una significativa concordanza fra i due metodi.

Si sottolinea nuovamente come, non essendo stato ricavato il rapporto fra giovani e adulti, la stima della biomassa degli ungulati selvatici risulta meno accurata di quella dei domestici. Nel caso del cinghiale, in particolare, la scelta di utilizzare il peso dell'adulto nel calcolo della biomassa può essere risultata particolarmente fuorviante. Uno studio di Mattioli *et al.* (1995) ha infatti accertato come nelle Foreste Casentinesi il consumo di cinghiale si concentrasse quasi esclusivamente sulle classi giovani, in particolare i cosiddetti “rossi” (6-12 mesi); la percentuale di adulti (>40kg) in questo studio non superava il 6%. Questi valori, tuttavia, risultano variabili a seconda del contesto in cui è effettuato lo studio: ad esempio, in una delle aree considerate da Capitani *et al.* (2004) la percentuale di “rossi” presenti nella dieta scendeva al 42%. Per quanto riguarda la Lessinia, i dati sulle predazioni di cinghiale raccolti negli ultimi anni sembrano supportare l'ipotesi di una selezione degli individui più giovani (Valbusa, Parricelli com.

pers.). Tuttavia, in mancanza di conferme oggettive di questo fenomeno, si è preferito adottare un approccio cautelativo.

Confrontando la proporzione fra ungulati selvatici, domestici e roditori consumati nelle diverse stagioni, si osserva come l'estate 2016 presenti delle differenze rispetto agli altri due periodi. In particolare, la frequenza di occorrenza degli ungulati selvatici è pari a quella dei roditori; ciò è imputabile alla presenza di svariati campioni contenenti piccole quantità di peli di marmotta (*"equating of occurrence" bias*, Kelly, 1991). Le proporzioni fra macrocategorie risultano invece praticamente costanti fra l'inverno e l'estate 2017; la differenza fra i set di dati potrebbe essere imputabile a una variazione "fisiologica" della dieta, oppure essere influenzata dalle modalità di campionamento. Nell'estate 2016, infatti, la mancanza di esperienza pregressa ha sicuramente influenzato l'efficienza nella raccolta, risultando in un campione numericamente meno consistente. Il numero minore di escrementi analizzati è associato a un errore standard più elevato, che potrebbe contribuire a spiegare le differenze fra l'estate 2016 e gli altri due periodi.

Poiché bovini e ovini sono presenti in alpeggio soltanto durante il periodo estivo, e poiché il numero di predazioni ai danni di domestico denunciate nell'inverno è stato piuttosto limitato, ci si aspettava di osservare un drastico calo del consumo di queste specie durante il periodo invernale. La frequenza di occorrenza del bovino si riduce effettivamente fra l'estate e l'inverno, ma la fluttuazione negativa è estremamente contenuta: durante l'inverno il consumo di *Bos taurus* rappresenta ancora il 33,3%. Le implicazioni di questa osservazione verranno discusse in seguito (§5.2.5).

5.2.3 Dieta dei rendezvous

Le informazioni sulla dieta ottenute mediante la raccolta di escrementi nei siti di rendezvous vengono generalmente considerate meno affidabili, in quanto soggette al *bias* dell'autocorrelazione delle fatte. Nonostante siano presenti in bibliografia alcuni studi della dieta basati esclusivamente su escrementi raccolti presso le tane o i siti di rendezvous (es. Ballard *et al.*, 1987), studi recenti suggeriscono di effettuare un sottocampionamento di questo tipo di fatte, estraendone casualmente alcune che vengono accorpate a quelle raccolte lungo i transetti (Ciucci *et al.*, 2018).

Nella nostra area di studio si è scelto di non utilizzare questo procedimento, trattando separatamente i due set di dati. Riteniamo infatti che, nonostante il *bias* dell'autocorrelazione, lo studio della dieta dei rendezvous possa fornire informazioni preziose a livello qualitativo. L'utilizzo di una raccolta sistematica a intervalli regolari, pur non eliminando il problema connesso alla dipendenza dei dati, ha tuttavia permesso di allargare la finestra temporale considerata rispetto a quanto effettuato da precedenti studi, in cui la raccolta veniva effettuata solo dopo l'abbandono dell'area (es. Steenweg *et al.*, 2015).

I tre siti di rendezvous (RVT16, RVA16, RVS17) presentano differenze significative. Il bovino risulta la specie più consumata in due casi su tre; capriolo e camoscio sono sempre rappresentati, anche se con percentuali molto variabili. Nella dieta si riscontra sempre anche la presenza della marmotta o di altri roditori. Tuttavia l'analisi dei dati da un punto di vista quantitativo è fortemente inficiata dal *bias* dell'autocorrelazione.

Nell'analisi della dieta dei rendezvous ci si è quindi concentrati sulla proporzione relativa del consumo di ungulati selvatici, domestici e roditori. I tre siti presentano situazioni diametralmente opposte per quanto riguarda le proporzioni fra macrocategorie: nel sito RVT16, infatti, il consumo è incentrato quasi esclusivamente sugli ungulati selvatici; nel sito RVA16 selvatici e domestici sono parimente rappresentati, mentre il consumo di questi ultimi prevale nettamente nel RVS17. È doveroso sottolineare come la raccolta nel rendezvous RVT16 sia stata opportunistica, successiva all'abbandono dell'area da parte del branco: il numero di escrementi raccolti è quindi minore, oltre che concentrato in una finestra temporale ristretta. Il *bias* dell'autocorrelazione potrebbe essere quindi più rilevante per questo sito.

L'interpretazione di queste differenze così marcate fra i siti di rendezvous è trattata nel paragrafo successivo.

5.2.4 Confronto: dieta dei transetti e rendezvous

Lo studio della dieta nei transetti e nei rendezvous rispecchia due aspetti diversi del comportamento sociale del lupo durante il periodo estivo, collegati al diverso uso del territorio su base stagionale. Mech&Boitani (2003) distinguono due principali tipologie di spostamento: i movimenti invernali, “nomadi”, e i movimenti estivi, incentrati sul rendezvous. Il livello di aggregazione sociale del branco è fortemente influenzato da questa dinamica.

Precedenti studi nordamericani ed europei hanno approfondito queste differenze stagionali. Durante il periodo invernale, i branchi tendono a cacciare in maniera compatta, utilizzando l'intero *home range* con uno stile “rotazionale”, che permette sia di procurarsi il cibo sia di mantenere il controllo del proprio territorio (Jedrzejewski *et al.*, 2001). Nella nostra area di studio, l'abbassamento di quota delle predazioni ai danni del domestico, anche in aree tradizionalmente considerate a limiti dell'*home range*, potrebbe derivare da questo comportamento. In studi americani il periodo estivo è caratterizzato da un minor grado di aggregazione; gli individui tendono generalmente a cacciare in maniera solitaria (Demma *et al.*, 2007). L'uso del territorio è variabile: i movimenti del branco risultano incentrati attorno al rendezvous, ma esistono differenze significative in base allo status sociale. Gli individui dominanti, e alcuni degli altri membri del branco, frequentano il rendezvous quotidianamente, prendendosi cura della cucciolata. In altri casi, tuttavia, gli individui non riproduttori possono allontanarsi dal rendezvous anche per periodi di tempo prolungati (Demma&Mech, 2009).

Le considerazioni sopra riportate aiutano a interpretare le differenze fra la dieta derivata dai transetti e quella dei rendezvous. Si sottolinea tuttavia che, in assenza di animali radiocollari nell'area di studio, si può soltanto assumere che il comportamento del branco rispecchi quello dei contesti americani ed est-europei; questa ipotesi, tuttavia, non è verificabile in maniera oggettiva. Alla luce di quanto sopra riportato, la dieta invernale derivata dai transetti rispecchierebbe la fase “nomade” di aggregazione degli adulti. Durante il periodo estivo, invece, gli escrementi raccolti nei siti di rendezvous forniscono informazioni sia sulla dieta dei cuccioli, sia degli adulti che se ne prendono cura. La dieta dei transetti estivi, invece, è associata a quegli individui che trascorrono meno tempo al rendezvous, oltre che ai riproduttori (e non) che si allontanano per cacciare.

La discrepanza fra i dati dei transetti e quelli del rendezvous può quindi dipendere da problemi metodologici (quali autocorrelazione tra le fatte del rendezvous, numerosità del campione troppo piccola, ecc.) o da differenze reali fra i due tipi di dieta. Steenweg *et al.*, (2015) sottolinea come la dieta del rendezvous rappresenti i tipi di preda che gli adulti decidono di portare ai cuccioli; ciò non coincide necessariamente con quanto da loro consumato. Ciò risulta abbastanza evidente analizzando i grafici 3.17 e 3.18: alcune categorie risultano infatti esclusive dell'uno o dell'altro set di dati. I roditori risultano più abbondanti nei transetti, avvalorando l'ipotesi di Steenweg *et al.*, (2015) che li ritiene "cibo opportunistico" consumato durante gli spostamenti. Le occorrenze di roditori nelle fatte del rendezvous sono imputabili sia a un consumo da parte dei cuccioli, sia a un consumo "in viaggio" da parte degli adulti prima di tornare al rendezvous.

Localizzazione del rendezvous e impatto sulla dieta

Steenweg *et al.*, (2015) ipotizza che le fatte del rendezvous siano soggette a un *bias* legato alla localizzazione degli eventi predatori: le prede consumate vicino al sito di rendezvous avrebbero maggiore probabilità di venire portate ai cuccioli, e si ritroverebbero quindi in misura maggiore all'interno della dieta.

Questa considerazione trova forte evidenza nel nostro lavoro. I tre siti di rendezvous analizzati sono associati a un consumo di domestico via via crescente; contemporaneamente, i siti risultavano localizzati in aree con un impatto antropico progressivamente maggiore. Il primo sito, RVT16, era infatti localizzato in un'area boschiva poco frequentata; i bovini che pascolavano nelle vicinanze appartenevano a una razza che manifesta un forte comportamento di difesa. Il secondo rendezvous, RVA16, era anch'esso situato in un'ampia area boschiva, relativamente lontano dalla presenza antropica. Nei pascoli più prossimi al rendezvous erano ospitate varie razze di bovini, di temperamento più o meno mansueto. Il terzo sito, RVS17, è stato localizzato solo a tarda estate, in quanto situato in un'area poco frequentata negli anni precedenti e considerata poco adatta alle prime fasi di vita dei cuccioli. Al contrario di quanto riportato in altri studi (Theuerkauf *et al.*, 2003; Capitani *et al.*, 2006), e diversamente dagli anni precedenti, il rendezvous era localizzato in un'area ad elevato impatto antropico, con presenza quotidiana di persone a poca distanza dal sito e frequente passaggio di autoveicoli. In analogia con quanto rilevato da Thiel *et al.* (1998), i lupi hanno quindi dimostrato una maggiore tolleranza del disturbo antropico di quanto si ritenesse possibile. La razza bovina presente nei pascoli adiacenti presentava uno scarso comportamento di difesa; l'accesso al bosco, seppur vicino, era ostacolato dalla presenza di elementi antropici.

Si ritiene quindi che le diversità della dieta riscontrate fra i tre siti siano imputabili in primo luogo alla localizzazione del rendezvous, e in secondo luogo alla razza bovina presente in prossimità del sito, caratterizzata da un comportamento di difesa più o meno efficiente. Steenweg *et al.* (2015) sottolinea l'importanza della finestra temporale durante la quale vengono raccolti gli escrementi; in particolare, la raccolta nel sito di RVT16 è riferita al mese di agosto, mentre quella nei siti RVA16 e RVS17 al periodo settembre-novembre. Poiché è stato riscontrato in numerosi studi che i piccoli di ungulato selvatico possono rappresentare una consistente parte della dieta (es. Capitani *et al.*, 2004), e che la loro vulnerabilità è maggiore nei primi mesi di vita, la raccolta in periodi diversi può aver

influenzato il maggior consumo di capriolo riscontrato in RVT16. Tuttavia, le differenze presenti tra RVA16 e RVS17, in cui la raccolta è stata effettuata negli stessi mesi, portano a supporre che la localizzazione del rendezvous in zone di maggiore o minore abbondanza di domestici, e la loro vulnerabilità, siano i due fattori che influenzano maggiormente le diversità riscontrate.

Localizzazione del rendezvous e predazioni

Come riscontrato in uno studio nella foresta di Bialowieza (Jedrzejewski *et al.*, 2001), la variazione mensile delle distanze percorse giornalmente dai lupi radiocollari sembra soggetta a un ciclo annuale, legato in particolar modo alla riproduzione. I movimenti risultano minimi durante le prime fasi di vita dei cuccioli, aumentando in agosto-settembre, probabilmente per far fronte al maggior fabbisogno energetico dei cuccioli; le distanze percorse calano nuovamente in ottobre, periodo in cui i cuccioli iniziano a spostarsi insieme agli adulti ma non hanno ancora la capacità di “tenere il passo” (Jedrzejewski *et al.*, 2001). Questo pattern annuale coincide in maniera sorprendente con la distribuzione degli attacchi ai danni di bestiame domestico evidenziata da Gazzola *et al.* (2008), e con quanto riscontrato dalla presente ricerca. In entrambe le aree di studio il picco delle predazioni avviene nei mesi di giugno e luglio, cala in agosto-settembre, e aumenta nuovamente in ottobre. I mesi che registrano un maggior numero di predazioni sembrano dunque coincidere con i periodi di minor mobilità dei lupi. (È doveroso tuttavia sottolineare che i dati delle predazioni analizzate per questa tesi fanno riferimento a metà estate 2016 e metà estate 2017. La fusione dei dati di due diverse annate costituisce una fonte di *bias*: studi futuri potranno ovviare all'inconveniente considerando le singole estati.)

Come già menzionato, durante il periodo estivo i movimenti degli adulti sono ridotti e incentrati attorno al rendezvous: di conseguenza, anche la zona di caccia graviterà attorno a questo sito. Da quanto riscontrato nella presente ricerca sembra possibile effettuare una generalizzazione: se, infatti, nell'area è presente un'elevata percentuale di selvatico, la predazione sarà maggiormente orientata su questa categoria. Se, al contrario, il rendezvous è situato in un'area di elevata concentrazione di domestico, e in particolare delle razze più vulnerabili, essere risulteranno essere maggiormente predate. Nella nostra area di studio, quindi, la localizzazione del rendezvous sembra influenzare il numero di predazioni ai danni di domestico, e di conseguenza riveste un ruolo fondamentale nella gestione del conflitto con la zootecnia. Viceversa, la distribuzione spaziale delle predazioni può fornire informazioni preziose per la localizzazione dei siti di rendezvous.

5.2.5 Scavenging e caching

Per comprendere correttamente i risultati forniti dallo studio della dieta è fondamentale ricordare come **uno studio di questo tipo fornisce informazioni sul tipo di prede consumate da parte del lupo, ma non fornisce informazioni su come il cibo è stato procacciato**. Una determinata categoria alimentare può entrare a far parte della dieta sia perché predata attivamente, sia perché morta per altre cause (naturali, antropiche, predazione da altri carnivori, ecc) e successivamente consumata dal lupo.

L'assunzione sopra riportata risulta fondamentale per interpretare l'anomalia del domestico riscontrata nei mesi invernali. Come riportato nei risultati, infatti, l'analisi di alcuni escrementi ritrovati nei mesi di gennaio e febbraio indica con chiarezza la presenza di un consumo di bovino anche in un periodo in cui non erano state denunciate predazioni. Questo fenomeno può essere interpretabile alla luce dei comportamenti di *scavenging* e di *caching* (§1.3.1) tipici dell'ecologia alimentare del lupo. In particolare, si ipotizza che la presenza di bovino nella dieta in un periodo di assenza di predazioni sia imputabile a una combinazione dei seguenti fattori:

- *Scavenging*: in almeno un caso nel corso dell'inverno 2017, dopo aver osservato il branco allontanarsi da una determinata area, si è seguito a ritroso la pista lasciata sulla neve. Essa conduceva alla carcassa di un vitellino neonato, la quale presentava evidenti segni di consumo da parte dei lupi; in prossimità di essa era presente un escremento. Il fatto è avvenuto a quote più basse rispetto a quelle frequentate durante il periodo estivo, in prossimità dei pascoli di alcune aziende agricole. Si evidenzia che durante il periodo invernale normalmente le bovine vengono allevate all'interno degli allevamenti e non viene praticato il pascolo libero. Nello stesso periodo inoltre non veniva denunciato alcun episodio di predazione a danno di bovini allevati.
Si ritiene possibile che i lupi si siano abituati a sottrarre le carcasse dei vitelli neonati, non ancora identificati, la cui morte non viene registrata da parte degli allevatori e che si ritiene probabile vengano abbandonate in prossimità delle aziende agricole. Si sottolinea che, nonostante vi siano evidenze a favore di tale fenomeno, esso risulta di difficile rilevazione e identificazione da parte degli organismi competenti; pertanto, fino al momento in cui non esisteranno prove oggettive al riguardo, esso rimane una semplice ipotesi, ancorché assai probabile.
- *Recupero di predazioni precedenti*: in Lessinia le modalità di smaltimento delle carcasse degli animali morti per cause naturali o per predazione sono principalmente due: lo smaltimento da parte di aziende competenti o, qualora il recupero fosse difficoltoso, l'interramento. Poiché lo *scavenging* è un comportamento tipico dei lupi, si ritiene probabile che queste carcasse, recuperate, possano costituire un'ulteriore fonte di cibo aggiuntiva. In almeno un caso, infatti, è stata osservata una pista di lupo su neve che si dirigeva con precisione nel punto in cui, durante l'estate, era stata interrata la carcassa di un bovino predato. In corrispondenza del punto, la neve risultava smossa, il terreno scavato, e si poteva osservare la presenza di alcune ossa. La pista successivamente si allontanava; poco più avanti, essa svoltava bruscamente, dirigendosi con decisione verso un altro punto in cui erano stati abbandonati lo scheletro e la pelle di un altro animale predato e consumato in maniera molto maggiore. Anche qui, la neve risultava smossa con presenza di ossa scoperte (Signori L., com.pers.)
- *Caching*: il fenomeno del *caching*, poco documentato in letteratura, risulta estremamente difficile da provare in maniera oggettiva. La presenza di un escremento di febbraio contenente pelo estivo di cervo potrebbe far propendere per questo fenomeno; tuttavia, poiché alcuni animali vecchi e debilitati possono ritardare o non effettuare la muta, ciò non può essere verificato con certezza.

In almeno un'occasione nell'area di studio è stato osservato un individuo dirigersi con decisione verso un determinato punto, scavare, e allontanarsi in un'altra direzione con qualcosa in bocca. La distanza, tuttavia, non ha permesso di verificare con esattezza la natura dell'oggetto, e l'episodio ha quindi soltanto valore di aneddoto.

Oltre a quanto sopra considerato, la presenza "anomala" di bovino nella dieta durante il periodo invernale può essere imputata agli animali considerati "dispersi" al termine dell'alpeggio, e che quindi potrebbero essere stati oggetti di predazione successiva. Nella nostra area di studio e nell'inverno considerato è tuttavia risultato mancante un unico animale (in particolare, una manza frisona) (Borghetti, T. com.pers.). Poiché escrementi "freschi" contenenti pelo di bovino sono stati raccolti sia a gennaio, che febbraio, che a marzo, e poiché la diversa colorazione dei peli permette di affermare la loro provenienza da bovini di almeno due razze diverse, si ritiene che la presenza di capi mancanti non possa essere ritenuta l'unica causa del fenomeno.

L'incremento dello sforzo di campionamento in alcune aree precedentemente non controllate può contribuire a spiegare l'elevato numero di occorrenze di bovino registrate a marzo. Pur considerando questa sovrastima, si osserva come, analizzando il consumo mensile di biomassa di bovino, il valore trovato per i mesi con copertura nevosa e assenza di predazioni risulta simile come quantità a quello degli altri periodi. Si ipotizza che il fenomeno sia imputabile a una concomitanza di cause sopra riportate; ulteriori studi si rendono necessari per stimare quantitativamente la portata del fenomeno.

La presenza di ungulati domestici nella dieta legata a cause diverse dalla predazione sembra essere poco studiata nel panorama italiano. Da quanto è stato possibile approfondire, soltanto Ciucci *et al.* (2018) ha ipotizzato che la presenza di bovino adulto negli escrementi raccolti nel Parco Nazionale del Pollino fosse imputabile a un consumo di individui morti durante l'inverno, le cui carcasse venivano abbandonate nei pascoli.

La situazione della Lessinia potrebbe risultare affine a quella descritta da Morehouse&Boyce (2011) in uno studio condotto in Canada, in una regione in cui l'allevamento di bovini risulta essere la principale attività economica. Gli autori hanno infatti osservato una variazione stagionale della dieta: durante i mesi invernali gli ungulati selvatici costituivano la categoria alimentare più consumata, mentre durante quelli estivi la dieta risultava incentrata sul domestico. Nel periodo di pascolo estivo, infatti, i bovini costituivano il 74% della dieta in termini di biomassa. Lo *scavenging* nell'area costituiva una componente importante dell'ecologia alimentare dei lupi, ammontando al 8% della dieta estiva e al 19% di quella invernale. In quest'ultimo caso, le carcasse venivano generalmente recuperate in corrispondenza dei "boneyards", luoghi in prossimità delle aziende agricole dove gli allevatori abbandonano gli animali morti.

Come sottolineato da Ciucci *et al.* (2018), lo *scavenging* di carcasse di ungulati domestici risulta estremamente controproducente dal punto di vista della gestione del conflitto con la zootecnia, attirando i lupi in prossimità dei pascoli e delle aziende agricole. Nell'ottica di una convivenza fra predatore e allevamento, risulta fondamentale la gestione e, per quanto possibile, la riduzione del fenomeno, al fine di disabituare il lupo a consumare bestiame domestico, almeno nei mesi invernali.

5.2.6 Biomassa e consumo parziale

Il calcolo della biomassa mediante i modelli di Floyd (1978) o di Weaver (1993) è ritenuto una stima più accurata della dieta (Klare *et al.*, 2011) rispetto alla frequenza di occorrenza. Tuttavia, anche questo metodo non è esente da *bias*: la relazione tra il numero di *collectable scats* e i kg di biomassa ingerita può infatti essere influenzata da vari fattori, quali le differenze d'età, sesso e condizioni fisiche della preda, la percentuale di consumo della carcassa, il consumo effettuato dai necrofagi (Corbett, 1989; Weaver, 1993). Ciucci *et al.* (1996) sottolinea in particolare come la stima ricavata dai metodi della biomassa possa risultare erronea quando la carcassa è consumata solo parzialmente; i modelli per il calcolo, infatti, sono basati su *feeding trials* in cattività, nei quali i lupi avevano il tempo di consumare completamente la preda. In caso di utilizzo solo parziale della carcassa da parte dei predatori, il consumo si concentra inizialmente sui tessuti e organi dotati di un elevato valore nutrizionale (Mech&Boitani, 2003). Di conseguenza, la quantità di resti indigesti ingerita può essere inferiore a quella calcolata per il consumo totale della carcassa, inficiando l'affidabilità del modello.

Nella nostra area di studio, l'assunto del completo consumo delle carcasse degli ungulati domestici, specialmente bovini, non è applicabile (§4.9). Di conseguenza, si è effettuato un confronto fra la biomassa consumata, calcolata mediante l'analisi della dieta, e la biomassa consumata (da lupo, canidi o altro) dedotta dall'analisi della documentazione fotografica riguardante le predazioni denunciate ai danni dei bovini. I limiti e i punti di forza del nostro *modus operandi* sono discussi in seguito.

Nel confrontare la biomassa consumata calcolata dalla dieta e quella dedotta dalle predazioni, si sono effettuate alcune assunzioni:

- a) L'elenco delle predazioni denunciate dagli allevatori è accurato e rispecchia fedelmente gli eventi predatori ad opera del lupo
- b) Il consumo di biomassa da parte dei necrofagi è trascurabile.
- c) La stima di un tasso di defecazione di 2escrementi/lupo/giorno è realistica.

Per quanto riguarda il primo punto, l'analisi effettuata (§ 4.9) è fondata sul presupposto che l'elenco delle predazioni permetta di individuare tutti e soli gli eventi predatori ad opera del lupo. Si suppone, quindi, che:

- Tutte le carcasse vengano ritrovate
- Si riesca a identificare con chiarezza la specie responsabile dell'evento predatorio (lupo, canide, ecc).

L'efficacia nel ritrovamento delle carcasse è influenzata sia dalla particolare morfologia dell'area di studio che dall'elevata presenza antropica sul territorio. La parte sommitale dell'altopiano della Lessinia, deputata ai pascoli, si presenta uniforme e senza vegetazione; questa morfologia si traduce in una visibilità ottima. La presenza antropica nei mesi estivi è notevole, sia per gli allevatori che si recano a controllare le mandrie, sia per la presenza di turisti, personale dei rifugi, carabinieri forestali e guardiaparco, che monitorano l'area quasi quotidianamente. Poiché nell'area di studio la ricolonizzazione da parte del lupo è avvenuta solo recentemente, gli allevatori sono estremamente motivati a denunciare qualsiasi predazione, anche dubbia, per accedere ai finanziamenti previsti

dalla Regione. La combinazione di questi tre fattori permette di individuare molto velocemente la presenza di eventuali carcasse.

Dall'elenco delle predazioni possono venire esclusi quegli animali considerati "dispersi" o "mancanti" al termine dell'alpeggio, che possono venire predati successivamente. Il numero di questi animali è tuttavia estremamente contenuto: da quello che è stato possibile approfondire, nell'anno di campionamento è stato considerato "disperso" un unico bovino. Non si esclude a priori la possibilità di aver tralasciato qualche animale scomparso la cui assenza non è stata resa nota: anche in questo caso, tuttavia, il numero di esemplari interessati sarebbe estremamente contenuto, non influenzando quindi la stima finale.

L'accuratezza dell'elenco delle predazioni dipende inoltre dalla capacità di identificare la specie responsabile dell'atto predatorio, discriminando ad esempio fra lupo e canide. Per ogni predazione ai danni di bestiame domestico, il sopralluogo da parte degli organi competenti (carabinieri forestali, guardiaparco, veterinari aulss) e l'esame autoptico vengono effettuati generalmente poche ore dopo la denuncia della predazione. Il rinvenimento di ematomi tracheali, il tipo di consumo, il contesto ambientale, la presenza di escrementi o impronte forniscono informazioni precise sulla specie responsabile dell'evento predatorio. Seppure talvolta non sia possibile discriminare efficacemente fra lupo e canide, questi casi dubbi sono generalmente associati a un consumo estremamente scarso, che quindi influisce poco sulla stima finale. Nell'area di studio, inoltre, il lupo è l'unico grande carnivoro presente sul territorio; il problema dei cani vaganti è generalmente limitato a cani domestici che sfuggono temporaneamente al controllo del padrone.

Come sottolineato nel paragrafo 5.2.5, la biomassa calcolata dall'elenco delle predazioni potrebbe essere sottostimata a causa del fenomeno di *scavenging* invernale; ulteriori studi saranno necessari per approfondire la portata del fenomeno. Riassumendo, quindi, l'elenco delle predazioni risente di alcuni limiti e problematiche: complessivamente, tuttavia, esso è ritenuto una stima sufficientemente accurata, almeno nel periodo estivo.

L'applicazione dei metodi del calcolo della biomassa, studiati in cattività e traslati in natura, presenta due *bias* principali: il *bias* del consumo parziale, oggetto della presente indagine, e il consumo da parte dei necrofagi. In natura, infatti, numerose specie possono contribuire al consumo della carcasse degli animali uccisi dai lupi. Nella nostra area di studio, ciò avviene principalmente ad opera di volpi e corvi. Il consumo effettuato dai necrofagi può essere consistente: è stato infatti osservato come i corvidi siano in grado di rimuovere da una carcassa fino a 37kg di carne al giorno (Mech&Boitani, 2003).

Nella nostra analisi, risulta impossibile escludere a priori che una parte della biomassa risultata mancante durante i sopralluoghi non fosse stata sottratta da specie necrofaghe, invece che dal lupo. Nonostante questo, si ritiene probabile che la sottrazione di carne da parte di queste specie sia contenuta. Come già menzionato, la presenza umana nei pascoli durante i mesi estivi è rilevante, fin dalle prime ore del mattino. Il tempo a disposizione dei predatori (e dei necrofagi) per consumare la preda è quindi generalmente limitato a un'unica nottata. In seguito al sopralluogo da parte degli organi competenti, la carcassa viene smaltita da ditte incaricate o per infossamento, generalmente nelle 24-48ore successive. In alcuni casi la carcassa è stata lasciata sul posto e munita di fototrappola: in più di un'occasione, essa è stata ulteriormente consumata da parte dei necrofagi (volpi e corvi). Al contrario, i lupi tendono ad evitare di tornare sulle carcasse se sono state

manipolate dall'uomo: in 5 anni di monitoraggio, un'unica volta un esemplare si è avvicinato abbastanza da sottrarre una piccola porzione di carne (circa 5kg). Di conseguenza, si ritiene che la quantità di biomassa consumata "fotografata" al momento del sopralluogo possa rappresentare una buona stima di quella effettivamente consumata dai predatori (ed eventualmente dai necrofagi).

Riassumendo, il confronto effettuato al paragrafo 4.9 fra la biomassa ($Y_{\text{popolazione}}$), calcolata a partire dal campione di escrementi raccolti lungo transetti e traslata sulla "popolazione" totale di escrementi deposti, e la biomassa (B) consumata da lupo, canide o altri necrofagi valutata sulla base delle predazioni denunciate, non è esente da *bias*. Nonostante questo, è possibile affermare che:

- La retta di regressione $Y = 0.439 + 0.008X$ restituisce un valore di biomassa consumata più simile a B rispetto alla retta alternativa. La retta $Y = 0.375 + 0.007 X^*$, seppure studiata appositamente per l'eventualità di un consumo parziale delle prede, nel nostro caso sottostimava notevolmente il valore di B.
- Il valore $Y_{\text{popolazione}}$ stimato con la retta $Y = 0.439 + 0.008X$ è superiore a quello calcolato per B, nonostante, in linea teoria, il *bias* del consumo parziale dovrebbe indurre una sottostima del valore reale. Ciò è imputabile a vari fattori: in particolare, la quantità di biomassa consumata mediante scavenging invernale è sconosciuta.

In conclusione, si è cercato di verificare l'accuratezza del calcolo della biomassa (modello di Weaver, 1993): nonostante i *bias* e le problematiche legate alla tecnica utilizzata, è possibile affermare che, nel caso analizzato, il *bias* del consumo parziale non ha influenzato in maniera significativa l'accuratezza del calcolo della biomassa.

5.3 Censimenti

L'analisi dei dati dei censimenti effettuati nei comprensori di Bosco Chiesanuova, Erbezzo, Velo Veronese, Roverè Veronese, Sant'Anna di Alfaedo e Selva di Progno presenta alcune criticità. Ad eccezione di alcuni anni, i censimenti sono stati effettuati all'esterno del territorio del Parco della Lessinia. Lo sforzo di campionamento risulta variabile fra comprensori; le condizioni meteo, il numero di operatori, la localizzazione dei punti di osservazione presentavano differenze nel corso degli anni. I censimenti sono stati effettuati solo per alcune specie, in particolare capriolo e camoscio: le rilevazioni sono effettuate in periodi diversi, con modalità diverse, e non sono quindi direttamente comparabili.

Nonostante queste criticità, è tuttavia possibile identificare alcuni elementi in comune fra i vari censimenti. I trend osservati nell'area del Parco della Lessinia e nel comprensorio di Bosco Chiesanuova risultano particolarmente significativi; queste aree sono infatti quelle maggiormente interessate dalla presenza del branco. Il numero di caprioli e camosci conteggiati nel comprensorio subisce una flessione negativa in corrispondenza dell'anno 2015; lo stesso minimo si registra anche nei censimenti del bovide effettuati all'interno del Parco e sul versante trentino.

È importante sottolineare che nell'estate 2014 la numerosità del branco è passata da 4 individui (coppia alfa con due cuccioli) a 11 (coppia alfa, 7 cuccioli, 2 individui giovani); si ritiene probabile che questo incremento possa contribuire a spiegare la riduzione degli ungulati selvatici riscontrata nei censimenti. Essi sono infatti stati effettuati prima della nascita dei cuccioli (per il capriolo) o nei loro primi mesi di vita (camoscio); le conseguenze dell'incremento numerico del branco sarebbero quindi riscontrabili nei censimenti dell'anno successivo.

Dopo la brusca diminuzione registrata nel 2015, il trend per capriolo e camoscio appare in lenta ma graduale ripresa: dopo un decremento iniziale, la popolazione di ungulati selvatici potrebbe quindi star rispondendo positivamente alla presenza del predatore.

Si sottolinea tuttavia che i dati in nostro possesso permettono di osservare una variazione nel numero degli ungulati selvatici conteggiati, ma non di dedurne la causa. Le variazioni di abbondanza registrate potrebbero infatti essere influenzate anche da fattori non collegati al predatore (es. bracconaggio); in aggiunta, la riduzione nel numero di animali potrebbe essere imputabile sia a decremento effettivo del numero di animali presenti sul territorio, che a una minore contattabilità degli stessi. L'interpretazione dei dati è inoltre complicata dalla scarsa comparabilità fra censimenti, la loro localizzazione all'esterno del Parco, le variazioni metodologiche riscontrate e l'impossibilità di calcolare gli indici di selezione per le specie preda. Tuttavia, poiché il trend è riscontrabile sia per il capriolo che per il camoscio, indipendentemente dalla localizzazione dei censimenti (comprensori di caccia vs Parco), il fenomeno risulta degno di nota. Si auspica quindi la realizzazione di ulteriori studi per verificare l'impatto della predazione da parte del lupo sulle popolazioni di ungulati presenti nell'area di studio.

L'effetto della presenza del lupo sulle popolazioni di ungulati selvatici è estremamente complesso da valutare. In alcune circostanze, la presenza del predatore può far diminuire drasticamente l'abbondanza delle specie preda; in altri contesti, invece, la predazione da parte del lupo può semplicemente sostituire altre forme di mortalità che subentrerebbero in assenza del predatore. I lupi tendono infatti a selezionare prede giovani o fisicamente

debilitate; a lungo termine, ciò contribuirebbe a mantenere la popolazione di ungulati selvatici in buone condizioni di salute (Mech&Boitani, 2003). Sulle Alpi Orientali, la ricolonizzazione dell'area non ha comportato il declino delle densità di ungulati selvatici, ma ne ha influenzato la distribuzione, il comportamento, i movimenti (Gazzola *et al.*, 2007). Ogni area di studio, tuttavia, presenta caratteristiche uniche, e quanto riscontrato in una zona non è necessariamente applicabile alle altre: ulteriori studi saranno quindi necessari per comprendere come la presenza del lupo ha influenzato la densità degli ungulati selvatici in Lessinia.

6. CONCLUSIONI

In relazione agli obiettivi specificati nella premessa, è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- a) La dieta del branco della Lessinia è costituita in pari misura da ungulati selvatici e domestici. I roditori sono anch'essi rappresentati ma costituiscono una componente minoritaria.
- b) Il consumo degli ungulati selvatici è ripartito fra le diverse specie presenti sul territorio, quello dei domestici si concentra quasi esclusivamente sui bovini. Di conseguenza, la specie *Bos taurus* rappresenta la categoria più consumata, sia con il metodo della frequenza che con quello della biomassa. Capriolo e camoscio sono gli ungulati selvatici maggiormente presenti nella dieta.
- c) La dieta del branco è soggetta ad alcune variazioni stagionali. In particolare, il cinghiale sembra essere una categoria alimentare consumata prevalentemente d'inverno; capra e asino sono anch'esse componenti esclusive della dieta invernale. Si ritiene che questo fenomeno possa essere legato a un periodico abbassamento di quota durante la fase "nomade" invernale.
- d) La dieta dei transetti è sostanzialmente analoga a quella annuale; essa fornisce informazioni sull'alimentazione degli adulti. La dieta dei rendezvous, invece, risulta influenzata dalla localizzazione del sito stesso.
- e) È stato riscontrato un consumo "anomalo" di bovino nei mesi invernali, in un periodo in cui non sono state denunciate predazioni da parte degli allevatori. Si ipotizza che il fenomeno sia imputabile principalmente ad attività di *scavenging*, eventualmente associato a *caching*.
- f) Il *bias* del consumo parziale non sembra inficiare in maniera rilevante l'accuratezza del calcolo della biomassa.
- g) Nonostante i censimenti non siano direttamente confrontabili fra loro a causa delle diverse metodologie seguite, a livello qualitativo è stato possibile evidenziare un decremento numerico comune a più set di dati. Questa diminuzione corrisponde all'aumento della numerosità del branco negli anni 2014/15. Le popolazioni di ungulati selvatici sembrano attualmente in graduale ripresa.

BIBLIOGRAFIA

- Asa, C.S., Peterson, E.K., Seal, U.S., Mech, L.D. (1985) - Deposition of anal-sac secretions by captive wolves (*Canis lupus*). *Journal of Mammalogy*, 66: 89:93.
- Avanzinelli E., Calderola S., Valbusa F., Parricelli P., Pedrotti L., Bragalanti N. e Marucco F. (2017): Lo Status del lupo in Veneto. In: Marucco et al. (2017). Lo Status della popolazione di lupo sulle Alpi Italiane e Slovene 2014-2016 Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A4.
- Ballard, W.B., Whitman, J.S., Gardner, C.L. (1987) – Ecology of an exploited wolf population in south-central Alaska. *Wildlife monographs*, 98: 3-54
- Bassano, B., Boano, G., Meneguz, P.G. , Mussa, P.P., Rossi, L. (1995). I selvatici delle Alpi Piemontesi – Biologia e gestione. Regione Piemonte. Edizioni EDA, Torino.
- Blanco, J.C., Cortes, Y. (2012) – Surveying wolves without snow: a critical review of the methods used in Spain. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 23 (1): 35-48
- Boitani, L. (1992) – Wolf research and conservation in Italy. *Biological conservation*, 61: 125-132.
- Cagnolaro, L., Rosso, D., Spagnesi, M., Venturi, B. (1974) – Inchiesta sulla distribuzione del lupo in Italia e nei Cantoni Ticino e Grigioni. Laboratorio di zoologia applicata alla caccia (Bologna), 59
- Capitani, C., Bertelli, I., Varuzza, P., Scandura, M., Apollonio, M. (2004) – A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) diet in three different Italian ecosystems. *Mammalian Biology*, 69: 1-10
- Capitani, C., Mattioli, L., Avanzinelli, E., Gazzola, A., Lamberti, P., Mauri, L., Scandura, M., Viviani, A., Apollonio, M. (2006) – Selection of rendezvous sites and reuse of pup raising areas among wolves *Canis lupus* of north-eastern Appennines, Italy. *Acta Theriologica* 51: 395-404
- Castagna, C., Parricelli, P., Lonardoni, D. (2014) – La ricomparsa del lupo *Canis lupus* nel Parco Naturale Regionale della Lessinia. 7° convegno dei Faunisti Veneti, Verona, Italia. Atti del Convegno.
- Ciampichini, M. C. (2006) - *Ecologia alimentare del lupo nelle Alpi Liguri-Marittime*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- Ciucci, P., Boitani, L. (1998) – Il lupo. Elementi di biologia, gestione, ricerca. Istituto nazionale per la fauna selvatica “Alessandro Ghigi”. Documenti tecnici, 23.
- Ciucci, P., Boitani, L., Pelliccioni, E.R., Rocco, M., Guy, I.,. (1996) - A comparison of scat-analysis methods to assess the diet of the wolf, *Canis lupus*. *Wildlife Biology*, 2(1):37-48.
- Ciucci, P., Masi, M., Boitani, L. (2003) – Winter habitat and travel route selection by wolves in the northern Appennines, Italy. *Ecography* 26: 223-235.

- Ciucci, P., Artoni, L., Crispino, F., Tosoni, E., Boitani, L. (2018) – Inter-pack, seasonal and annual variation in prey consumed by wolves in Pollino National Park, southern Italy. *European Journal of Wildlife Research* 64:5
- Corbett, L.K. (1989) - Assessing the diet of dingoes from feces: a comparison of 3 methods. *Journal of Wildlife Management*, 53(2): 343-346.
- De Marinis, A.M., Asprea, A. (2006) – Hair identification of wild and domestic ungulates from southern Europe. *Wildlife Biology* 12: 305-320.
- Debrot, S. (1982) - *Atlas des poils de mammifères d'Europe*. Institut de zoologie de l'Université de Neuchâtel.
- Demma, D., Barber –Meyer, S., Mech, L.D. (2007) – Testing Global Positioning System Telemetry to study wolf predation of deer fawns. *Journal of Wildlife Management* 71(8):2767-2775
- Demma, D, Mech, L.D. (2009) – Wolf use of summer territory in Northeastern Minnesota. *Journal of Wildlife Management*, 73 (3): 380-384.
- Floyd, T.J., Mech, L.D., Jordan, P.A.. (1978) - Relating wolf scat content to prey consumed. *Journal of Wildlife Management*, 43: 528-532.
- Foran, D.R., Crooks, K.R., Minta, S.C. (1997) – Species identification from scat: an unambiguous genetic method. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 835-839
- Gadbois, S., Sievert, O., Reeve, C., Harrington, F.H., Fentress, J.C. (2014) – Revisiting the concept of behaviour patterns in animal behaviour with an example from food-caching sequence in wolves (*Canis lupus*), coyotes (*Canis latrans*), and red foxes (*Vulpes vulpes*). *Behavioural process*, 110:3-14
- Gallo Orsi, U., Macchi, E., Perrone, A., Durio, P. (1995) – Biometric data and growth rates of a wild boar population living in the Italian Alps. *Ibex Journal of Mountain Ecology* 3: 60-63
- Gazzola, A., Bertelli, I., Avanzinelli, E., Tolosano, A., Bertotto, P., Apollonio, M. (2005) – Predation by wolves (*Canis lupus*) on wild and domestic ungulates of the western Alps, Italy. *Journal of Zoology*, 266 (2): 205-213.
- Gazzola, A., Avanzinelli, E., Bertelli, I., Tolosano, A., Bertotto, P., Musso, R., Apollonio, M. (2007) – The role of the wolf in shaping a multi-species ungulate community in the Italian western Alps. *Italian Journal of Zoology*, 74(3): 297-307.
- Gazzola, A., Capitani, C., Mattioli, L., Apollonio, M. (2008) – Livestock damage and wolf presence. *Journal of Zoology* 274: 261-269
- Green, J., Flinders, J. (1981) – Diameter and pH comparisons of coyote and red fox scats. *Journal of Wildlife Management*, 45: 765-767
- Groff, C., Angeli, F., Asson, D., Bragalanti, N., Pedrotti, L., Rizzoli, R., Zanghellini, P. (a cura di) (2018) – Rapporto Grandi Carnivori 2017 del Servizio Foreste e fauna della Provincia Autonoma di Trento.
- Harrington, F.H. (1981) – Urine-marking and caching behaviour in the wolf. *Behaviour*, 76(3): 280-288.

- Huggard, D.J. (1993a) – Effect of snow depth on predation and scavenging by gray wolves. *Journal of wildlife management* 57(2): 382-388.
- Huggard, D.J. (1993b) – Prey selectivity of wolves in Banff National Park. I. Prey species. *Canadian Journal of Zoology* 71: 130-139
- Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Theuerkauf, J., Jedrzejewska, B., Okarma, H. (2001) - Daily movements and territory use by radio-collared wolves (*Canis lupus*) in Bialowieza Primeval Forest in Poland. *Canadian Journal of Zoology* 79: 1993-2004.
- Kelly, B.T. (1991) - *Carnivore scat analysis: an evaluation of existing techniques and the development of predictive models of prey consumed*. Master thesis. University of Idaho.
- Klare, U., Kamler, J., Macdonald, D. (2011) – A comparison and critique of different scat-analysis methods for determining carnivore diet. *Mammal Review* 41: 294-312
- Laguardia, A., Wang, J., Shi F., Shi K., Riordan P. (2015) - Species identification refined by molecular scatology in a community of sympatric carnivores in Xinjiang, China. *Zoological Research* 36: 72-78.
- Larentis, M. (2017) - *L'ecologia alimentare del lupo (Canis lupus) in un'area di recente ricolonizzazione nel Parco Nazionale del Gran Paradiso*. Tesi di Laurea. Università degli studi di Torino.
- Lockie, D.J. (1959) – The estimation of the food of foxes. *Journal of wildlife management*, 23: 224 – 227.
- Lombardi, G., Ragni, B. (2011) – Strutture cuticolari dei peli di Mammiferi italiani: Manuale di Riconoscimento. Quaderni dell'osservatorio. Regione Umbria, Osservatorio Faunistico Regionale.
- Manly, B. F. (1998) - Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in Biology. 2nd edition. Chapman & Hall. London
- Marucco, F. (2003) - *Wolf ecology in the Western Alps: analysis with noninvasive techniques*. Master's thesis. University of Montana, Missoula.
- Marucco, F., Pletscher, D.H., Boitani, L. (2008).- Accuracy of scat sampling for carnivore diet analysis: wolves in the Alps as a case study. *Journal of Mammalogy*, 89 (3): 665-673.
- Marucco, F., Avanzinelli, E., Boitani L. (2012) – Non – invasive integrated sampling design to monitor the wolf population in Piemonte, Italian Alps. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 23(1): 5-13
- Marucco, F., Mattei, L., Papitto, G., Bionda, R., Ramassa, E., Avanzinelli, E., Pedrini, P., Bragalanti, N., Martinelli, L., Canavese, G., Sigaud, D., Pedrotti, L., Righetti, D., Bassano, B., Agreiter, A., Stadler, M., Groff, C., Fattori, U., Tironi, E., Malenotti, E., Calderola, S., Potokcnik, H., & Skrbinek, T. (2014). - Strategia, metodi e criteri per il monitoraggio dello stato di conservazione della popolazione di lupo sulle Alpi italiane. Progetto LIFE 12 NAT/IT/000807 WOLFALPS – Azione A2.
- Mattioli, L., Apollonio, M., Mazzarone, V., Centofanti, E. (1995) – Wolf food habits and wild ungulate availability in the Foreste Casentinesi National Park, Italy. *Acta Theriologica* 40:387-402.

- Mech, L.D., Boitani, L. (2003) - *Wolves: behavior, ecology, and conservation*. University of Chicago Press.
- Meriggi, A., Lovari, S. (1996) – A review of wolf predation in southern Europe: does the wolf prefer wild prey to livestock? *Journal of Applied Ecology*, 33: 1561-1571
- Meriggi, A., Brangi, A., Schenone, L., Signorelli, D., Milanesi, P. (2011) – Changes of wolf (*Canis lupus*) diet in Italy in relation to the increase of wild ungulates abundance. *Ethology Ecology & Evolution* 23: 195-210.
- Milanesi, P., Meriggi, A., Merli, E. (2012) - Selection of wild ungulates by wolves *Canis lupus* (L. 1758) in an area of the Northern Apennines (North Italy), *Ethology Ecology & Evolution*, 24:1, 81-96
- Ministero dell’Ambiente (2017) – Piano di conservazione e gestione del lupo in Italia. Ministero dell’Ambiente, ISPRA, Unione Zoologica Italiana.
- Mustoni, A., Pedrotti, L., Zanon, E., Tosi, G. (2002) – *Ungulati delle Alpi. Biologia, riconoscimento, gestione*. Nitida immagine editrice.
- Nelson, M.E. (2011) – Killing and caching of an adult white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, by a single gray wolf, *Canis lupus*. *Canadian Field-Naturalist* 125(2): 162-164.
- Pantalano, M., Lovari, S. (1993) - Food habits and trophic niche overlap of the wolf *Canis lupus*, L. 1758 and the red Fox *Vulpes vulpes* (L. 1758) in a Mediterranean mountain area. *Revue d’Écologie* 3: 279-284
- Peterson, R.O., Ciucci, P., (2003) - The wolf as a carnivore. In: Mech, L.D., Boitani, L. - *Wolves: behavior, ecology, and conservation*. University of Chicago Press.
- Phillips, D.P., Danilchuk, W., Ryon, J., Fentress, J.C (1990) – Food-caching in timber wolves, and the question of rules of action syntax. *Behavioural Brain Research*, 38: 1-6
- Ramanzin, M., Sturaro, E. (2015) - Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione in Lessinia (core area 5). In: Ramanzin M., Sturaro E., Menzano A., Calderola S. e Marucco F. (2015): Sistemi di alpeggio, vulnerabilità alle predazioni da lupo e metodi di prevenzione nelle Alpi. Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A7.
- Regine, D. (2008) - *Ecologia alimentare del lupo in sistemi multi-preda: tre anni di studio sulle Alpi Occidentali*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.
- Reynolds, J.C., N. Aebischer. (1991) - Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the fox *Vulpes vulpes*. *Mammal Review*, 21 (3): 97-122.
- Schenone, L., Aristarchi, C., Meriggi, A. (2004) – Ecologia del lupo (*Canis lupus*) in provincia di Genova: distribuzione, consistenza, alimentazione e impatto sulla zootecnia. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 15 (2): 13-30.
- Steenweg, R., Gillingham, M.P., Parker K.L., Heard, D.C (2015) – Considering sampling approaches when determining carnivore diets: the importance of where, how, and when... *Mammal Research*, 60 (3) – 207-216.

- Teerink, B.J. (1991) - *Hair of West European Mammals*. Cambridge University Press.
- Theuerkauf, J., Rouys, S., Jedrzejewski, W. (2003) – Selection of den, rendezvous, and resting sites by wolves in the Bialowieza Forest, Poland. *Canadian Journal of Zoology* 81: 163-167.
- Thiel, R.P., Merrill, S., Mech, L.D. (1998): Tolerance by denning wolves, *Canis lupus*, to human disturbance. *Canadian Field Naturalist* 122 (2): 340-342
- Traves, J.L. (1983) - *An assessment of quantity of prey consumed by wolves through analysis of scats*. Master thesis. Northern Michigan University.
- Vilà, C., Urios, V., Castroiejo, J. (1994). - Use of faeces for scent marking in Iberian wolves (*Canis lupus*). *Canadian Journal Zoology*, 72: 374-377.
- Vos, J. (2000) – Food habits and livestock depredation of two Iberian wolf packs (*Canis lupus signatus*) in the north of Portugal. *Journal of zoology*, 251(4): 457-462.
- Weaver, J.L. (1993) - Refining the equation for interpreting prey occurrence in grey wolf scats. *Journal of Wildlife Management*, 57: 534-538.
- Weaver, J.L., Fritts, S.H. (1979) - Comparison of coyote and wolf scat diameters. *Journal of Wildlife Management*, 43: 786-788.
- Weaver, J.L., Hoffman, S.W. (1979) – Differential detectability of rodents in coyote scats . *Journal of Wildlife Management*, 43: 783-786.

RINGRAZIAMENTI

Qualche tempo fa una persona mi ha detto: “La laurea è il giorno della gratitudine”. E davvero per me oggi è così. Questo lavoro non appartiene soltanto a me, ma a una schiera di persone che l’ha voluto, che ci ha creduto, e che è stata al mio fianco in questo viaggio durato quasi due anni.

Grazie a Fulvio Valbusa, Luca Signori ed Emanuele Iannone, per averci creduto per primi, per avermi sopportato, per avermi trasmesso la vostra passione, e per avermi fatto vedere la Lessinia attraverso i vostri occhi. “Grazie” è una parola veramente troppo piccola per contenere i due anni di ricordi che mi avete regalato. Grazie per essere stati la mia famiglia qui a Bosco.

Grazie a Paolo Parricelli, per il supporto pratico e morale nell’ultimo periodo di scrittura della tesi, senza il quale sarebbe stato tutto immensamente più complicato. Grazie allo staff del Parco della Lessinia, in particolare a Diego Lonardoni, per avermi permesso di trascorrere con voi le ultime settimane di tirocinio.

Grazie a Nicola Benini, senza il quale tutta la parte inerente ai domestici di questa tesi non esisterebbe. Grazie per l’incredibile disponibilità e per avermi sostenuto in molti momenti critici.

Sono grata a Francesca Marucco per avermi dato la possibilità di andare in Piemonte per la “scuola di peli”, e a Daniele Regine per l’eccezionale calma e pazienza dimostrata durante quei tre giorni. Un ringraziamento enorme va a Elisa Avanzinelli, per aver trovato il tempo di aiutarmi nonostante non fossi la sua tirocinante: grazie per i confronti telefonici e le consulenze via whatsapp. Sono grata anche al professor Paolo Ciucci per i preziosi consigli via email sui metodi di analisi della dieta.

Grazie a Tommaso Borghetti per l’apporto di allegria e per i dati trentini. Ringrazio Francesco Melotti per la consulenza sugli ungulati selvatici, e per aver investito il proprio tempo per rendermi un po’ meno ignorante in materia di caccia. Sono grata a Ivano Confortini per la disponibilità nel fornirmi i dati dei censimenti, e a Lucio Luchesa e Renato Semenzato per la fornitura di dati biometrici.

Grazie a Daniele Zovi per aver creduto in me una seconda volta, e per avermi dato la possibilità di intraprendere quest’avventura. Sono grata alla mia relatrice, la professoressa Guidolin, in particolare per l’essenziale microscopio.

Un ringraziamento speciale va agli Allegri Raccoglitori di Cacche: Fulvio, Luca, Ema, Paolo, Vale, Gloria, Simone, Matteo, Marco, Lele. Grazie soprattutto ai fratelli Peterlini, per essere stati i miei principali fornitori di cacche extra, per la vostra fortuna sfacciata, e per tutti gli appostamenti.

Grazie Vale e Gloria, per avermi regalato la vostra amicizia, per avermi adottato fra le lupacchiotte cimbre, e per avermi contagiato con l’immenso amore che avete per la vostra terra.

E infine, grazie Lessinia, per ogni singolo passo con cui ho imparato a conoscerti, per essere sempre diversa e sempre la stessa...per avermi fatto sentire a casa.

Grazie a mamma e papà, per avermi sempre incoraggiato a volare lontano. Grazie sorellina, perché nonostante tutto se non ci fossi bisognerebbe inventarti. Grazie Vane,

perché anche se siamo diverse come il giorno e la notte ci sei sempre stata e so che ci sarai sempre. Grazie Mattia, per ogni singolo giorno in cui scegli di amarmi incondizionatamente, e per aver messo in discussione tutto per amore.

Grazie Tex per ogni volta in cui mi hai chiesto “come stai?” e ascoltato sul serio la risposta. Grazie Giulia e Ally, per il dono della vostra amicizia. Grazie ai Naturalisti, per avermi regalato due anni meravigliosi: mi mancherete da morire. Grazie a Betta, Ale e Erica, perché gli anni passano ma l’amicizia no.

E infine, grazie alla Natura e alla Montagna, per avermi insegnato chi sono e chi voglio essere. Perché...

“...qualunque cosa sia il destino, abita nelle montagne che abbiamo sopra la testa.”